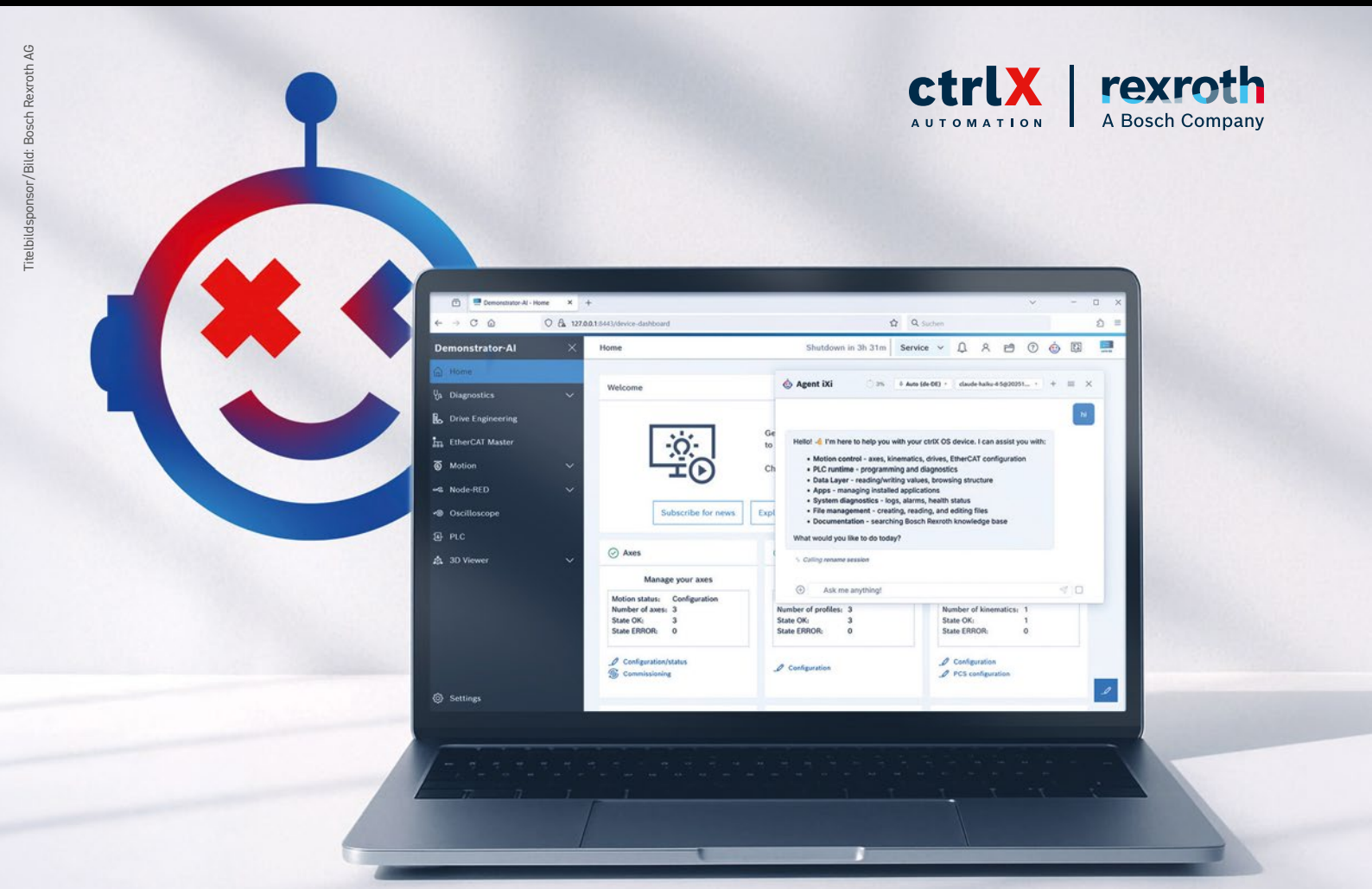
7/26 OKTOBER/NOVEMBER
www.digital-engineering-magazin.de
D, A, CH: Euro 14,40 | ISSN 1618-002X

Eine Publikation der WIN-Verlag GmbH & Co. KG

DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN

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

Titelbildsponsor/Bild: Bosch Rexroth AG



VOM ASSISTENTEN ZUM AGENTEN

Skills bringen KI das Automatisieren bei

EXPERTENTALK PLM-LÖSUNGEN

Von der Datenverwaltung zum Digital Thread

SOFTWARE-DEFINED VEHICLE

Wenn das Fahrzeug zur Softwareplattform wird

Mit Sonderheft ANTRIEBSTECHNIK

AdditivX

ADDITIVE FERTIGUNG FÜR SUPPLY CHAIN, PRODUKTION & SERVICE



Jetzt entdecken!

Entdecken Sie die Zukunft der Ersatzteilproduktion: 3D-Druck als Schlüsseltechnologie für Ihre Branche!

Erfahren Sie, wie Kunststoff- und Metall-3D-Druck zum strategischen Werkzeug für Ersatzteile wird – branchenunabhängig und praxisnah. Im Fokus stehen Materialien, Prozesse, Wirtschaftlichkeit sowie die Integration in bestehende Produktions- und Instandhaltungsstrukturen.

Datum: 26. Januar 2027
Ort: SKZ – Das Kunststoff-Zentrum Würzburg
Mehr Infos & Tickets: www.additivx.de

Ein Event von:

PLASTX NOW

SKZ

WO AUTOMATION AUF KI TRIFFT

Liebe Leserinnen und Leser,

wenn sich vom 24. bis 26. November die Automatisierungsbranche in Nürnberg auf der SPS – Smart Production Solutions trifft, steht die gesamte Bandbreite der industriellen Automation im Mittelpunkt. Von Steuerungs- und Antriebstechnik über industrielle Kommunikation bis hin zu Software und Industrial AI: Die Messe will zeigen, wie vielfältig die Stellschrauben für effizientere, flexiblere und stärker vernetzte Produktionsprozesse sind.

Besonders spannend ist dabei die Frage, wie künstliche Intelligenz die Automatisierung verändert. KI-Agenten versprechen, über die reine Informationsbereitstellung hinauszugehen: Sie können Informationen auswerten, Aufgaben vorbereiten und – abhängig von Systemintegration, Berechtigungen und Sicherheitskonzept – definierte Arbeitsschritte ausführen. Entscheidend ist, wo solche Ansätze im industriellen Alltag tatsächlich Mehrwert schaffen. Denn in der Produktion zählen nicht nur Tempo und Effizienz, sondern auch Zuverlässigkeit, Nachvollziehbarkeit und die Kontrolle durch den Menschen.

Wie KI-Agenten ein vorgegebenes Ziel selbstständig in Aufgaben übersetzen und dafür auf Werkzeuge, Daten und Funktionen der Automatisierungsumgebung zugreifen können, zeigt die Titelstory auf den Seiten 8 und 9. Bosch Rexroth verankert diesen Ansatz mit ctrlX Automation jetzt auf Plattformebene. Kuratierte Skills stellen dem KI-Agenten iXi das Wissen, die Engineering-Regeln und die Werkzeuge für die jeweilige Aufgabe bereit.

Klar ist aber auch: Produkte werden individueller, Entwicklungszyklen kürzer und Nachweispflichten umfangreicher. Damit wächst der Druck, Informationen aus Entwicklung, Fertigung und weiteren Unternehmensbereichen konsistent verfügbar zu machen. PLM-Lösungen schaffen dafür eine wichtige Grundlage, denn sie verbinden Produktdaten, Prozesse und Teams über den gesamten Lebenszyklus hinweg. Mehr darüber lesen Sie im großen PLM-Schwerpunkt auf den Seiten 32 bis 45.

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

Viel Spaß beim Lesen!



RAINER TRUMMER
Chefredakteur

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

WIBU SYSTEMS

Licensing-as-a-Service für Software-Unternehmen, die schnell agieren müssen

Veröffentlichen, schützen und monetarisieren Sie Ihre Software mit einer sofort einsatzbereiten Security-Lizenzierungsinfrastruktur.

- Integrierter Softwareschutz gegen Reverse Engineering
- Vorkonfigurierte Lizenzierungsmodelle
- Zentrale Steuerung von Lizenzen, Nutzern und Berechtigungen
- Self-Service-Zugang für Kunden und Partner
- Sicherer und skalierbarer Cloud-Betrieb

Verkürzen Sie die Time-to-Market.
Behalten Sie die Kontrolle über Ihr digitales geistiges Eigentum.

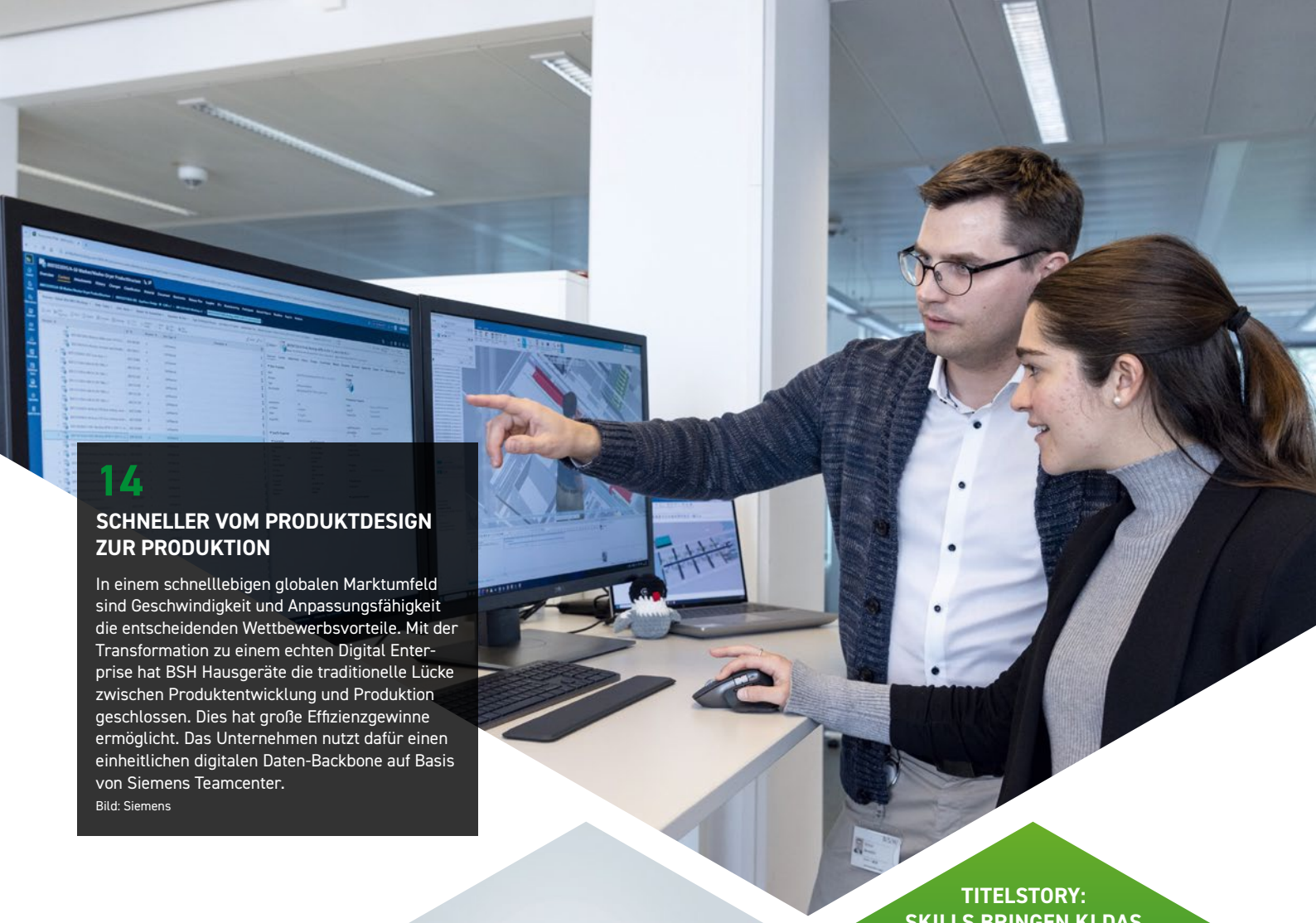


Treffen Sie uns!

sales@wibu.com
www.wibu.com

C3.502

sps
Halle 6
Stand 428



14

SCHNELLER VOM PRODUKTDESIGN ZUR PRODUKTION

In einem schnelllebigen globalen Marktumfeld sind Geschwindigkeit und Anpassungsfähigkeit die entscheidenden Wettbewerbsvorteile. Mit der Transformation zu einem echten Digital Enterprise hat BSH Hausgeräte die traditionelle Lücke zwischen Produktentwicklung und Produktion geschlossen. Dies hat große Effizienzgewinne ermöglicht. Das Unternehmen nutzt dafür einen einheitlichen digitalen Daten-Backbone auf Basis von Siemens Teamcenter.

Bild: Siemens



24

STECKVERBINDER FÜR DIE AUTOMATISIERUNG

Marktanalysen und Rückmeldungen von Kunden zeigen: Der Übergang von klassischen Bus-Systemen auf Ethernet basierte Industrieprotokolle wie EtherCAT, EtherNet/IP, Profinet, CC-Link IE und anderen Industrial Ethernet (IE) Protokollen ist ungebrochen. Damit werden seit einigen Jahren nun mehrheitlich Industrial Ethernet Netzwerke in neuen Automatisierungs-Systemen eingesetzt, Tendenz weiter steigend.

Bild: Harting

TITELSTORY: SKILLS BRINGEN KI DAS AUTOMATISIEREN BEI

KI hatte in der Automatisierung bislang vor allem eine Rolle: sie assistiert. Mit Agentic AI verändert sich diese Rollenverteilung grundlegend. KI-Agenten können ein vorgegebenes Ziel selbstständig in Aufgaben übersetzen und dafür auf Werkzeuge, Daten und Funktionen der Automatisierungsumgebung zugreifen. Bosch Rexroth verankert diesen Ansatz mit ctrlX Automation jetzt auf Plattformebene und stellt Agent iXi vor.

Seite 8



34

SO LASSEN SICH PLM UND ERP INTELLIGENT VERBINDEN

Wenn eine Stückliste in der Konstruktion geändert wird, diese Änderung aber Stunden oder sogar Tage später erst im ERP-System ankommt, entstehen Verzögerungen, Rückfragen und im schlimmsten Fall Produktionsfehler. Genau solche Medienbrüche bremsen noch immer viele Fertigungsunternehmen aus. Dabei entscheidet die Geschwindigkeit des Informationsflusses zunehmend über Wettbewerbsfähigkeit und Lieferfähigkeit.

Bild: Bechtle PLM (KI-generiert)

AKTUELL

6 **Zukunftstechnologien im industriellen Praxiseinsatz**
Vorschau auf die SPS 2026

7 **Märkte & Trends**
Neue Produkte und News aus den Unternehmen

ELEKTROTECHNIK & AUTOMATION

8 **Titelstory: Vom Assistenten zum Agenten**
Skills bringen KI das Automatisieren bei

10 **Sensorik hält die Fertigung in Bewegung**
Automatisierte Intralogistik

12 **Automatisierte Probenhandhabung im Labor**
Paralleldrehgreifer REP2000 automatisiert manuelle Decap-/Recap-Prozesse

14 **Schneller vom Produktdesign zur Produktion**
Digital Enterprise bei BSH Hausgeräte

16 **Schwebend zu Metallteilen: effizient, nachhaltig**
XPlanar als Innovationsfaktor in der Laserbearbeitung

18 **Sicher automatisiert im Holzbau**
Sicherheitslösung für die Plattenverarbeitung

20 **Digitale Einblicke ins Werkzeug**
Spritzguss und IIoT

22 **Ethernet-APL: Zusammenspiel im Praxistest**
Digitalisierung der Feldebene

24 **Steckverbinder für die Automatisierung**
Industrial Ethernet

26 **Drei HSR-Ringe für sichere Energieverteilung**
Retrofit bei einem Automobilhersteller

28 **Digitales Engineering macht Projekte skalierbar**
Automatisierung über den gesamten Anlagenlebenszyklus

PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT

32 **Warum KI ohne PLM-gestützte Systemintegration scheitert**
Industrie 5.0 in der Praxis

34 **So lassen sich PLM und ERP intelligent verbinden**
Wie der PLM Process Hub die digitale Produktion beschleunigt

36 **Von der Datenverwaltung zum Digital Thread**
Expertentalk PLM-Lösungen: Daten vernetzen und KI gezielt nutzen

40 **Der Faktor Werkstoff**
Product Lifecycle Management (PLM) und Digital Product Passport (DPP)

42 **Servitization: Von der Basis zur strategischen Ressource**
Wartung und Instandhaltung generieren neue Umsätze für die Hersteller

44 **Teamcenter mit 3D-Viewing: CAD-Visualisierung im PLM**
Nutzung von CAD-Daten über den ganzen Produktlebenszyklus hinweg

KI IM ENGINEERING IM FOKUS

46 **„Der Ingenieur wird wieder mehr Ingenieur sein als Toolbediener“**
Interview mit Christoph Classen von Siemens Digital Industries Software

48 **KI-Assistenz im Industrieeinsatz**
Dialogbasierte Produktionsdatenanalyse für einen effizienten Anlagenbetrieb

50 **Kein Bauteil zweimal konstruieren**
Damit Konstruktionswissen nicht mehr im Dateisystem verschwindet

MANAGEMENT

52 **Effiziente Supportentfernung durch Trockeneisstrahlen**
Nachbearbeitung in der additiven Fertigung

54 **Safexpert 10: So einfach kann eine Risikobeurteilung sein**
Was Safexpert 10 für Konstrukteure im Maschinenbau verändert

56 **Software-defined Vehicle: Das ändert sich für Zulieferer**
Wenn das Fahrzeug zur Softwareplattform wird

58 **„Die KI bereitet vor, der Mensch entscheidet“**
Interview mit Dr. Nina Korshunova von AppliedAI

3 EDITORIAL
61 MARKTPLATZ
62 IMPRESSUM
62 VORSCHAU

REDAKTIONELL ERWÄHNTE INSTITUTIONEN, ANBIETER UND VERANSTALTER

AppliedAI S. 58, Atos S. 56, Autodesk S. 36, Bechtle PLM S. 34, 37, Beckhoff S. 16, Bosch Rexroth S. 8, CADFEM S. 36, 40, Contact Software S. 37, Copa-Data S. 28, Dassault Systèmes S. 38, Dell S. 7, Endress+Hauser S. 22, Fraunhofer IPK S. 38, Harting S. 24, IBF Solutions S. 54, ifm electronic S. 20, Kisters S. 44, Leuze Electronic S. 10, Mensch und Maschine S. 38, Mesago Messe Frankfurt S. 6, PIA Automation S. 48, Pilz S. 18, PTC S. 7, 39, 42, Revalize S. 32, 39, Schneider Electric S. 7, Siemens S. 14, 46, Solid System Team S. 37, Soneo AI S. 50, Toolcraft S. 52, Transition Technologies PSC Germany S. 39, Weidmüller S. 26, Zimmer Group S. 12

ZUKUNFTSTECHNOLOGIEN IM INDUSTRIELLEN PRAXISEINSATZ

Wenn Ende November die Automatisierungsbranche in Nürnberg zusammenkommt, wird die SPS – Smart Production Solutions erneut zum zentralen Treffpunkt für technologischen Fortschritt, Praxiserfahrung und fachlichen Austausch.



Die SPS in Nürnberg bietet einen umfassenden Überblick über aktuelle Entwicklungen und zeigt auf, welche Technologien die industrielle Wertschöpfung von morgen prägen werden.
Bild: Mesago Messe Frankfurt GmbH/Arturo Rivas

Auf der SPS zeigen vom 24. bis 26. November 2026 rund 1.175 Aussteller aus 40 Ländern ihre Neuheiten, Produkte und Lösungen auf dem Nürnberger Messegelände. Auf 15 Hallen verteilt, erhalten die Besucher einen umfassenden Einblick in die gesamte Bandbreite der industriellen Automation – von Sensorik und Antriebstechnik über industrielle Kommunikation und Software bis hin zu intelligenten Automatisierungslösungen für die digitale Fabrik. Erwartet werden Fachbesucher aus aller Welt, darunter ein hoher Anteil Entscheider und Anwender.

Treffpunkt der internationalen Automatisierungsbranche

Das Branchenevent bringt die internationale SPS-Community zusammen und bietet Orientierung in Zeiten technologischer Veränderungen. Fachlicher Dialog, praxisnahe Einblicke und persönliches Networking schaffen eine fundierte Grundlage für zukünftige Entscheidungen.

Industrial AI als Treiber der industriellen Transformation

Ein zentrales Leitthema der SPS 2026 ist die fortschreitende Integration von künstlicher Intelligenz in industrielle Prozesse. KI-Anwendungen entwickeln sich zunehmend von einzelnen Pilotprojekten zu produktiven Bestandteilen moderner Automatisierungslösungen. Ob im Engineering, bei der Analyse von Produktionsdaten, in der Qualitätssicherung oder zur Optimierung von Maschinen und Anlagen – Industrial AI eröffnet neue Möglichkeiten für Effizienz, Flexibilität und Resilienz in der Produktion. Die SPS greift diese Entwicklungen auf und Aussteller zeigen anhand konkreter Anwendungen, wie Unternehmen den Mehrwert künstlicher Intelligenz bereits heute nutzen können.

Software Defined Industry als Basis flexibler Produktionssysteme

Mit dem zunehmenden Einfluss von Software auf industrielle Wertschöpfungsprozesse gewinnt auch das Konzept einer Software Defined Industry an Bedeutung. An die Stelle hardwarezentrierter Strukturen mit determinierten Prozessen rücken zunehmend agile softwarebasierte Architekturen. Produktionssysteme werden dadurch anpassungsfähiger, vernetzter und schneller skalierbar.

„Die Zukunft der Produktivität wird daten- und softwaregetrieben sein", sagt Gunther Koschnick, ZVEI-Bereichsleiter Industrie. „Industrielle KI kann künftig ganze Wertschöpfungsketten analysieren und mitsteuern. Die langfristige Vision: Maschinen finden selbst den effizientesten Weg zu einem konkreten Produktionsziel."

Wie die Umsetzung der Software Defined Industry konkret funktioniert, zeigt die SmartFactory-KL in der Software Defined Industry Area in Halle 6. Im Mittelpunkt steht die Modellfabrik: Mit Industriepartnern erprobte Lösungen und der Weg dorthin können anhand eines Produktionsprozesses auf der Messe erlebt werden. Verschiedene Formate laden außerdem zum Entdecken und Verstehen ein, wie zum Beispiel tägliche geführte Touren. Unternehmen zeigen ihre konkreten Lösungen auf ihren jeweiligen Messeständen.

Darüber hinaus organisiert die 5G Alliance for Connected Industries and Automation (5G-ACIA) täglich eine Guided Tour zu führenden Mitgliedsunternehmen wie Siemens, Phoenix Contact, Fraunhofer und Ericsson. Besucher erhalten dabei praxisnahe Einblicke in reale Anwendungsfälle und moderne Kommunikationslösungen.

Vier Stages für Wissenstransfer und Diskussion

Neben den Ausstellerpräsentationen bietet die SPS auch 2026 ein umfangreiches Vortragsprogramm. Auf insgesamt vier Stages in den Messehallen, darunter die Technology Stage powered by VDMA/ZVEI in Halle 3, diskutieren Branchenexperten aktuelle Entwicklungen, technologische Trends und konkrete Anwendungsbeispiele aus der industriellen Praxis. Industrial AI, Cybersecurity, industrielle Kommunikation, digitale Transformation und nachhaltige Produktionskonzepte gehören dabei zu den Themen, die die Branche aktuell bewegen. **« RT**

Mehr Informationen: sps-messe.de

Dell

KI-SUPERCOMPUTER FÜR DEN SCHREIBTISCH



Die Dell Pro Precision mit GB300 wird künftig auch mit Windows verfügbar sein. KI-Entwickler können damit KI-Agenten direkt in den Windows-Umgebungen entwickeln und bereitstellen. Bild: Dell

Dell erweitert sein Portfolio an Windows-PCs und -Workstations für das Zeitalter der agentenbasierten KI. Gemeinsam mit Nvidia und Microsoft bringt das Unternehmen agentenbasierte KI in jede Phase des Kreativ- und Entwicklungsprozesses. Dell Pro Max mit GB10 und Dell Pro Max mit GB300 heißen ab sofort Dell Pro Precision mit GB10 und Dell Pro Precision mit GB300. Mit der Umbenennung gehören diese Deskside-Workstations nun zur Marke Dell Pro Precision, die für anspruchsvolle professionelle Workloads steht.

Die Dell Pro Precision mit GB300 wird künftig auch mit Windows verfügbar sein und bringt damit fortschrittliche KI-Rechenleistung in die Umgebung, die Unternehmen bereits verwalten. Bislang setzen Unternehmen für anspruchsvolle KI-Workloads traditionell auf Linux, während Produktivitäts-, Kreativ- und Engineering-Aufgaben überwiegend unter Windows stattfinden. Die Workstation skaliert auf bis zu 20 Petaflops FP4-Rechenleistung und 748 GByte kohärenten Speicher auf Basis des Nvidia GB300 Grace Blackwell Ultra Desktop Superchip. Damit unterstützt sie Modelle mit bis zu einer Billion Parametern lokal und ohne Cloud-Kosten.

Mit dem Windows-Subsystem für Linux (WSL) erhalten Entwickler innerhalb von Windows vollen Zugriff auf das Nvidia-Cuda-Ökosystem und Linux-KI-Frameworks, und zwar parallel zu ihren alltäglichen Anwendungen, ganz ohne Dual-Boot oder Kontextwechsel.

Schneider Electric übernimmt PTC

GROSSE SYNERGIEN ERWARTET

Schneider Electric will PTC für 22,6 Milliarden US-Dollar übernehmen. Der Zukauf soll Software, KI und Energie-Kompetenz verbinden und neue Umsatzchancen eröffnen. Der Vollzug der Übernahme soll spätestens im dritten Quartal 2027 erfolgen.
Mit der Übernahme will Schneider Electric seine Position bei Industrie-Software und künstlicher Intelligenz ausbauen. Die Softwarelösungen von PTC unterstützen Hersteller dabei, Produkte zu entwickeln und zu verwalten – von der Konstruktion über die Fertigung bis zu Service und Wartung.

PTC hat weltweit mehr als 30.000 Kunden. Schneider Electric sieht in der Kombination eine Möglichkeit, Daten aus Produktentwicklung und Engineering mit Informationen aus Betrieb und Energiesystemen zu verbinden. So soll ein durchgängiger digitaler Informationsstrang entstehen, der den gesamten Lebenszyklus von Produkten und Anlagen abbildet. Die Unternehmen wollen damit Anwendungen für industrielle KI voranbringen und Kunden helfen, ihre Systeme effizienter, widerstandsfähiger und nachhaltiger zu betreiben.



Titelanzeige: Bosch Rexroth

Vom Assistenten zum Agenten: Skills bringen KI das Automatisieren bei

Künstliche Intelligenz hatte in der Automatisierung bislang vor allem eine Rolle: Sie assistiert. Sie beantwortet Fragen, erklärt Dokumentationen, generiert Code und liefert technische Vorschläge. Die Umsetzung bleibt Aufgabe des Menschen. Mit Agentic AI verändert sich diese Rollenverteilung grundlegend. KI-Agenten können ein vorgegebenes Ziel selbstständig in Aufgaben übersetzen und dafür auf Werkzeuge, Daten und Funktionen der Automatisierungsumgebung zugreifen. Bosch Rexroth verankert diesen Ansatz mit ctrlX Automation jetzt auf Plattformebene. Kuratierte Skills stellen Agent iXi das Wissen, die Engineering-Regeln und die Werkzeuge für die jeweilige Aufgabe bereit. Nach dem Prinzip „ein Agent – viele Skills“ entwickelt sich KI damit vom Assistenten zum handelnden Akteur in der Automatisierung.

Bosch Rexroth AG
www.ctrlx-automation.de

TRACK THE HEALTH OF YOUR MACHINES

with **moneo** as easily as with your smartwatch.



Connect data from plant floor

Transform data into information

Get actionable insights

www.moneo.ifm

sensors. software. solutions. ifm.com

VOM ASSISTENTEN ZUM AGENTEN

Künstliche Intelligenz hatte in der Automatisierung bislang vor allem eine Rolle: sie assistiert. Mit Agentic AI verändert sich diese Rollenverteilung grundlegend. KI-Agenten können ein vorgegebenes Ziel selbstständig in Aufgaben übersetzen und dafür auf Werkzeuge, Daten und Funktionen der Automatisierungsumgebung zugreifen. Bosch Rexroth verankert diesen Ansatz mit ctrlX Automation jetzt auf Plattformebene und stellt Agent iXi vor. Kuratierte Skills stellen dem KI-Agenten das Wissen, die Engineering-Regeln und die Werkzeuge für die jeweilige Aufgabe bereit. » **VON HANS MICHAEL KRAUSE**



Der KI-Agent iXi kann ein vorgegebenes Ziel selbstständig in Aufgaben übersetzen und dafür auf Werkzeuge, Daten und Funktionen der Automatisierungsumgebung zugreifen.

Bisher endet die Unterstützung durch künstliche Intelligenz häufig dort, wo in der Automatisierung das eigentliche Handeln beginnt. Mit Agent iXi führt Bosch Rexroth Assistenz und Ausführung zusammen. Der KI-Agent kann die erforderlichen Aufgaben direkt innerhalb der Automatisierungsumgebung umsetzen. Dazu greift er auf Engineering-Werkzeuge, Apps, Dokumentation sowie Daten und Funktionen von ctrlX Automation zu. Aus punktueller KI-Unterstützung entsteht so ein durchgängiger Prozess, in dem der Agent mit der Automatisierung arbeitet – statt neben ihr.

„Unser Anspruch ist es nicht nur, den nächsten Copiloten für die SPS-Programmierung zu entwickeln. KI soll Automatisierung verstehen und aktiv mit ihr arbeiten können. Wir haben damit einen entscheidenden Schritt vollzogen: den Übergang von assistierender zu agentischer KI“, sagt Steffen Winkler, Vertriebsleitung der Business Unit Automation & Electrification Solutions bei Bosch Rexroth.

Eine Skizze genügt – Agent iXi setzt das Engineering in Gang

Wie weit dieser Ansatz reicht, zeigt das Beispiel eines dreiachsigen Handling-Systems. Im klassischen Engineering müssen Achsen angelegt, eine Kinematik konfiguriert und das SPS-Programm erstellt werden – von der Definition des Koordinatensystems bis zu Bewegungsgrenzwerten und Achswichtungen.

Agent iXi erhält stattdessen eine Skizze des Portalaufbaus sowie die Aufgabe in natürlicher Sprache. Daraus leitet er die erforderlichen Schritte ab, legt Achsen und Kinematik an und erstellt das SPS-Programm für die gewünschte Bewegung. Der Anwender beschreibt das Ergebnis, der Agent übersetzt es in konkrete Engineering-Aufgaben. Damit verändert sich die Arbeitsteilung zwischen Mensch und Technik grundlegend.

> **KI SOLL AUTOMATISIERUNG VERSTEHEN UND AKTIV MIT IHR ARBEITEN KÖNNEN.**
>
> STEFFEN WINKLER, BOSCH REXROTH

KI-gestütztes Coding beginnt bei ctrlX Automation nicht erst mit Agent iXi. Seit dem Marktstart Ende 2019 ist die Plattform offen für IEC 61131-3 und Hochsprachen; das ctrlX Automation SDK stellt Beispiele in mehreren Programmiersprachen, Dokumentation und API-Beschreibungen bereit. In Entwicklungsumgebungen wie Visual Studio Code können Coding-Assistenten wie GitHub Copilot bereits die Entwicklung von Apps und Programmen unterstützen. Mit den neuen MCP-Schnittstellen zu ctrlX PLC Engineering und ctrlX I/O Engineering geht Agent iXi einen Schritt weiter: Er erzeugt IEC-61131-3-Code direkt im Engineering-Kontext und konfiguriert I/Os automatisch. Aus unterstützter Codeerzeugung wird damit agentisches Engineering.

Erfahrung wird zum Skill – und damit für KI nutzbar

Der Zugang zu Werkzeugen macht einen KI-Agenten jedoch noch nicht zum Automatisierungsexperten. Ein allgemeines Sprachmodell weiß nicht automatisch, wie eine Motion-Anwendung aufgebaut wird. Kuratierte Skills geben Agent iXi daher das Wissen, die Regeln und die Werkzeuge für die jeweilige Aufgabe an die Hand.

Nach dem Prinzip „ein Agent – viele Skills" zieht Agent iXi die jeweils benötigten Fähigkeiten heran. In die Skills fließen das Wissen und die Erfahrung der Experten von Bosch Rexroth ein. Fundiertes Know-how aus realen Automatisierungsprojekten wird damit unmittelbar im Engineering verfügbar.

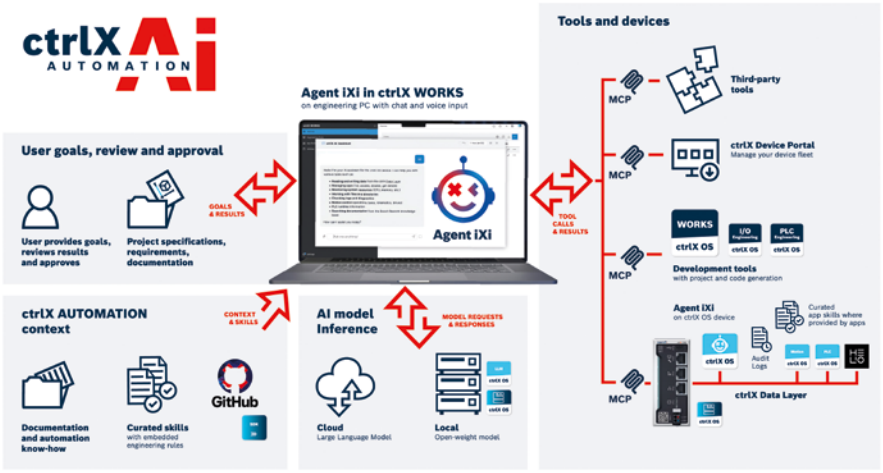
Bosch Rexroth stellt wichtige Skills über ein GitHub-Repository bereit und entwickelt die Sammlung kontinuierlich weiter. Auch Apps können eigene Skills mitbringen. So machen Anbieter aus der ctrlX World ihr Know-how für Agentic AI nutzbar und erweitern die Fähigkeiten des Agenten. Die Wissensbasis kann mit Apps wachsen, die dafür freigegebene und validierte Skills bereitstellen.

Der Agent darf handeln, aber nicht unbegrenzt

Je mehr Aufgaben ein KI-Agent ausführt, desto wichtiger werden Sicherheit, Kontrolle und Nachvollziehbarkeit. Agent iXi ist daher von Grund auf für den sicheren und regelkonformen Einsatz in der industriellen Automatisierung ausgelegt. Umfangreiche Audit-Logs dokumentieren seine Aktivitäten; Änderungen auf dem Gerät lassen sich mit Git versionieren. Damit bleibt jederzeit nachvollziehbar, welche Schritte der Agent ausgeführt und welche Anpassungen er vorgenommen hat. Dies spielt auch für regulatorische Anforderungen eine wichtige Rolle.

Auch der Zugang zur Automatisierungsumgebung folgt einem klaren Sicherheitskonzept. Die technische Verbindung stellt das Model Context Protocol – kurz MCP – her. Darüber greift Agent iXi auf Engineering-Werkzeuge, das Betriebssystem ctrlX OS und die darauf laufenden Apps zu. Der ctrlX Data Layer stellt die benötigten Daten und Funktionen innerhalb der Plattform durchgängig zur Verfügung.

Die Kommunikation über MCP ist verschlüsselt und authentifiziert. Agent iXi agiert ausschließlich mit den Rechten des angemeldeten Nutzers. Dadurch lässt sich präzise begrenzen, auf welche Daten, Anwendungen und Funktionen der Agent sowie das angebundene KI-Modell zugreifen dürfen. Sicherheit ist damit von Grund auf in der agentischen Architektur verankert.



Agentic AI ist jetzt auf Plattformebene von ctrlX Automation verankert. Bilder: Bosch Rexroth

Agent, Modell, Inferenz: Wahlfreiheit auf allen Ebenen

Die Plattform ctrlX Automation ist AI-ready by Design und steht dabei für maximale Wahlfreiheit bei der KI-Nutzung. Neben Agent iXi lassen sich auch Third-Party-Agenten anbinden. Dasselbe Prinzip gilt für die zugrunde liegenden Large Language Models: Unternehmen können entsprechend ihren Anforderungen und ihrer vorhandenen KI-Infrastruktur unterschiedliche Modelle einsetzen.

KURATIERTE SKILLS GEBEN AGENT IXI DAS WISSEN, DIE REGELN UND DIE WERKZEUGE FÜR DIE JEWEILIGE AUFGABE AN DIE HAND.

Auch beim Ort der Inferenz haben Anwender die Wahl. Neben cloudbasierten Modellen ist auch die lokale Ausführung leistungsfähiger KI-Modelle vorgesehen. Gemeinsam mit AMD arbeitet Bosch Rexroth an einer entsprechenden Hardwarebasis, auf der KI mit ctrlX OS lokal betrieben werden kann. Sensible Engineering- und Maschinendaten lassen sich damit künftig direkt vor Ort verarbeiten.

„Agentic AI darf nicht in einem neuen technologischen Lock-in enden. Anwender sollen entscheiden können, ob und wie sie KI einsetzen, welchen Agenten und welches KI-Modell sie nutzen und wo die Inferenz stattfindet. Wir verbinden alle Optionen mit dem Automatisierungskontext von ctrlX Automation. Dank des modularen App-Konzepts lassen sich Funktionen jederzeit flexibel erweitern. Und wer auf künstliche Intelligenz verzichten möchte, entscheidet sich einfach gegen die Installation des Features", sagt Steffen Winkler.

Im Engineering beginnt die Agentic Automation

Das Engineering ist der Ausgangspunkt, aber nicht die Grenze dieser Entwicklung. Apps, Daten und Automatisierungsfunktionen sind in ctrlX Automation über den Maschinen-Lifecycle hinweg miteinander verbunden. Auf dieser Basis kann Agent iXi auch bei Inbetriebnahme, Betrieb, Monitoring, Wartung und Dokumentation Aufgaben übernehmen und dafür spezialisierte Skills nutzen.

Aus Agentic Engineering entsteht so Schritt für Schritt Agentic Automation: KI arbeitet mit der Automatisierung – über unterschiedliche Aufgaben und Phasen des Maschinen-Lifecycles hinweg.

Agent iXi wird bereits von ctrlX Automation-Kunden im Beta-Test erprobt. In den kommenden Monaten soll der Test auf weitere Kunden ausgeweitet werden; die allgemeine Verfügbarkeit ist für Anfang 2027 geplant. Bosch Rexroth führt Agentic AI damit bereits in die industrielle Praxis und schafft die technologische Basis für Agentic Automation über die gesamte Wertschöpfungskette. « RT



Hans Michael Krause ist Director Partner Ecosystem bei Bosch Rexroth.

SENSORIK HÄLT DIE FERTIGUNG IN BEWEGUNG

In seiner neuen Smart Factory in Graben-Neudorf setzt SEW-Eurodrive auf ein vollautomatisiertes Pufferlager zwischen Wellenfertigung, Zahnradfertigung und Härterei. SIVAplan realisierte das Logistikmodul mit 2.300 Lagerplätzen. Sensorik von Leuze sichert die Übergabe durch mobile Roboter, prüft Gestellkonturen und unterstützt die präzise Positionierung der Regalbediengeräte. » **VON MARTINA SCHILI**



Für sein vollautomatisiertes Produktions-Pufferlager (Logistikmodul) in der Halle Nord in Graben-Neudorf hat SEW-Eurodrive auf die Expertise der Sensor People von Leuze und der Intralogistik-Profis von SIVAplan gesetzt.

Wer die Welt der Antriebstechnik und -automatisierung betritt, kommt an SEW-Eurodrive nicht vorbei: Die Produkte des Familienunternehmens treiben nahezu alles an, was sich bewegt – vom Gepäcksystem am Flughafen über Paketsortierer im E-Commerce-Logistikzentrum bis zur Fördertechnik in vernetzten Produktionsumgebungen. In Graben-Neudorf (Baden-Württemberg, Deutschland) hat das Unternehmen Ende 2024 eine Smart Factory für die Fertigung von Wellen und Getriebeteilen eröffnet. Wichtiger Bestandteil ist ein vollautomatisiertes Produktions-Pufferlager (Logistikmodul), bei dem SEW-Eurodrive auf das Intralogistik-Know-how von SIVAplan und auf die Sensorexpertise von Leuze gesetzt hat.

Puffer mit System

Das Logistikmodul dient als Produktionspuffer zwischen Zahnrad- und Wellenfertigung sowie Härterei: „Das automatisierte Lager entkoppelt die Bearbeitungsprozesse Weichbearbeitung, Härten und Hartbearbeitung", erklärt Michael Schütz, Leiter der Härterei von SEW-Eurodrive. Eine neun Meter hohe Regalanlage erstreckt sich auf mehr als 76 Meter Länge mit 2.300 Lagerplätzen. Zwischen den beiden jeweils fünf Meter breiten Regalseiten arbeiten zwei Regalbediengeräte (RBGs) vollautomatisiert auf einer Verfahrachse. „Die RBGs transportieren die aus der Fertigung angelieferten Härtegestelle mit den Produkten und geben diese an die Ofenanlage aus. Nach der Härtung werden sie wieder über die RBGs eingelagert", sagt Christian Langsdorf, Leiter Vertrieb bei SIVAplan.

Freie Fahrt für mobile Roboter

SIVAplan hat als Spezialist für vollautomatische Lagertechnik das Logistikmodul inklusive übergeordnetem Leitsystem schlüsselfertig umgesetzt. Wichtiger Bestandteil des Lagers ist die Sensorik von Leuze, etwa bei der Anlieferung der Ware: Mobile Roboter von SEW-Eurodrive transportieren gefertigte Elemente automatisiert ans Hochregallager. Oberhalb jeder Materialübergabestation sind zwei Sicherheits-Laserscanner RSL 400 von Leuze installiert. „Die RSL 400 erzeugen ein vertikales Schutzfeld und geben nach erfolgreicher Anmeldung des mobilen Roboters den Zugang frei. Seitlich neben dem Fahrzeug bleibt der Zugang weiterhin gesichert", betont Frank Wüster, Sales Manager bei Leuze. Sobald der mobile Roboter den Schutzfeld-Bereich passiert hat, wird dieses wieder in den geschlossenen Zustand zurückgesetzt.

Konturenkontrolle im Durchlauf

Danach wird das beladene Gestell zu einer Konturenkontrollstation befördert. Leuze-Reflexions-Lichttaster des Typs HT25C erfassen es und steuern die Fördertechnik. Dort ange-

WICHTIGER BESTANDTEIL DES LAGERS IST DIE SENSORIK VON LEUZE, ETWA BEI DER ANLIEFERUNG DER WARE: MOBILE ROBOTER VON SEW-EURODRIVE TRANSPORTIEREN GEFERTIGTE ELEMENTE AUTOMATISIERT ANS HOCHREGALLAGER.



Sicherheits-Laserscanner RSL 400 von Leuze sichern den Zugang an den Materialübergabestationen zuverlässig ab. Sie erzeugen ein vertikales Schutzfeld und geben nach erfolgreicher Anmeldung des mobilen Roboters einen Bereich frei. Durch diesen liefert der mobile Roboter die Ware an. Seitlich neben dem Fahrzeug bleibt der Zugang weiterhin gesichert. Bilder: Leuze

langt, werden die Außenkonturen im Durchlauf über messende Lichtvorhänge des Typs CML 720i erfasst. Die Prüfergebnisse werden über die integrierte Profinet-Schnittstelle ausgegeben. Diejenigen Lichttaster, die in Richtung des Anlieferbereichs detektieren, sind mit einer Warnwestenausblendung konzipiert, um Fehldetektionen zu verhindern.

Sicher ein- und ausschleusen

Damit die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von SEW-Eurodrive die Möglichkeit haben, Gestelle manuell zu prüfen, ist an jeder Materialübergabestation ein Handarbeitsplatz integriert. Kompakte Sicherheits-Lichtvorhänge MLC 530-SPG sorgen dafür, dass die Ein- und Ausschleusung jederzeit sicher erfolgt. Hervorzuheben ist das sensorlose Muting über das patentierte Smart-Prozess-Gating (SPG). Als Trigger für die Aktivierung der Gating-Funktion werden ein von der SPS bereitgestelltes Schaltsignal und die Unterbrechung des Schutzfelds durch das Fördergut genutzt.

Per Barcode ans Ziel

Nach Vermessung der Ware übernimmt eines der RBGs das Gestell. Positioniert werden diese über Sicherheits-Barcode-Positioniersysteme FBPS 600i von Leuze, die eine gesicherte Geschwindigkeitsüberwachung mit den Umrichtern der neuesten Generation Movi-C von SEW-Eurodrive gewährleisten. Position und Geschwindigkeit der RBGs werden permanent in Abhängigkeit vom Anlagenzustand überwacht. An jedem RBG sind zwei FBPS 600i installiert: Eines zur Positionierung der Hubachse und das andere für die Fahrachse.

Kamerabasiert treffsicher ins Fach

Erreicht ein RBG den vorgesehenen Lagerplatz, steht die Fachfeinpositionierung an. Hierzu ist an jedem RBG ein kamerabasierter Leuze Sensor IPS 200i montiert. Der kleine, kompakte Sensor fokussiert auf einen am Regalträger angebrachten Reflektor. Befindet sich der Marker im Arbeitsbereich des IPS 200i, liefert dieser Absolutwerte an den Kontroller von SEW. So kann das Regalbediengerät das Gestell exakt übernehmen.

Fazit: Sensorik verbindet Lager und Fertigung

Mit dem vollautomatisierten Hochregallager hat SIVAplan ein technisch hochkomplexes Logistiksystem realisiert, das sich nahtlos in die Produktionsprozesse von SEW-Eurodrive in Graben-Neudorf integriert. Sensortechnik von Leuze ist dabei an nahezu allen zentralen Stellen der Schlüssel für vollautomatisierte und sichere Abläufe. « TB

Martina Schili ist Manager Corporate Communications bei Leuze Electronic.

YASKAWA Advancing your automation performance

ICUBE CONTROL

AS INDIVIDUAL AS YOUR NEEDS

Eine Plattform für Motion, Logic, Safety, HMI und Robotik. Offen, skalierbar und entwickelt für moderne Maschinenkonzepte.

ICUBE CONTROL ENTDECKEN



SPS 2026 | NÜRNBERG
24. bis 26. November
Halle 7 | Stand 340

AUTOMATISIERTE PROBEN-HANDHABUNG IM LABOR

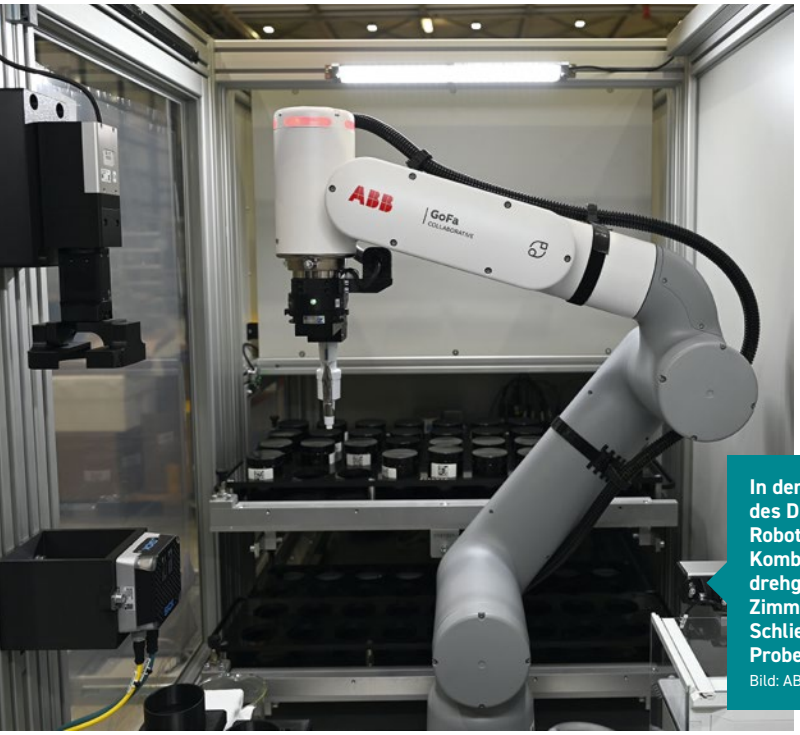
Im Laborumfeld sind Präzision, Wiederholgenauigkeit und Prozesssicherheit entscheidend. Gleichzeitig gibt es nach wie vor zahlreiche Arbeitsschritte, die manuell ausgeführt werden – insbesondere dann, wenn unterschiedlichste Probengefäße gehandhabt werden müssen. Genau mit dieser Herausforderung sah sich das Deutsche Referenzbüro für Ringversuche und Referenzmaterialien (DRRR) konfrontiert. » **VON JOHANNA POMPE**

Das Öffnen und anschließende Wiederverschließen von Probengefäßen sollte automatisiert werden, um die Probenerstellung effizienter und besser reproduzierbar zu gestalten. ABB Robotics entwickelte in Kooperation mit der Zimmer Group dafür eine Automatisierungslösung, bei der der 2-Backen-Paralleldrehgreifer REP2000 eine zentrale Rolle übernimmt.

Manuelle Prozesse im Labor automatisieren

Im konkreten Fall mussten Probengefäße im sogenannten Decap-/Recap-Prozess zuverlässig geöffnet und wieder verschlossen werden. Die Schwierigkeit lag dabei nicht nur in der eigentlichen Drehbewegung, sondern vor allem in der Vielfalt von insgesamt sieben verschiedenen Probengefäßtypen.

Hinzu kamen unterschiedliche Rahmenbedingungen im Prozess: Die Gefäße mussten auch bei verschiedenen Temperaturzuständen sicher gehandhabt werden. Damit war klar, dass eine Lösung gefragt war, die sowohl flexibel als auch präzise arbeitet und sich kontrolliert in die Automatisierungsumgebung integrieren lässt.



In der Automatisierungszelle des DRRR übernimmt ein Roboter von ABB Robotics in Kombination mit dem Paralleldrehgreifer REP2000 der Zimmer Group das Öffnen und Schließen verschiedener Probengefäße.
Bild: ABB Robotics

Greifen und Drehen in einem kompakten Modul

Für diese Anwendung fiel die Wahl auf den REP2000 der Zimmer Group. Der elektrische 2-Backen-Paralleldrehgreifer kombiniert Greifen und Drehen in einem kompakten Modul und eignet sich damit besonders für Applikationen, in denen der verfügbare Bauraum begrenzt ist und mehrere Bewegungsfunktionen in einer Einheit zusammengeführt werden sollen.

DER GREIFER BESITZT EINE MECHANISCHE SELBSTHEMMUNG BEI STROMABFALL.

Gerade im Laborumfeld bringt dieser Ansatz entscheidende Vorteile: Statt mehrere Komponenten für Greif- und Drehbewegung separat auszulegen, lassen sich beide Funktionen platzsparend in einer Lösung realisieren. Das reduziert nicht nur die Komplexität des Aufbaus, sondern vereinfacht auch die Auslegung des Gesamtsystems. Ein weiterer wichtiger Punkt für die Anwendung beim DRRR: Der REP2000 arbeitet elektrisch und benötigt daher keine Druckluftversorgung. Das erleichtert die Integration in sensible Laborumgebungen und reduziert den infrastrukturellen Aufwand.

Präzise Steuerung für unterschiedliche Gefäßtypen

Ausschlaggebend für die Greiferauswahl war insbesondere die Möglichkeit, den Greifer geregelt über eine Schnittstelle anzusprechen. Über IO-Link kann der REP2000 flexibel parametriert werden. So lassen sich unter anderem der Hub der Greiferbacken, die Greifkraft sowie der Winkel der endlos drehbaren Einheit an die jeweilige Applikation anpassen.

Diese Flexibilität war in der Laboranwendung essenziell, um die unterschiedlichen Probengefäße sicher zu öffnen und wieder zu verschließen. Das System arbeitet dabei drehmomentorientiert: Der Roboter von ABB Robotics führt die Probengefäße beim Öffnen und Schließen nach – abhängig von Gewindegängen, Gewindesteigung und Drehgeschwindigkeit. Dadurch kann der Prozess reproduzierbar und zugleich schonend umgesetzt werden. Besonders bei Gefäßen mit unterschiedlichen Verschlussgeometrien und wechselnden Bedingungen spielt die fein abgestimmte Regelbarkeit der elektrischen Lösung ihre Stärken aus.

Prozesssicherheit auch bei sensiblen Handhabungsaufgaben

Neben der Flexibilität war auch die Prozesssicherheit ein zentrales Kriterium. Der Greifer besitzt eine mechanische Selbsthemmung bei Stromabfall. Dadurch wird verhindert, dass Werkstücke

bei einem unerwarteten Energieausfall beschädigt werden. Für Anwendungen im Labor, in denen Proben sicher gehalten werden müssen, ist diese Funktion ausschlaggebend. Zusätzlich ermöglicht eine integrierte Notentriegelung, den Greifer im stromlosen Zustand zu öffnen, um Werkstücke im Bedarfsfall sicher zu entnehmen. Solche Funktionen erhöhen die Betriebssicherheit und unterstützen einen robusten Anlagenbetrieb.

In puncto Lebensdauer ist das Modul auf industrielle Anforderungen ausgelegt: Der REP2000 erreicht bis zu fünf Millionen wartungsfreie Zyklen. Weitere Serienmerkmale wie integrierte Abfrage, einstellbare Greifkraft, Positionierbarkeit und stufenlos einstellbare Bewegungsparameter unterstreichen die Eignung für anspruchsvolle Automatisierungsaufgaben.



Dank IO-Link Schnittstelle können relevante Parameter im Greifer flexibel angepasst werden. Bild: ABB Robotics

DIE GEFÄSSE MÜSSEN BEI VERSCHIEDENEN TEMPERATUREN SICHER GEHANDHABT WERDEN.



Kompakte Kombination aus Dreh- und Greifeinheit – der Paralleldrehgreifer REP2000 der Zimmer Group. Bild: Zimmer Group

Kompakt, leistungsfähig und gut integrierbar

Dass das Projekt trotz Integrationshürden umgesetzt wurde, unterstreicht die Praxistauglichkeit des Gesamtkonzepts und die Leistungsfähigkeit des eingesetzten Drehgreifers. Aus Anwendersicht waren es vor allem vier Eigenschaften, die den Ausschlag für den Einsatz des REP2000 gaben:

→ keine Druckluft notwendig
→ kompakte Bauweise
→ herausragende Leistungsfähigkeit
→ gut nutzbare, digitale Schnittstelle

Gerade die Kombination aus elektrischer Ansteuerung und kompakter Integration von Greifen und Drehen macht diesen Greifer für Labor- und Handlingprozesse interessant, in denen Präzision, Flexibilität und geringer Bauraumbedarf zusammenkommen.

Erfolgreiche Umsetzung mit hoher Kundenzufriedenheit

Das Projekt zeigt, wie sich manuelle Prozesse in der Probenerstellung durch abgestimmte Automatisierungslösungen effizient ersetzen lassen. Mit dem REP2000 konnte eine Lösung geschaffen werden, mit der sich Probengefäße unterschiedlicher Bauart zuverlässig öffnen und wieder verschließen lassen.

Auch die Zusammenarbeit wurde positiv bewertet. Aus dem Umfeld der Anwendung heißt es: „Die Zusammenarbeit mit Zimmer war geräuschlos und unproblematisch. Der Kunde ist mit der Lösung sehr zufrieden," so Willi Tyroke, Senior Project Engineer bei ABB Robotics.

Bei der Realisierung der Automatisierungslösung für das Deutsche Referenzbüro für Ringversuche und Referenzmaterialien (DRRR) zeigte sich, wie sich auch anspruchsvolle Probenhandhabungsprozesse mit einer elektrischen, regelbaren Greiflösung wirtschaftlich und prozesssicher automatisieren lassen. « KIS

Johanna Pompe ist Teamlead Digital Solution bei der Zimmer Group.

Disziplinen verbinden

zenon by COPA-DATA

zenon – die Softwareplattform für Digitalisierung und Automatisierung

- Zeit- und Kosteneinsparungen durch Standardisierung
- Effiziente Ressourcennutzung für klimafreundliche Produktion
- Steigerung der Produktivität
- Schnelle Anpassung an sich ändernde Marktbedingungen
- Datenanalyse und Reporting für fundierte Entscheidungen
- Erhöhte Sicherheit und Compliance-Standards

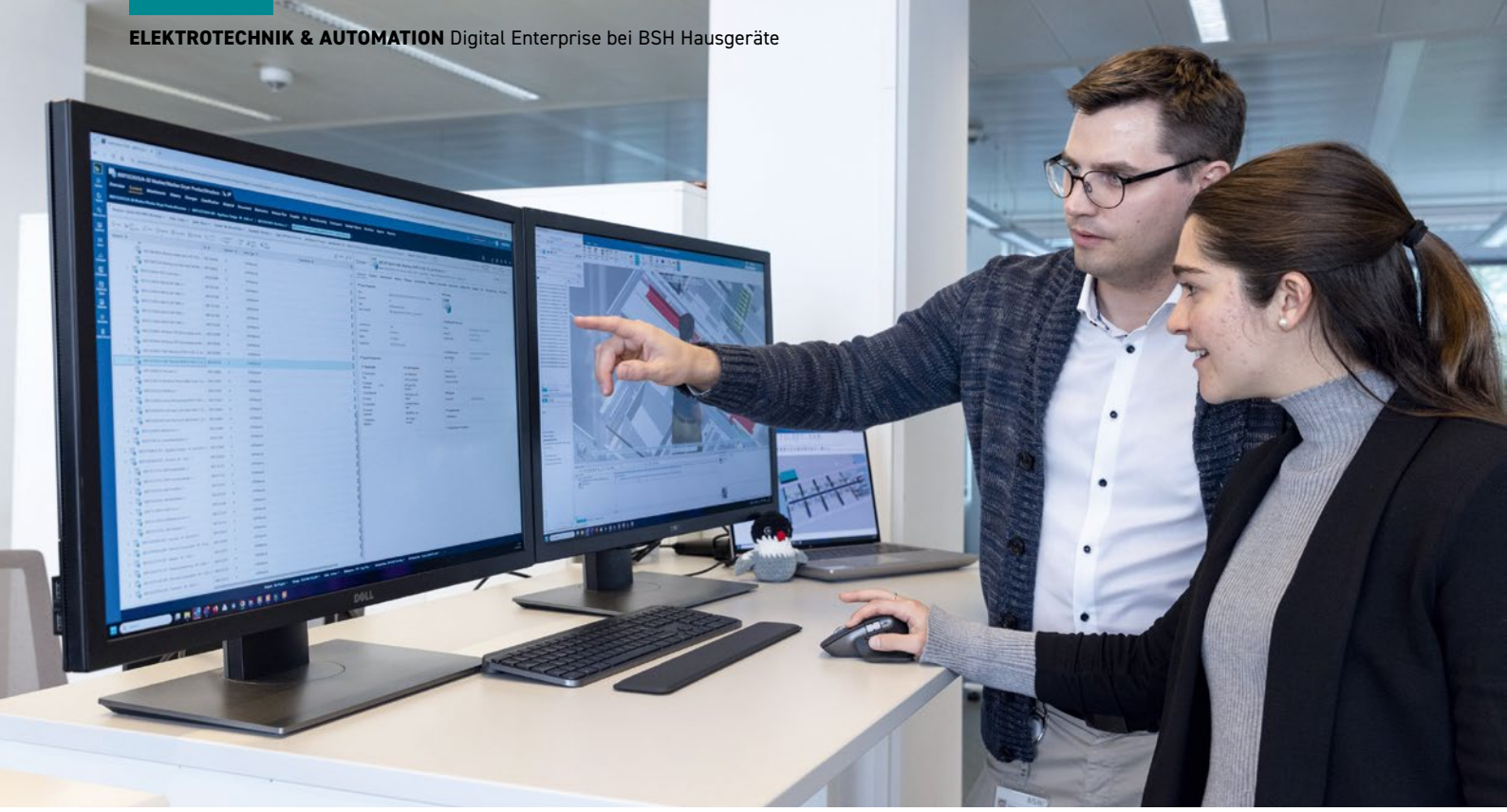


Erfahren Sie mehr unter:
go.copadata.com/de/zenon-overview

Oder kommen Sie vorbei:

sps
smart production solutions
24.–26. November 2026 | Nürnberg

Halle 7| Stand 590



SCHNELLER VOM PRODUKTDESIGN ZUR PRODUKTION

In einem schnelllebigen globalen Marktumfeld sind Geschwindigkeit und Anpassungsfähigkeit die entscheidenden Wettbewerbsvorteile. Mit der Transformation zu einem echten Digital Enterprise hat BSH Hausgeräte die traditionelle Lücke zwischen Produktentwicklung und Produktion geschlossen. Dies hat große Effizienzgewinne ermöglicht. Das Unternehmen nutzt dafür einen einheitlichen digitalen Daten-Backbone auf Basis von Siemens Teamcenter.

» **VON TSVETELINA NIKOLOVA**

Die BSH Hausgeräte GmbH (BSH Home Appliances Group) ist mit einem Umsatz von rund 15 Milliarden Euro und mehr als 56.000 Mitarbeitenden im Jahr 2025 ein weltweit führendes Unternehmen der Hausgerätebranche. Die BSH ist ein Unternehmen der Bosch-Gruppe, produziert an 37 Standorten und ist in rund 50 Ländern vertreten. Zahlreiche Marken wie Bosch, Gaggenau und Neff über Tausende von Varianten und fünf Kategorien hinweg – bei gleichzeitigem Abwägen von Nachhaltigkeitsvorschriften, rasanten Innovationen und globalem Wettbewerb – erzeugt Komplexität. BSH bewältigt diese Komplexität, indem sie zu einem Digital Enterprise wurde.

Komplexität meistern

PLM-, MES- und ERP-Systeme sind nun integriert. So entstand ein umfassender digitaler Zwilling, der Design und Produktion aufeinander abstimmt. Jede Änderung an einem Bauteil, die ein Ingenieur am Bildschirm vornimmt, kommt unmittelbar in der Fabrik an; und Simulationssoftware sowie generative KI unterstützen die Optimierung globaler Fertigungsabläufe. Als langjähriger Siemens-Partner hat BSH die Integrationsstrategie von Siemens umgesetzt und schrittweise Produkt- und Produktionslebenszyklus mithilfe einer vollständig digitalen Toolchain zusammengeführt. Über die einheitliche Datenplattform kann die Fertigung auf alle relevanten Informationen zugreifen – von der Produktentwicklung bis zur Konzeption einer passenden Montagelinie für ein neues Produkt. Das ist heute wichtiger denn je, da die meisten Produkte der BSH inzwischen software-definiert sind. Die Verfügbarkeit sämtlicher Daten auf einer einzigen Plattform beschleunigt nicht nur die Produktentwicklung, sondern auch die Fertigung. Dies ist auch entscheidend, um den immer strengeren und sich kontinuierlich verändernden Marktanforderungen gerecht zu werden.

Potenzial einer durchgängig digitalisierten Wertschöpfungskette

BSH will neue Produktvarianten schneller auf den Markt bringen. Ausgangspunkt sind die Konsumentenanforderungen, welche die Marketingabteilung bereitstellt. Sie werden

DIE PRODUKTIVITÄT IM ENGINEERING STIEG BEI BSH UM BIS ZU 30 PROZENT UND DIE ZEIT BIS ZUR MARKTEINFÜHRUNG LIESS SICH UM BIS ZU 50 PROZENT VERKÜRZEN.

< **Das Herzstück der BSH-Herangehensweise: Vernetzung von Produktentwicklung und Produktion – mit Teamcenter als zentralem Daten-Backbone.**
Bilder: Siemens AG

in Polarion von Siemens verwaltet und dann nach Teamcenter übertragen, wo sich die Anforderungsobjekte einschließlich ihrer Spezifikationen erstellen lassen. Anhand der Produktkonfiguration kann BSH aus Tausenden von Varianten die jeweiligen Produkttypen ableiten. Diese Daten werden auch weiterverwendet, beispielsweise für Testfälle, die zur Validierung an Opcenter RD&L – die Labormanagementlösung von Siemens – weitergeleitet werden. Anschließend erfolgt ein physischer Test oder eine Simulation mit Software wie Simcenter STAR-CCM+, um festzustellen, ob die betreffende Anforderung erfüllt ist. Schließlich fließen die Ergebnisse zurück in Teamcenter und werden allen Fabriken zur Verfügung gestellt. Das spart Zeit und Aufwand in der gesamten Organisation.

In der Produktentwicklung können Mechanik, Elektrik, Automatisierung und Softwareentwicklung nun parallel arbeiten anstatt nacheinander. Industrielle Software von Siemens – darunter Designcenter NX, Polarion, Xpedition und Simcenter – greift auf die in Teamcenter gespeicherten Daten zu, um die Entwicklungsphase zu beschleunigen. In Teamcenter sind die Stückliste (BOM) der Elektronik-Hardware aus Siemens Xpedition, die Produkt-Firmware sowie weitere produktbezogene Daten verfügbar. Alle Softwaretools haben Zugang zu den zentral in Teamcenter gespeicherten Daten. Dies erleichtert die Produktentwicklung und Produktionsplanung über alle Fachbereiche und Fabriken hinweg. In der Fertigungsplanungsphase erstellt BSH mit Teamcenter Easy Plan die Prozessstückliste (BOP) und simuliert und validiert das Fertigungskonzept mit Tecnomatix Process Simulate sowie Tecnomatix Plant Simulation. Diese Ergebnisse werden ebenfalls in Teamcenter hinterlegt.

Die Wertschöpfungskette erfolgreich gestalten

Datenkonsistenz entlang der Wertschöpfungskette ist für BSH von zentraler Bedeutung: Deshalb nutzt das Unternehmen einen umfassenden digitalen Zwilling, von der Produktentwicklung bis zur Produktion. Der digitale Zwilling enthält alle wesentlichen Informationen zum Produkt – einschließlich Bauteilen und Ressourcen, Engineering-Disziplinen (Mechanik, Elektrik, Software und Automatisierung), der für die Fertigung des Produkts eingesetzten Maschinen sowie aller weiteren Versanddaten.

DATENKONSISTENZ ENTLANG DER WERTSCHÖPFUNGSKETTE IST FÜR BSH VON ZENTRALER BEDEUTUNG. DESHALB NUTZT DAS UNTERNEHMEN EINEN UMFASSENDEN DIGITALEN ZWILLING.

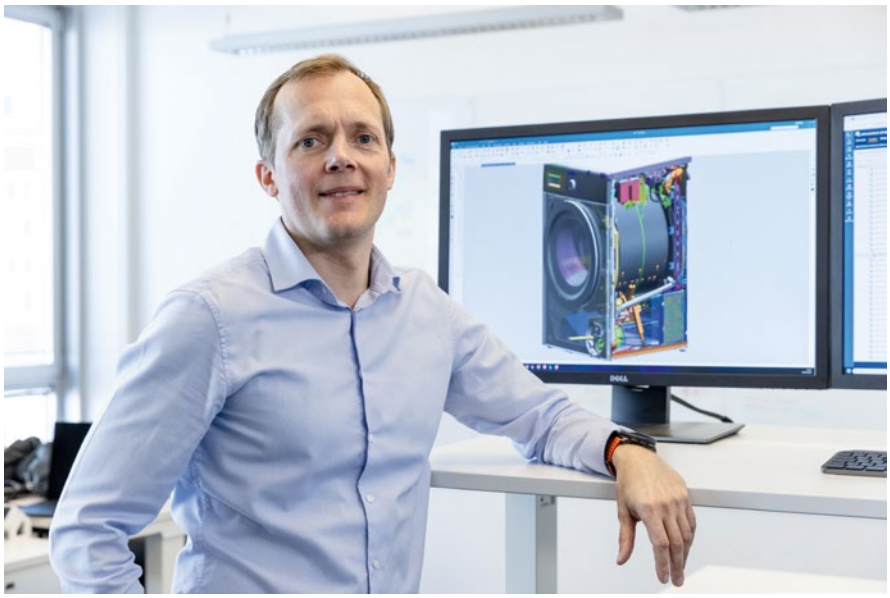
Der digitale Zwilling ist in Teamcenter hinterlegt. In Kombination mit der Simulationssoftware von Siemens lassen sich damit kontinuierliche Verbesserungen erzielen. Process Simulate eignet sich zum Beispiel für 3D-Fertigungssimulationen, um die Produktionsplanung und -validierung zu optimieren – einschließlich der Interaktion zwischen Mensch und Roboter.

Die KI-Revolution

Für einen ersten Machbarkeitsnachweis griff BSH auf die generative KI-Lösung zurück, die direkt in Process Simulate integriert war. Außerdem verspricht sich BSH von künstlicher Intelligenz einen deutlichen Mehrwert: Fortschrittliche Datenanalysen und die Visualisierung von Simulationsergebnissen sollen tiefere Einblicke ermöglichen und sicherere Entscheidungen unterstützen. Der größte Vorteil ist, dass die KI in Process Simulate natürliche Sprache versteht. Dadurch können auch Nicht-Experten ohne Simulationskenntnisse mit dem System arbeiten und schnell verlässliche Ergebnisse erzielen. BSH will mit KI seine Effizienz weiter steigern, den Validierungsprozess beschleunigen und Simulationen schneller erstellen. Die Basis dafür bilden saubere, klare Prozesse und zuverlässige, konsistente Daten. BSH wird die Daten im gesamten Unternehmen weiter standardisieren und harmonisieren – und schafft so die Voraussetzung für die Integration KI-basierter Lösungen für die Automatisierung von Engineering-Aufgaben, das Einrichten von Werkzeugmaschinen sowie die optimale Austaktung von Produktionslinien.

Bereits seit über zehn Jahren ist Siemens ein strategischer Partner der BSH und begleitet das Unternehmen bei seiner digitalen Transformation. „Wir werden unsere Digitalisierungsreise mit Siemens als strategischem Partner definitiv fortsetzen, damit wir die bestmögliche Toolchain zur Verfügung haben und unsere Konsumenten zufrieden sind", resümiert Frank Helmke, Leiter Product Lifecycle Management bei BSH. « **RT**

Tsvetelina Nikolova ist Digital Enterprise Expert bei Siemens.



» **UNSER ERFOLG BERUHT DARAUF, DASS WIR NICHT NUR DIE PLM-PROZESSE IM BLICK HABEN. WICHTIG SIND AUCH DIE NAHTLOSE INTEGRATION IN DAS ERP-SYSTEM SOWIE DIE ANBINDUNG UNSERES MANUFACTURING-EXECUTION-SYSTEMS IN DEN FABRIKEN.«**

FRANK HELMKE, LEITER PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT BEI BSH.

SCHWEBEND ZU METALLTEILEN: EFFIZIENT, NACHHALTIG

Die Universität Aalborg gehört nach eigener Aussage weltweit zu den Ersten, die das intelligente Transportsystem XPlanar von Beckhoff in fortschrittlichen Laserprozessen erproben. Ziel ist es, den Anforderungen der Industrie nach einer flexibleren und nachhaltigeren Produktion gerecht zu werden. Das Ergebnis ist ein schnelles, präzises und softwaregesteuertes Produktionskonzept, das die Entwicklung und Herstellung von Metallteilen verändern kann. **» VON STEFAN ZIEGLER**

Am Institut für Werkstoffe und Produktion der Aalborg University (AAU) forscht Dozent Dr. Morten Kristiansen seit mehr als 15 Jahren an Laserprozessen. Seine Mission ist es, neue Methoden für die schnellere Formgebung von Metallteilen in kleinen und mittleren Serien unter Einsatz von Lasern zu entwickeln: „Lasertechnologie steht für eine völlig neue Art, Produktion zu denken – präzise, flexibel und von der ersten Sekunde an digital gesteuert. Während die klassische Fertigung große Pressen, komplexe Werkzeuge und lange Einrichtzeiten erfordert, können Laserprozesse die gleichen – oder sogar noch fortschrittlichere – Komponenten ohne physische Werkzeuge herstellen."

In der intelligenten Fabrik der Zukunft werden Flexibilität, weniger Ausschuss und deutlich reduzierte Produktionskosten entscheidend sein. Deshalb arbeitet das Forscherteam an der AAU daran, traditionelle, werkzeugbasierte Prozesse durch digitale Methoden zu ersetzen, die Zeit und Kapital freisetzen sowie eine schnelle Anpassung an die Marktbedürfnisse ermöglichen.

Rotation mit Mikrometerpräzision

Mit dem Planarmotorantriebssystem XPlanar hat die AAU einen neuen Schritt gewagt und kann damit nun ein modulares Transportsystem nutzen, das die Werkstücke mithilfe von Movern über den XPlanar-Kacheln als hochkompakte, vollintegrierte Antriebseinheiten schwebend und mit Mikrometerpräzision in sechs Freiheitsgraden positionieren und drehen kann.

In der AAU-Anlage ist eine kleine Metallplatte über einen Werkstückträger auf dem XPlanar-Mover befestigt, der mit schnellen Bewegungen unter den Laser bewegt wird. Dieser biegt, formt und graviert das Metall. Dazu Dr. Morten Kristiansen: „Als wir XPlanar zum ersten Mal sahen, haben wir sofort das Potenzial erkannt. Anstatt den Laserkopf mit einem teuren Roboter zu bewegen, können wir einfach den XPlanar-Mover so steuern, dass er das Werkstück bewegt. Das sorgt für weitaus höhere Präzision, Flexibilität und einen reibungsloseren Prozess. Gleichzeitig können wir mehrere Prozesse in einer Maschine vereinen." Präzision ist entscheidend und mit einer Wiederholgenauigkeit von ±5 µm ist XPlanar laut Dr. Morten Kristiansen präziser als selbst die modernsten Roboter. Dadurch lässt sich XPlanar direkt in ein Gesamtproduktionssystem integrieren, in dem

» DIE TECHNOLOGIE VON BECKHOFF IST ÄUSSERST ZUGÄNGLICH. WIR KÖNNEN DIE SOFTWARE HERUNTERLADEN, DIE LÖSUNGEN TESTEN UND UNS AN EIN RIESIGES ÖKOSYSTEM VON KOMPONENTEN ANSCHLIESSEN. «

DR. MORTEN KRISTIANSEN



Die kleine Metallplatte ist über einen Werkstückträger auf dem XPlanar-Mover befestigt, der mit schnellen Bewegungen unter den Laser bewegt wird.

die Werkstücke automatisch zwischen den Stationen transportiert werden. „Wo eine herkömmliche Produktion separate Maschinen und manuelle Handhabung erfordert, kann unsere Anlage alles bewältigen – schnell, präzise und softwaregesteuert", sagt er. Das System lässt sich leicht um weitere Stationen erweitern, und jeder Mover kann auf ein bestimmtes Produkt abgestimmt werden. So können mehrere individuelle Produkte parallel gestaltet werden. „Es ist, als hätte man ein digitales Produktionslabor, in dem wir mehrere verschiedene Produkte gleichzeitig testen und die Unterschiede in Echtzeit sehen können", so der Dozent weiter.

„Mit XPlanar vielleicht neuen Industriestandard setzen"

„Die Industrie hat das volle Potenzial des Lasers noch nicht ausgeschöpft. Mit XPlanar können wir vielleicht einen neuen Industriestandard für digitale, präzise und modulare Produktion in einem durchgängigen Arbeitsablauf setzen. Das ist ziemlich einzigartig", verdeutlicht Dr. Morten Kristiansen. Die AAU arbeitet bereits mit Industriepartnern zusammen, um die Technologie zur Marktreife zu bringen. Ziel ist es, die Lösung innerhalb weniger Jahre in realen Produktionsumgebungen zu testen – beispielsweise in der Metall-, Elektronik- und Medizintechnikindustrie, wo mit kleinen Präzisionskomponenten und häufigen Designänderungen gearbeitet wird.

Offen für Experimente und Innovation

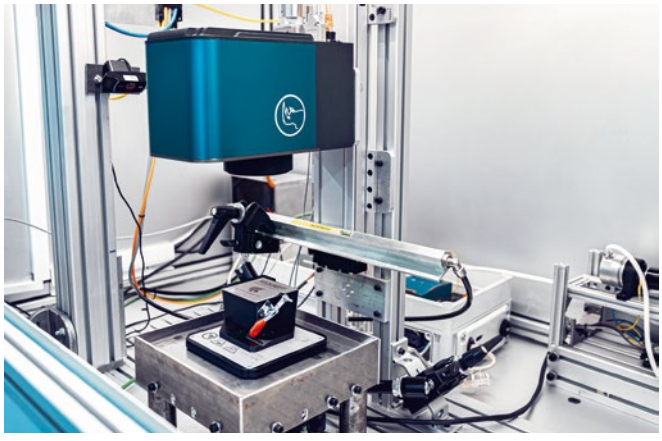
Laut Dr. Morten Kristiansen sind TwinCAT als offene Softwareplattform und die enge technische Zusammenarbeit mit Beckhoff die eigentliche Voraussetzung dafür, experimentell denken und Neues entwickeln zu können. Die offenen Standards, die flexible Software und die vielen Schnittstellen ermöglichen es, alles von Sensoren und Bildverarbeitung bis hin zu Lasersystemen zu integrieren – ohne an einen Hersteller gebunden zu sein. „Die Technologie von Beckhoff ist äußerst zugänglich. Wir können die Software herunterladen, die Lösungen testen und uns an ein riesiges Ökosystem von Komponenten anschließen. Das bedeutet, dass sowohl Forscher als auch Studierende Ideen in der Praxis ausprobieren und darauf aufbauen können, ohne von vorne anfangen zu müssen. Die Kombination aus Präzision, Geschwindigkeit und Softwarefreiheit macht Beckhoff zu einem idealen Partner für Forschungsumgebungen, in denen Innovation durch Experimente entsteht", erklärt er.

Gemeinsam die Grenzen der Automatisierung ausloten

Die Zusammenarbeit zwischen der AAU und Beckhoff reicht mehr als 15 Jahre zurück – und basiert auf einer gemeinsamen Neugierde, die Grenzen der Automatisierung auszuloten. Die Experten von Beckhoff waren vom ersten Proof-of-Concept an direkt involviert und haben schnellen, persönlichen Support geleistet, wenn neue Ideen umgesetzt werden sollten. „Sie melden sich immer schnell zurück, teilen ihr Wissen und helfen uns, die Lösung zu verstehen, anstatt nur eine Korrektur zu liefern. Das macht uns besser", sagt Dr. Morten Kristiansen. « **TB**

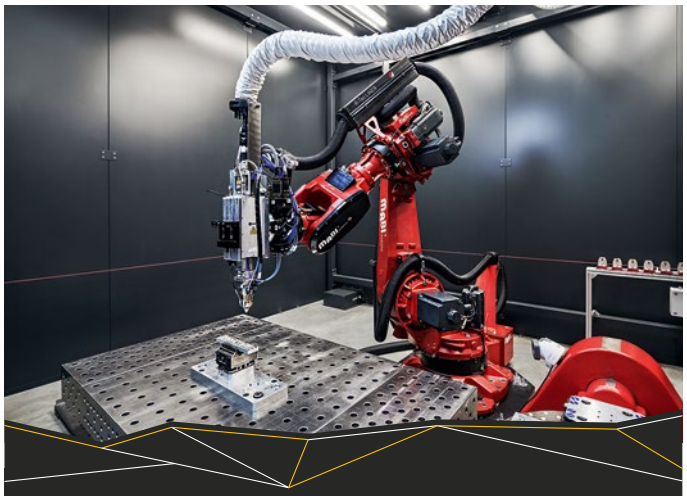


Die Projektbeteiligten (v.l.n.r.): Michael Byskov (Support-Ingenieur, Beckhoff Dänemark), Dr. Morten Kristiansen (Dozent an der Aalborg Universität), Mads Faaborg Frøhlich (wissenschaftlicher Mitarbeiter der Universität Aalborg) sowie Jakob Nørskov Pedersen (Student im Fachbereich Maschinenbau und Produktion der Universität Aalborg)



Mit der AAU-Anlage erforschen Wissenschaftler neue Wege zur Entwicklung und Herstellung von Metallteilen. Bilder: Beckhoff Automation

Stefan Ziegler ist Editorial Management PR bei Beckhoff Automation.



Robotergestützte Präzision

Mit der hybriden Roboterzelle vereint toolcraft Laserauftragschweißen und spanende Bearbeitung in einer Aufspannung. Dank adaptiver Motorspindel und automatischem Wechsel zwischen Schweißen und Fräsen lassen sich komplexe Geometrien effizient bearbeiten. Mit 8-achsiger Flexibilität bietet sie eine präzise und vielseitige Lösung für additive wie subtraktive Fertigungsaufgaben.

www.toolcraft.de

toolcraft

SICHER AUTOMATISIERT IM HOLZBAU

Nordpan Rubner automatisiert die Reparatur von Mehrschichtplatten. Für die neue Anlage entwickelte Pilz ein Sicherheitskonzept – von der Risikobeurteilung bis zur CE-Konformität. Das Schutztürsystem PSENmlock hält Staub und Erschütterungen stand und gibt den Zugang erst frei, wenn die Antriebe stillstehen. So entsteht ein sicherer Arbeitsplatz mit einer skalierbaren Lösung für die Zukunft. » **VON DIETER HUFNAGEL**

Holz ist ein wertvoller Rohstoff. Deshalb liegt ein Schwerpunkt der Holz bearbeitenden Industrie auf der Reduzierung von Verschnitt und Ausschuss. Im Fokus stehen automatisierte Fertigungsprozesse, die Fehler reduzieren und stabile Produktionsabläufe sowie einen optimierten Materialeinsatz ermöglichen. Qualität, Nachhaltigkeit und Automatisierung stehen auch bei Nordpan Rubner Holzbauelemente an erster Stelle. Mit der neuen Reparaturanlage für Mehrschichtplatten sind Effizienz und vor allem auch die Sicherheit heute wesentlich höher. Möglich machte das ein durchgängiges Sicherheitskonzept des Automatisierungsexperten Pilz: von der Risikobeurteilung über die CE-Konformität bis hin zu verschiedenen Sicherheitskomponenten aus dem Bereich der sicheren Sensorik.



Die gesamte Anlage bei Nordpan Rubner wurde in zwei Teilschritten geplant. Die Endausbaustufe der Anlage misst 25 x 30 m. Die Plattengrößen für die Anlage waren ursprünglich für Vollformat ausgelegt: 2 x 5 m.

Modernisierung für eine sichere Zukunft

Strassen im Hochpustertal (Osttirol) ist Sitz von Nordpan Rubner Holzbauelemente GmbH. Produziert werden am Standort Naturholzplatten für die unterschiedlichsten Anwendungen und Branchen: Das Produktprogramm umfasst Ein- und Mehrschichtplatten in verschiedenen Qualitäten und Dimensionen.

Die Naturholzplatten finden ihre Anwendung im Hallen- und Industriebau, Innenausbau und Fassadenbereich. Statt Füllstoffen auf Kunststoffbasis setzt Nordpan Rubner auf Holzdübel in drei Größen, mit denen „Defekte" ausgebessert werden. „Erst wenn das nicht genügt, wird auf Holzkitt zurückgegriffen. Doch auch dieser soll möglichst ‚natürlich' im Gesamtbild erscheinen", so Marian Leiter, Assistent der Geschäftsführung bei Nordpan Rubner. Die Reparatur der Naturholzplatten unter höchsten Qualitätsstandards erfolgt im Zwei-Schicht-Betrieb: Hier werden Fehlstellen wie Astlöcher oder Harzgallen ausgebessert. Ein Prozess, der jahrelang ausschließlich manuell durchgeführt wurde und dringend modernisiert werden sollte: „Wir legen Wert darauf, den Schritt der Automatisierung zu gehen, um den Betrieb zukunftssicher aufzustellen", betont Marian Leiter. Die jetzt neue Anlage am Standort Strassen ist eine automatisierte Linie zur Ausbesserung der Fehlerstellen in den Mehrschichtplatten. Unabhängig davon, ob es ein ausgebrochener Ast, ein Riss oder eine mechanische Beschädigung ist, heute kann alles automatisiert und hochprofessionell ausgebessert werden. Die Herausforderung: Diese „Kosmetik" am Naturprodukt muss möglichst naturnah erfolgen.

Planung für eine skalierbare und flexible Produktion

Innovation, ständige Investitionen und eine kompromisslose Qualitätsphilosophie sind die Grundlagen für den Erfolg des Unternehmens. Michael Schöpfer, Head of Mechanical Engineering, und ein zwanzigköpfiges Team betreuten die Umsetzung bzw. Inbetriebnahme der neuen Reparaturanlage und waren im Rahmen der Planungen auf den langjährigen Automatisierungspartner Pilz zugegangen. Die Gesamtanlagenplanung führte Nordpan Rubner selbst durch. „Die erste Idee und die ersten Konstruktionsskizzen hierfür entstanden Jahre vorher. Danach, etwa 2023, haben wir dann mit der Konstruktion losgelegt", so Michael Schöpfer. Den Kern der Anlage fertigte Nordpan in seiner Abteilung Maschinenbau.

FÜR DEN TIROLER HERSTELLER VON HOLZBAUELEMENTEN IST DIES EINE INTELLIGENTE KOMPAKTLÖSUNG, DIE BEI KÜNFTIGEN PROJEKTEN STANDARD SEIN WIRD.

Auch die Montage, die Elektroinstallation sowie die Programmierung dieses Anlagenteils und der zugekauften Komponenten hat Nordpan in Eigenregie übernommen. Die gesamte Anlage wurde in zwei Teilschritten geplant, die Endausbaustufe der Anlage misst 25 x 30 m. Die Plattengrößen für die Anlage waren ursprünglich für Vollformat ausgelegt, sprich: 2 x 5 m. Eine Erweiterung auf weitere Größen fand in einem weiteren

Schritt statt, um flexibler zu sein. Auch technische Details, etwa in Bezug auf die Zuführung der Ausbesserungsdübel, stammen von Nordpan. „Wir wissen selbst am besten, was die Anforderungen sind und was zu tun ist", so Schöpfer. Zudem ist die Anlage skalierbar und kann bei Bedarf erweitert werden.

Konzept für eine produktive und sichere Linie

Ein Aspekt war allen Beteiligten schnell klar: „Nach einem Prototypen wuchs bei uns rasch die Erkenntnis, dass wir für das Thema Maschinensicherheit einen erfahrenen Partner an unserer Seite benötigen", so Schöpfer. So übernahm Pilz diesen Schritt: Die umgesetzte Hardware-Sicherheitslösung besteht aus einem Komplettpaket aus sicherer Sensorik, das die Maschine im Gefahrenfall abschaltet. Kern der Lösung ist die Sicherheitszuhaltung PSENmlock von Pilz, die in der Anlage von Nordpan Rubner für ein Maximum an Sicherheit und Zuverlässigkeit sorgt: Von außen lassen sich Schutztüren nur öffnen, wenn der Nachlauf sämtlicher Antriebe zum Stillstand gekommen und die Verschlussmechanik der robusten Schutztürsensoren deaktiviert ist, von innen bringen sich Bediener über die integrierte Fluchtentriegelung mit Betätigung der Türklinke in Sicherheit. Für Nordpan Rubner ist das „die Schutztürlösung der Zukunft". Auch die Beratung und Durchführung der Risikobeurteilung, die Definition und Auslegung des Performance Level (PL) und die Schulung und Unterstützung beim Umbau übernahm Pilz. Besonders wichtig war Nordpan Rubner die enge technische Begleitung im laufenden Projekt, inklusive laufender Anpassungen bei der Integration neuer Funktionen.

Schutztürlösung für eine sichere Automatisierung

Auch die Planung der gesamten Sicherheitsarchitektur für die Anlage lag in der Verantwortung von Pilz: Für die Fertigungsanlage beauftragte Nordpan Rubner den langjährigen Automatisierungspartner mit der Risikoanalyse und darauf aufbauend mit der Erstellung des Sicherheitskonzeptes. Letzteres umfasst die Risikobeurteilung und Konzeptentwicklung und reicht bis hin zur technischen Umsetzung und CE-Konformität. Konkret sah die im Sicherheitskonzept geplante Einhausung mehrere Zugangstüren für Einricht- und Wartungszwecke vor. Weil auf engstem Raum mehrere Säge-, Fräs- und Bohraggregate arbeiten und teilweise in Reichweite zu den Schutztüren liegen, kam ausschließlich ein Schutztürsystem mit sicherer Verriegelung und Zuhaltung in Frage.

Als modulare Schutztürlösung eignete sich daher nur ein Schutzsensor, der dies umsetzen kann. Für das PSENmlock Türgriffmodul mit integriertem Betätiger und integrierter Fluchtentriegelung mit optional integrierbarem Zugangsberechtigungssystem von Pilz sprachen aus Sicht von Nordpan Rubner mehrere Gründe: Ein Schutztürsystem im Holzbau muss besonders robust und unempfindlich gegenüber Staub und Erschütterungen sein. Die sichere Verriegelung darf erst dann öffnen, wenn der gefährliche Nachlauf der Bearbeitungsmaschinen vollständig zum Stillstand gekommen ist.



Für Nordpan Rubner bietet die Sicherheitszuhaltung PSENmlock von Pilz ein Maximum an Sicherheit und Zuverlässigkeit bis PL e. Von außen lassen sich Schutztüren nur öffnen, wenn der Nachlauf sämtlicher Antriebe zum Stillstand gekommen ist. Von innen bringen sich Bediener über die integrierte Fluchtentriegelung in Sicherheit.
Bilder: Nordpan Rubner Holzbauelemente

Hinzu kommt die Sicherheit der Mitarbeiter, die sich zu Wartungszwecken im Innenraum der Anlage aufhalten. Weil in der Anlage ein sicherer Rückzugsraum fehlt, ist gemäß den Vorgaben der zum Zeitpunkt der Planung geltenden Maschinenrichtlinie eine Fluchtentriegelung zwingend vorgeschrieben. Das PSENmlock Türgriffmodul von Pilz erfüllt diese Anforderung: Bei drohenden Gefahren betätigt der Bediener die rote Klinke auf der Türinnenseite und bringt sich damit in Sicherheit. **« TB**

Dieter Hufnagel ist Regional Sales Manager bei Pilz Österreich.

Den entscheidenden Schritt voraus.

LiDAR-Sensoren

pepperl-fuchs.com/pr-lidar

sps

Halle 7A, Stand 330
24.–26. Nov. 2026

Millimetergenaue Pulse Ranging Technology meistert jede Herausforderung zuverlässig.



Your automation, our passion.

PEPPERL+FUCHS

DIGITALE EINBLICKE INS WERKZEUG

Reproduzierbare Prozesse entscheiden im Spritzguss über Qualität, Ausschuss und Energieverbrauch. Am Standort Bad Waldsee nutzt die Rafi-Gruppe Sensorik und die IIoT-Plattform Moneo von ifm, um Prozessdaten zu erfassen und auszuwerten. So werden Abweichungen frühzeitig sichtbar – und Potenziale für eine stabilere, wirtschaftlichere und energieeffizientere Produktion erkennbar. » **VON ANDREAS BINIASCH**

Rafi fertigt am Standort Bad Waldsee Kunststoffspritzgussteile sowohl für eigene HMI-Standardprodukte als auch für kundenspezifische Anwendungen. Die Einsatzbereiche reichen von der Medizintechnik über die Agrartechnik bis hin zu industriellen und automobilen Anwendungen. Entsprechend hoch sind die Anforderungen an Maßhaltigkeit, Oberflächenqualität und Langzeitstabilität der Bauteile.

Im Spritzgussprozess wird vorgetrocknetes Kunststoffgranulat plastifiziert und unter hohem Druck in das Werkzeug eingespritzt. Die anschließende Abkühlphase ist für die Bauteilqualität entscheidend. Werkzeugtemperatur, Durchflussmenge des Kühlmediums und Temperaturdifferenzen zwischen Vor- und Rücklauf müssen exakt eingehalten werden. Bereits geringe Abweichungen können sich negativ auf Zykluszeit, Formstabilität oder optische Eigenschaften auswirken.



Digitale Transparenz: Moneo erfasst, visualisiert und analysiert alle Sensordaten und warnt selbstständig bei Grenzwertüberschreitungen oder Anomalien.

Motivation: Prozesse sichtbar machen statt vermuten

Ausgangspunkt des Projekts war der gezielte Einsatz von Sensorik sowie der IIoT-Plattform Moneo des Automatisierungsspezialisten ifm. Ziel war es, den Spritzgussprozess nicht länger ausschließlich über Erfahrungswerte und Stichproben zu bewerten. Stattdessen sollte er datenbasiert transparent und nachvollziehbar gemacht werden.

DAS BEISPIEL RAFI ZEIGT, DASS DER EINSATZ VON SENSORIK IM SPRITZGUSS ERST DURCH EINE LEISTUNGSFÄHIGE IIOT-PLATTFORM SEINEN VOLLEN NUTZEN ENTFALTET.

Guido Zoll, Entwicklung und Konstruktion bei Rafi, beschreibt den Ansatz so: „Wir wollten genau verstehen, was während eines Spritzgusszyklus tatsächlich passiert – und welche Parameter wirklich Einfluss auf Qualität und Effizienz haben."

Im Fokus standen dabei insbesondere die thermischen Verhältnisse im Werkzeug, die Auslastung der Kühlkreisläufe sowie der Verbrauch unterstützender Medien wie Druckluft und elektrische Energie. Ziel war es, Transparenz zu schaffen und daraus konkrete Stellhebel für Optimierungen abzuleiten.

Sensorik als Datenquelle im Werkzeug und an der Maschine

In der praktischen Umsetzung wurden die unterschiedlichen Kühlkreisläufe der Spritzgusswerkzeuge mit Durchfluss- und Temperatursensoren ausgestattet. Diese erfassen kontinuierlich die Vorlauf- und Rücklauftemperaturen sowie das jeweilige Kühlwasservolumen. Auf dieser Basis lassen sich Temperaturdifferenzen präzise bestimmen und belastbare Rückschlüsse auf die Effizienz der Werkzeugkühlung ziehen.

„Neben dem Kühlkreislauf analysieren wir auch die Stromaufnahme der Maschine, um Lastspitzen frühzeitig zu erkennen. Zusätzlich überwachen wir die Druckluftversorgung des Roboterarms und der Spritzgussmaschine, da sich Leckagen oder gelöste Verschraubungen unmittelbar in den Kennlinien zeigen." Diese Daten werden mit Moneo erfasst und kontinuierlich ausgewertet. Überschreiten die Messwerte definierte Grenzbereiche, löst die Software automatisch eine Alarmmeldung aus. So lassen sich Störungen in Echtzeit identifizieren – zum Beispiel wenn ein Roboter aufgrund unzureichenden Drucks ein Bauteil verliert", so Guido Zoll. Da Druckluft zu den kostenintensivsten Energieformen

zählt, haben selbst kleine Leckagen erhebliche wirtschaftliche Auswirkungen.

Moneo als zentrale IIoT-Plattform

Eine große Menge an Sensordaten allein schafft noch keinen Mehrwert. Entscheidend sind ihre strukturierte Erfassung, Auswertung und Interpretation. Genau hier setzt Moneo an: „Unsere IIoT-Plattform schafft Transparenz in der Anlage und zeigt, wie Maschinen tatsächlich betrieben werden", erklärt Christoph Schneider, Vice President Produktmanagement IIoT Use Cases bei ifm Solutions.

Guido Zoll ergänzt: „Außerdem können alle im Team – vom Gruppenleiter bis zum Schichtführer – auf die Kennzahlen zugreifen. Jeder sieht in den Kennlinien sofort, wenn ein Prozess stabil läuft oder wenn etwas aus dem Ruder gerät."

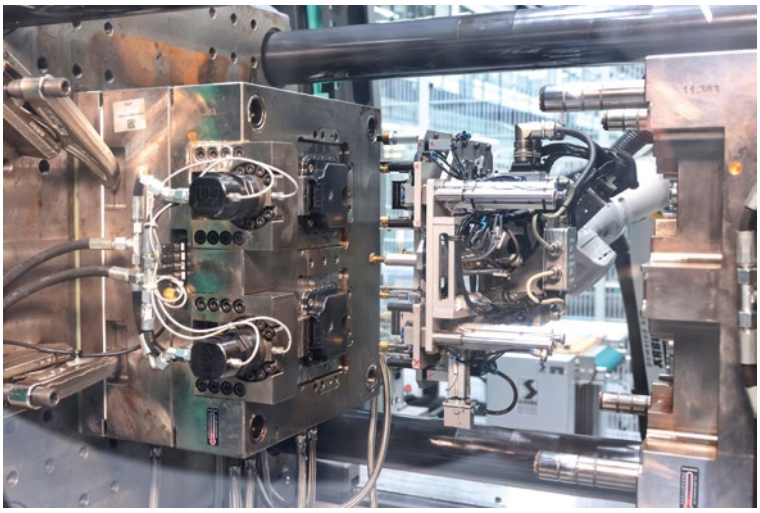
Die eingesetzten IO-Link-Sensoren kommunizieren über IO-Link-Master, die die Daten bündeln und per Ethernet in das Firmennetzwerk übertragen. Von dort werden die Messwerte in Moneo eingespeist. Bereits bei der Inbetriebnahme zeigte sich der modulare Ansatz der Plattform als Vorteil:

„Mit dem Software-Modul Moneo configure konnten wir die Sensoren vorab parametrieren und anschließend ohne größere Stillstandzeiten in Betrieb nehmen", so Christoph Schneider, der seitens ifm die Projektumsetzung unterstützt hat. Moneo ist modular aufgebaut und deckt mehrere Ebenen ab – von der Geräteverwaltung über die Datenerfassung bis hin zur Analyse und Alarmierung.

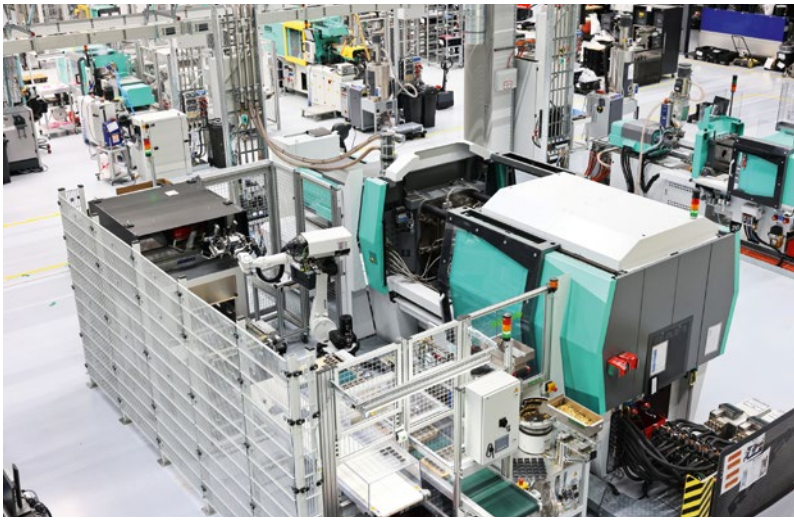
Datenerfassung, Auswertung, Visualisierung und Historisierung

In Moneo werden alle Sensordaten erfasst, zentral gespeichert und historisch nachvollziehbar aufbereitet. Über Dashboards lassen sich aktuelle Prozesszustände numerisch und grafisch darstellen. Anwender erkennen auf einen Blick, ob sich Temperaturen, Durchflussmengen oder Verbräuche innerhalb definierter Toleranzen bewegen.

Diese Transparenz und die Auswertung der Messwerte zu aussagefähigen Kennzahlen ist ein entscheidender Schritt, wie Christoph Schneider, Vice President Produktmanagement Applikation bei ifm solutions, betont: „Erst wenn die Daten sichtbar sind, erkennt man, wo man ansetzen kann." Neben der reinen Visualisierung ermöglicht Moneo eine lückenlose Historisierung. Damit lassen sich Prozessverläufe über Stunden, Tage oder Wochen analysieren und mit Qualitätsmerkmalen der gefertigten Bauteile korrelieren.



Präzise Temperaturen und exaktes Timing bilden die Grundlage für höchste Produktqualität im Spritzgussprozess.



Die Kunststoffspritzgussmaschine ist mit einem Roboter für das Handling der Formteile ausgestattet.
Bilder: ifm electronic

MONEO FUNGIERT ALS ZENTRALES SYSTEM DER PRODUKTION: ES SAMMELT, STRUKTURIERT UND INTERPRETIERT PROZESSDATEN UND MACHT SIE FÜR UNTERSCHIEDLICHE ANWENDERROLLEN NUTZBAR.

Grenzwerte, Alarme und Anomalieerkennung

Ein zentrales Element von Moneo ist die automatische Überwachung definierter Grenzwerte. Werden diese über- oder unterschritten, löst das System Alarme aus – etwa per E-Mail oder als Hinweis im Dashboard. So können Abweichungen frühzeitig erkannt und behoben werden, noch bevor sie sich in fehlerhaft produzierten Bauteilen niederschlagen.

Darüber hinaus unterstützt Moneo die Erkennung von Anomalien im Prozess. Musterveränderungen in Temperatur- oder Durchflusskurven sowie die Analyse der berechneten Wärmemenge machen beispielsweise schleichende Verschmutzungen von Kühlkanälen sichtbar.

„Man geht oft davon aus, dass alles passt, wenn das Bauteil gut aussieht. Die Daten zeigen aber, ob vielleicht zu stark oder ungleichmäßig gekühlt wird", sagt Christoph Schneider. Diese intelligente Analysefunktionen von Moneo tragen maßgeblich dazu bei, Prozesse stabil und die Produktqualität konstant hochzuhalten.

Vom Monitoring zur aktiven Prozessoptimierung

Bei Rafi liefert Moneo nicht nur Daten, sondern Ansätze für konkrete Maßnahmen: In einem Kühlkreislauf lag die Temperaturdifferenz bei nur 0,8 statt der angestrebten zwei Grad Celsius – ein Hinweis auf zu hohen Durchfluss. Eine Anpassung spart Energie, ohne die Prozessstabilität zu beeinträchtigen. Die Daten können zudem helfen, Zykluszeiten zu verkürzen und Lastspitzen zu vermeiden. Künftig sollen auch Temperiergeräte angebunden werden. « **TB**

Andreas Biniasch ist Redakteur bei ifm electronic.

ZUSAMMENSPIEL IM PRAXISTEST

Ethernet-APL soll Prozess- und Gerätedaten bis in die Feldebene zugänglich machen. Doch funktioniert das auch über mehrere Netzwerke und Hersteller hinweg? Endress+Hauser, Covestro, BASF und Yokogawa haben das Zusammenspiel in einer komplexen Testumgebung geprüft – einschließlich des zentralen Zugriffs auf Gerätedaten und eines mehrtägigen Dauerbetriebs. » **VON STEFAN GAMPP**



Ethernet-APL im Praxistest: Endress+Hauser validierte gemeinsam mit Covestro, BASF und Yokogawa die Skalierbarkeit von Ethernet-APL in einer komplexen, herstellerübergreifenden Prozessautomatisierungsumgebung.

Die Digitalisierung der Prozessindustrie spielt sich nicht nur in übergeordneten Systemen wie Leitsystemen oder Cloud-Plattformen ab. Gerade auf Feldebene entstehen wichtige Informationen für einen effizienteren und vorausschauenden Anlagenbetrieb. Moderne Messgeräte erfassen neben den klassischen Prozessgrößen wie Temperatur, Druck, Durchfluss und Füllstand weitere Daten. Sie liefern Informationen über ihren eigenen Zustand, erkennen mögliche Auffälligkeiten und stellen Diagnosedaten zur Verfügung, die für Wartung und die Optimierung des Anlagenbetriebs genutzt werden können. In vielen bestehenden Anlagen ist es jedoch aufwendig, auf diese zusätzlichen Informationen zuzugreifen. Der Grund: Über Jahre gewachsene Strukturen mit unterschiedlichen Kommunikationsstandards, Gerätegenerationen und Schnittstellen machen einen durchgängigen Datenaustausch schwierig.

BEIM AKTUELLEN TEST STAND DIE STRUKTUR DER ANLAGE IM MITTELPUNKT. STATT NOCH MEHR GERÄTE ANZUSCHLIESSEN, WURDE EINE KOMPLEXERE NETZWERKUMGEBUNG AUFGEBAUT.

An dieser Stelle setzt Ethernet-APL an: Die Technologie bringt Ethernet bis direkt zu den Feldgeräten und ermöglicht damit einen schnellen und standardisierten Zugriff auf Prozess- und Gerätedaten. Gleichzeitig erfüllt sie die besonderen Anforderungen der Prozessindustrie, etwa für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen und über größere Entfernungen.

Dass Ethernet-APL grundsätzlich funktioniert und auch viele Geräte gleichzeitig zuverlässig anbinden kann, haben bereits mehrere Tests in den vergangenen Jahren gezeigt. Für den Einsatz in realen Produktionsanlagen ist jedoch noch eine andere Frage wichtig: Funktioniert das auch dann zuverlässig, wenn unterschiedliche Anlagenbereiche, Hersteller und Systeme zusammenspielen? Genau das haben Endress+Hauser, Covestro, BASF und Yokogawa im Mai 2026 bei einem weiteren groß angelegten Praxistest bei Endress+Hauser Digital Solutions in Reinach untersucht.

Komplexität als nächste Bewährungsprobe

Beim aktuellen Test stand die Struktur der Anlage im Mittelpunkt. Statt noch mehr Geräte anzuschließen, wurde eine komplexere Netzwerkumgebung aufgebaut. Verschiedene Anlagenbereiche wurden über separate Ethernet-APL-Netzwerke miteinander verbunden. Als Leitsystem kam erstmals bei einem Test dieser Größenordnung



Bei Endress+Hauser wird Ethernet-APL getestet, um Prozess- und Diagnosedaten von Feldgeräten auch über mehrere Netzwerke hinweg zentral verfügbar zu machen.

Yokogawa Centum VP zum Einsatz, ergänzt durch den Plant Resource Manager für die zentrale Verwaltung der Feldgeräte.

Der Aufbau kam damit der Realität in größeren Produktionsanlagen deutlich näher. Denn dort gibt es selten ein einziges geschlossenes Netzwerk. Anlagen bestehen aus unterschiedlichen Bereichen, die zu verschiedenen Zeitpunkten entstanden oder modernisiert worden sind. Trotzdem sollen Prozess- und Gerätedaten möglichst zentral verfügbar sein.

Interoperabilität über Herstellergrenzen hinweg

Hinzu kommt: In kaum einer Anlage stammen alle Komponenten vom selben Hersteller. Auch beim Test wurde diese Situation bewusst nachgebildet. Neben Ethernet-APL-Feldgeräten von Endress+Hauser kamen Stellungsregler von Samson sowie Feldswitches von R. Stahl, Softing, Phoenix Contact und Pepperl+Fuchs zum Einsatz. Weitere Netzwerkkomponenten stammten von Siemens und Hirschmann.

Entscheidend war weniger das einzelne Produkt als das Zusammenspiel. Kann ein Feldgerät des einen Herstellers über die Infrastruktur eines anderen Anbieters zuverlässig mit dem Leitsystem kommunizieren? Und lassen sich neue Anlagenteile integrieren, ohne die bestehende Infrastruktur vollständig auszutauschen?

Der Test zeigt, dass genau dieses herstellerübergreifende Zusammenspiel mit Ethernet-APL möglich ist. Für Betreiber ist das eine wichtige Voraussetzung, weil sie dadurch bei Planung und Modernisierung flexibel bleiben.

Gerätedaten zentral verfügbar machen

Ein weiterer Schwerpunkt lag auf dem Zugriff auf zusätzliche Gerätedaten. Für Instandhalter reicht es längst nicht mehr aus, nur den aktuellen Messwert zu kennen. Ebenso wichtig sind Informationen darüber, ob ein Gerät einwandfrei arbeitet, ob sich sein Zustand verändert oder ob Wartungsbedarf besteht.

Im Test wurde deshalb geprüft, ob das zentrale Asset-Management-System auch auf Feldgeräte in unterschiedlichen Anlagenbereichen zugreifen kann. Die Geräteinformationen konnten dabei über mehrere Ethernet-APL-Netzwerke hinweg zentral bereitgestellt werden.



Für Autor Stefan Gampp kam der Aufbau der Realität in größeren Produktionsanlagen deutlich näher. Denn dort gibt es selten ein einziges geschlossenes Netzwerk.

Bilder: Endress+Hauser

In der Praxis kann das Wartung und Instandhaltung deutlich vereinfachen. Mitarbeitende müssen Informationen nicht mehr an jedem einzelnen Gerät vor Ort auslesen. Stattdessen können sie Diagnosedaten, Gerätezustände oder Konfigurationen zentral abrufen und auswerten. Gerade in großen Anlagen mit mehreren hundert oder sogar tausenden Feldgeräten ist das ein wichtiger Vorteil.

Schrittweise Modernisierung von Bestandsanlagen

Diese Flexibilität macht Ethernet-APL auch für Bestandsanlagen attraktiv. Dort treffen häufig alte und neue Geräte sowie verschiedene Kommunikationstechnologien aufeinander. Die gesamte Infrastruktur auf einmal auszutauschen, wäre in den meisten Fällen weder wirtschaftlich noch praktikabel.

Stabilität auch im Dauerbetrieb

Neben der komplexeren Anlagenstruktur wurde auch die Testdauer erweitert. Die Netzwerkumgebung wurde nicht nur kurzzeitig unter hoher Last betrieben, sondern über mehrere Tage hinweg beobachtet. Das ist für die Prozessindustrie besonders relevant. Viele Anlagen laufen rund um die Uhr und stellen hohe Anforderungen an die Verfügbarkeit. Kommunikationsprobleme, die nur sporadisch auftreten, können deshalb im laufenden Betrieb erhebliche Auswirkungen haben. Der Langzeittest sollte zeigen, ob Kommunikation, Gerätezugriff und Zusammenspiel der verschiedenen Systeme auch über einen längeren Zeitraum stabil bleiben. Damit ergänzt er frühere Lasttests um eine weitere praxisnahe Prüfung.

Mehr Informationen aus dem Feld nutzen

Mit einer Übertragungsrate von 10 MBit/s können Feldgeräte neben dem eigentlichen Prozesswert deutlich mehr Informationen bereitstellen als über klassische Kommunikationswege. Dazu gehören beispielsweise Diagnose-, Status- und Konfigurationsdaten. Gleichzeitig stehen mehr Informationen für weiterführende digitale Anwendungen zur Verfügung, etwa für die Zustandsüberwachung oder eine vorausschauende Wartung.

Von der Validierung zur Anwendung

Dass Covestro und BASF aktiv an den Tests beteiligt sind, erhöht deren Praxisbezug zusätzlich. Covestro führte den aktuellen Test, BASF brachte Erfahrungen aus früheren Validierungen ein. Der Aufbau orientierte sich damit nicht allein an technischen Spezifikationen, sondern an realen Anforderungen aus dem Anlagenbetrieb.

Die aktuellen Ergebnisse zeigen, dass Ethernet-APL auch diesen Schritt bewältigt. Für Betreiber schafft das eine wichtige Grundlage, um die Digitalisierung der Feldebene schrittweise voranzutreiben und vorhandene Gerätedaten besser für Betrieb, Wartung und Anlagenoptimierung zu nutzen. « **TB**

Stefan Gampp ist Product Manager Innovation & Digitalization bei Endress+Hauser.

STECKVERBINDER FÜR DIE AUTOMATISIERUNG

Seit Jahren zeigen Marktanalysen und die Rückmeldungen unserer Kunden, der Übergang von klassischen BUS-Systemen auf Ethernet basierte Industrieprotokolle wie EtherCAT, EtherNet/IP, Profinet, CC-Link IE und anderen Industrial Ethernet (IE) Protokollen ist ungebrochen. Damit werden seit einigen Jahren nun mehrheitlich Industrial Ethernet Netzwerke in neuen Automatisierungs-Systemen eingesetzt, Tendenz weiter steigend. Ethernet ist weiter auf dem Vormarsch.

» **VON JONAS DIEKMANN UND MATTHIAS FRITSCHE**

Im Bereich der einzelnen Nutzerorganisationen sind für die unterschiedlichen IE-Protokolle eine Reihe von Schnittstellen definiert. Das sind klassisch der RJ45 mit unterschiedlichen IP-Schutzklassen und Bauformen sowie M8 bzw. M12 Steckverbinder mit D- und X-Kodierung. Die Schnittstellen sind damit ein weit verbreiteter Marktstandard für industrielle Ethernet-Schnittstellen.



Die ix-Industrial-Produktfamilie umfasst kompakte Steckverbinder, Gerätebuchsen und Kabel für industrielle Ethernet-Verbindungen.

Hybride Lösungen für schaltschranklose Automatisierung

Ein Trend, der sich in den letzten Jahren stärker abzeichnet, sind schaltschranklose Automatisierungskonzepte. Hier werden IP65/67-geschützte Schnittstellen benötigt. Um die Anzahl der Schnittstellen zu reduzieren, werden dabei Stromversorgung, Signale und Datenübertragung gemeinsam in hybriden Schnittstellen kombiniert. Im Markt sind hier zwei Ansätze zu sehen.

Das sind metrische Schnittstellen in den Bauformen M12, M17, M23 und M40 gemäß IEC 61076-2-117 für unterschiedliche Ethernet Protokolle und die Leistungsübertragung bis 600 V AC/DC und maximal 70 A. Als Verriegelung kommen hier die klassische Schraubverriegelung oder eine PushPull-Schnellverriegelung zum Einsatz, bei den größeren Varianten werkzeuglos zu bedienende Com-Locks. Diese Schnittstellen werden aktuell für Profinet spezifiziert.

EtherCAT setzt auf die hybriden Schnittstellen mit Bajonett-Verriegelungen in den Bauformen B12, B17, B23 und B40 genormt in der IEC 61076-2-118. Diese sind für die Übertragung von Ethernet, Signalen und Stromversorgung bis 600 V AC/DC und maximal 64 A ausgelegt. Diese Produkte werden in der steckbaren Systemlösung des MX-Systems von Beckhoff für die schaltschranklose Automatisierung bereits erfolgreich eingesetzt.

Die industrietaugliche RJ45-Alternative

Ein weiterer Trend geht hin zu kleineren Schnittstellen, um Bauraum im Schaltschrank zu sparen und Geräte insgesamt kleiner gestalten zu können. Gerade bei sehr kompakten Geräten ist die Buchse der klassischen RJ45-Netzwerkschnittstelle das mit Abstand größte Bauteil auf der PCB. Herausforderung bei der Miniaturisierung ist hier trotz reduzierter Baugröße eine robuste und leistungsfähige Datenschnittstelle bereitzustellen. Mit der ix Industrial Produktfamilie reagiert Harting auf die Anforderungen des Marktes. Die Datenschnittstelle ist international in der IEC 61076-3-124 genormt und für EtherNet/IP, Profinet, CC-Link IE, FL-



Die T1-Industrial-Steckverbinder von Harting ermöglichen platzsparende Single-Pair-Ethernet-Verbindungen bis in die Feldebene.

net und GigE Vision spezifiziert. Mit einem Montagepitch von nur 10 mm und einem um rund 75 % reduzierten Volumen gegenüber RJ45 ermöglicht der Steckverbinder eine deutlich höhere Portdichte auf engstem Raum – ein entscheidender Vorteil für Hersteller von Industrie-PCs, Robotersteuerungen, Servoantrieben und Vision-Kameras.

Mechanisch setzt ix Industrial neue Maßstäbe: Ein robustes zweireihiges Kontaktsystem mit beidseitig klemmenden Kontakten, zwei robusten Metallverriegelungen sowie eine hochfeste PCB-Anbindung durch THR-Schirmpins sorgen für zuverlässigen Betrieb ohne Kontaktabbrüche auch unter rauen Industriebedingungen mit Schock und Vibrationen. Geprüfte 5.000 Steck-/Trennzyklen bei Betriebstemperaturen von –40 bis +85 °C belegen zusätzlich die Langlebigkeit. Eine Pull-Tab-Variante erleichtert die Entriegelung selbst in beengten Einbausituationen.

Elektrisch bietet ix Industrial Cat.6A-Performance mit 360°-Vollschirmung und ist für Datenraten bis 10 Gbit/s (10GBase-T) ausgelegt. Darüber hinaus unterstützt es PoE++ gemäß IEEE802.3bt mit 1,5 A Stromtragfähigkeit pro Paar – ideal für die direkte Versorgung von Feldgeräten über das Ethernet-Kabel.

SINGLE PAIR ETHERNET (SPE) IST IM AUTOMOBIL ALS NACHFOLGER DES CAN-BUS MITTLERWEILE STANDARD UND KOMMT MEHR UND MEHR IN INDUSTRIELLEN ANWENDUNGEN ZUM EINSATZ.



Das Produktprogramm ist breit aufgestellt: Neben Standard-Buchsen und Winkelvarianten stehen Steckverbinder mit IDC- oder Lötanschluss und IP65/67-Versionen mit Push-Pull-Verriegelung zur Verfügung. Feldkonfektionierbare Ausführungen ermöglichen die Montage vor Ort ohne Spezialwerkzeug. Konfektionierte Kabel – auch als ix-zu-RJ45-Übergangskabel sind weltweit erhältlich. Renommierte Unternehmen wie Siemens, Beckhoff und B&R haben den ix Industrial bereits erfolgreich in eigene Produkte integriert.

Entwicklungsteams, die jetzt in Ihre nächsten Produktentwicklungen einsteigen, sollten ix Industrial als robuste, industrietaugliche und deutlich kleinere Alternative zum RJ45 in kommende Gräte integrieren. Die deutlich kleinere, international standardisierte Schnittstelle bietet die Chance, Geräte kompakter, robuster und zukunftssicher zu gestalten.

SPE bringt Ethernet bis zum Sensor

Single Pair Ethernet (SPE) ist im Automobil als Nachfolger des CAN-Bus mittlerweile Standard und kommt mehr und mehr in industriellen Anwendungen zum Einsatz. Hier kommen besonders die SPE-Protokolle für große Übertragungslängen bis 1 km zum Zuge, um die 100 m Grenze der klassischen Ethernet Protokolle zu überspringen. Typische Anwendungen liegen hier im Bereich der Prozessindustrie mit großen Kabellängen, wie sie in der Öl- und Gas- sowie der Chemieindustrie oder auch im Bereich Wasser- und Abwasserversorgung anzutreffen sind. Die SPE-Protokolle für höhere Datenraten sind aufgrund ihres Ursprunges aus der Automobilindustrie für kurze Übertragungswege bis etwa 40 m ausgelegt und somit prädestiniert für autonome Systeme im Bereich Robotik oder fahrerlose Transportsysteme. In der Automatisierung bietet SPE durch sehr platzsparende, industrietaugliche Schnittstellen auf Basis der IEC 63171-6 einen kosteneffizienten Zugang für Ethernet bis an den Sensor und die Feldebene.

Von der Leiterplatte bis zur Systemverkabelung

Harting unterstützt dabei den Markt mit der ganzen Bandbreite an möglichen Lösungen. Das beginnt bei der Geräteentwicklung mit den passenden Geräteschnittstellen als Leiterplattenbuchsen in allen relevanten Bauformen und Wanddurchführungen. Geräteentwickler werden aktiv im Design-In Prozess unterstützt und erhalten zu jedem Produkt die entsprechenden CAD-Daten, Deratings und Pin Layouts in allen üblichen Datenformaten. Harting unterstützt aktiv Konzepte wie die Asset Administration Shell (AAS), kooperieren mit Datenbankanbietern wie Eplan und stellen mit eigenen Konfiguratoren Tools für einen erfolgreichen Designprozess zur Verfügung.



Die ix-Industrial-Geräteschnittstelle benötigt deutlich weniger Bauraum als eine klassische RJ45-Buchse und ermöglicht so kompaktere Geräte.
Bilder: Harting

EIN TREND, DER SICH IN DEN LETZTEN JAHREN STÄRKER ABZEICHNET, SIND SCHALTSCHRANKLOSE AUTOMATISIERUNGSKONZEPTE. HIER WERDEN IP65/67-GESCHÜTZTE SCHNITTSTELLEN BENÖTIGT.

Zu den Themen Verarbeitung, Signalintegrität und Desgn-In-Support stehen Experten mit Rat und Tat zur Seite. Zu allen Schnittstellen gibt es ein umfangreiches Sortiment von Steckverbindern und Kabelbuchsen mit unterschiedlichen Anschlusstechniken. Komplettiert wird das Lösungspaket durch einsatzfertige Systemkabel für die unterschiedlichsten Anwendungsfälle einschließlich bewegten Einsatzfällen in der Robotik oder Schleppketten.

Ebenso entwickelt Harting zusammen mit den Kunden auch auf die Anwendungen passgenau zugeschnittene Sonderlösungen und versteht sich in allen Belangen als Entwicklungspartner unserer Kunden von der Geräteintegration auf der Leiterplatte bis zur kompletten Systemverkabelung. « **TB**

Jonas Diekmann ist Technical Editor und **Matthias Fritsche** ist Senior Expert Ethernet Communication bei Harting.

DREI HSR-RINGE FÜR SICHERE ENERGIEVERTEILUNG

Beim Retrofit einer Mittelspannungsschaltanlage setzt Elatec Power Distribution auf SubstationLine-Switches von Weidmüller. Mit bis zu drei HSR/PRP-Modulen pro Gerät lassen sich drei HSR-Ringe über einen Switch realisieren. Das senkt die Zahl benötigter Geräte sowie Kosten und Konfigurationsaufwand. Die redundante Ringkommunikation unterstützt die zuverlässige Datenübertragung zwischen Schutz- und Leittechnik. » **VON MARC LANDERMANN**



Die Möglichkeit, drei HSR-Ringe pro Switch aufzubauen, spart Platz und Materialien im Serverschrank.
Bild: Elatec Power Distribution GmbH

Alle Unternehmen sind auf eine zuverlässige Stromversorgung angewiesen – doch nur wenige verfügen über eigene Anlagen zur Spannungstransformation auf dem Firmengelände. Umspannwerke bilden das Rückgrat der regionalen Energieverteilung: Sie transformieren unterschiedliche Spannungsebenen und ermöglichen so eine stabile Versorgung aller Verbraucher. Für Großverbraucher sind eigene Übergabestationen oder Umspannwerke oft entscheidend, um Produktionsprozesse sicher und effizient zu betreiben.

Damit das Umspannwerk zuverlässig arbeitet, stellt der Serverraum einen entscheidenden Faktor dar. Dort sind Switches unverzichtbar. Sie sind verantwortlich für die Kommunikation im Serverschrank und unterstützen so die Energieverteilung. Damit verbinden sie die Schutz- und Leittechnik; gewährleisten also die schnelle und zuverlässige Datenübertragung zwischen Steuerung und Aktoren.

Zuverlässige Switches für das Retrofit

Die Firma Elatec mit Sitz in Konz ist Experte auf dem Gebiet der Energieverteilung. Das Unternehmen ist spezialisiert auf die Entwicklung, Fertigung, Installation und Inbetriebnahme von Mittelspannungsschaltanlagen. Neben Neuanfertigungen ist Elatec auch im Bereich des Retrofits aktiv.

Genau zu diesem Zweck hat ein deutscher Automobilist die Firma Elatec um Unterstützung gebeten. Der Bedarf: die bestehende Mittelspannungsschaltanlage sollte modernisiert werden.

Vor allem die Zuverlässigkeit der Switches ist für die Anlage von enormer Bedeutung. Sie müssen schnell Datenpakete an das Ziel dirigieren. Nur so kann die Sicherheit der Anlage gewährleistet bleiben. Außerdem müssen sie manuell bedienbar sein, um sie nach den hohen Anforderungen an die Security anzupassen.

Mehr Schnittstellen, weniger Switches

Nachdem die Experten von Elatec den Bedarf des Automobilisten analysiert haben, ging es an die Auswahl der passenden Switches. Die SubstationLine Switches von Weidmüller erschienen Elatec für diesen Anwendungsfall bestens geeignet.

ALLE UNTERNEHMEN SIND AUF EINE ZUVERLÄSSIGE STROMVERSORGUNG ANGEWIESEN – DOCH NUR WENIGE VERFÜGEN ÜBER EIGENE ANLAGEN ZUR SPANNUNGSTRANSFORMATION AUF DEM FIRMENGELÄNDE.

Die SubstationLine Switches zeichnen sich vor allem durch zahlreiche Schnittstellen aus. Mit der Möglichkeit, pro Switch je drei HSR/PRP-Module (Redbox) zu integrieren, hoben sich die Weidmüller-Switches von anderen am Markt verfügbaren Produkten ab. Durch dieses Feature war es Elatec möglich, pro Switch drei HSR-Ringe aufzubauen. Die Geräte ermöglichen ebenfalls die Realisierung redundanter HSR-Ringtopologien.

Hohe Verfügbarkeit bei geringerem Aufwand

Das HSR-Protokoll ermöglicht eine unterbrechungsfreie Kommunikation, indem jedes Datenpaket gleichzeitig in beide Richtungen über einen ringförmigen Kommunikations-



HSR-Module ermöglichen eine unterbrechungsfreie Kommunikation, indem sie Datenpakete in beiden Richtungen eines Ringes senden. Bild: Weidmüller

pfad gesendet wird. Fällt ein Verbindungsabschnitt im Ring aus, erreicht das Paket sein Ziel über den verbleibenden Weg. Doppelte Pakete werden anhand des HSR-Headers erkannt und verworfen. Durch diese Architektur stellt HSR eine nahtlose, fehlertolerante Datenübertragung sicher und trägt damit zur hohen Verfügbarkeit der Schutz- und Leittechnik in Energieverteilungssystemen bei.

DAS HSR-PROTOKOLL HÄLT DIE KOMMUNIKATION AUCH BEIM AUSFALL EINES VERBINDUNGSABSCHNITTS AUFRECHT UND UNTERSTÜTZT SO DIE VERFÜGBARKEIT DER SCHUTZ- UND LEITTECHNIK.

Die Weidmüller-Switches sind für den Automobilisten von entscheidendem Vorteil: Durch die Möglichkeit, drei HSR-Ringe pro Switch aufzubauen, brauchten sie weniger Switches als bisher. Das sparte Kosten und reduziert den Konfigurationsaufwand. Das Retrofit wurde also schnell und präzise durchgeführt.

Elatec und Weidmüller schauen zufrieden auf das Projekt. Mit der technischen Unterstützung von Weidmüllers Produktexperten konnten die Experten von Elatec ein effizientes und leistungsfähiges Retrofit aufbauen, dass die Erwartungen des Automobilisten an Kosteneffizienz und Konfigurationsaufwand überstiegen.

Fazit: Weniger Kosten und Konfigurationsaufwand

Das HSR-Protokoll hält die Kommunikation auch beim Ausfall eines Verbindungsabschnitts aufrecht und unterstützt so die Verfügbarkeit der Schutz- und Leittechnik. Da sich mit den SubstationLine-Switches drei HSR-Ringe pro Gerät aufbauen lassen, benötigte Elatec für das Retrofit weniger Switches. Das senkte die Kosten und den Konfigurationsaufwand. **« TB**

Marc Landermann ist Leiter Unternehmenskommunikation bei Weidmüller.

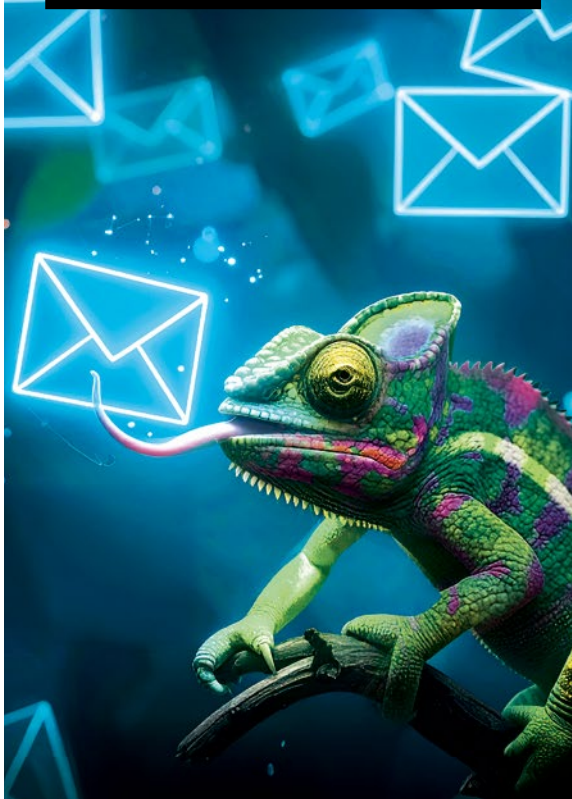
DIE WEIDMÜLLER-SWITCHES SIND FÜR DEN AUTOMOBILISTEN VON ENTSCHEIDENDEM VORTEIL: DURCH DIE MÖGLICHKEIT, DREI HSR-RINGE PRO SWITCH AUFZUBAUEN, BRAUCHTEN SIE WENIGER SWITCHES ALS BISHER.

Die managed Switches der SubstationLine können bis zu drei HSR/PRP-Module aufnehmen. Bild: Weidmüller



AUS DEM BRANCHENDICKICHT GESCHNAPPT!

DER NEWSLETTER, DER ZU IHNEN PASST.



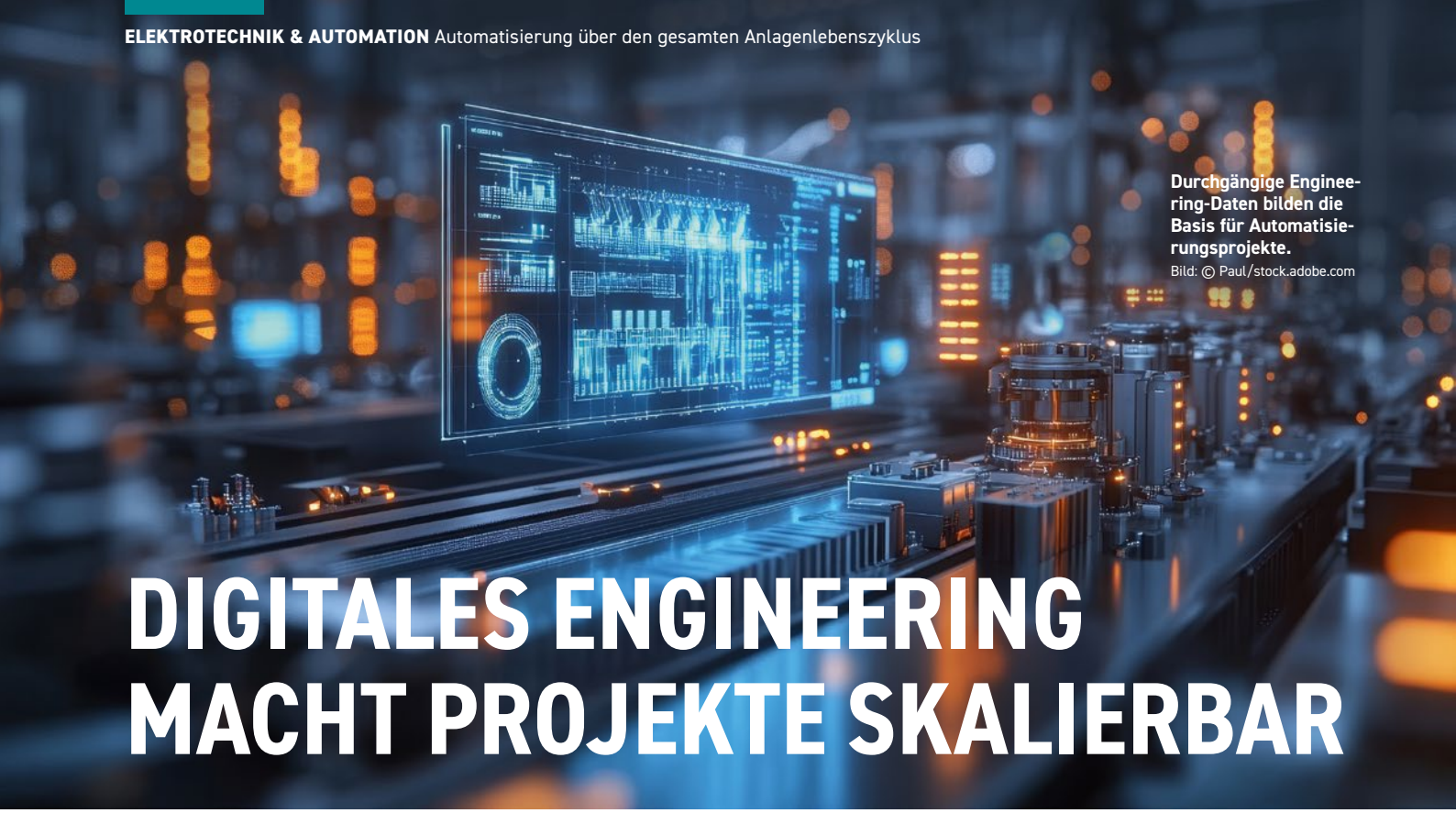
Wissen, das kleben bleibt – jetzt den **NEWSLETTER** kostenfrei sichern.

www.digital-engineering-magazin.de/newsletter

DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN

eine Marke vom

WIN VERLAG



Durchgängige Engineering-Daten bilden die Basis für Automatisierungsprojekte.
Bild: © Paul/stock.adobe.com

DIGITALES ENGINEERING MACHT PROJEKTE SKALIERBAR

Schon eine zusätzliche Pumpe kann im Automatisierungsprojekt viele Anpassungen auslösen – von Variablen und Prozessbildern bis zu Alarmen und Schnittstellen. Mit wachsender Anlagenkomplexität wird Engineering zum Zeit-, Kosten- und Risikofaktor. Digitales Engineering setzt deshalb früher an: Es verbindet Planung, Projektierung und Inbetriebnahme mit Erweiterung und Wartung und macht Anlagen über ihren gesamten Lebenszyklus effizienter und besser beherrschbar.

» VON FRANK HÄGELE

Moderne Engineering-Tools reduzieren nicht nur den manuellen Projektierungsaufwand. Sie übernehmen Informationen aus vorgelagerten Planungsschritten, erzeugen Projektbestandteile automatisch, kombinieren Anwendungen aus standardisierten Modulen und verbinden sich mit benachbarten Werkzeugen.

Ein Automatisierungsprojekt ist nie wirklich abgeschlossen

Engineering wird oft mit der erstmaligen Erstellung eines Automatisierungsprojekts verbunden. Tatsächlich beginnt ein Großteil der Arbeit erst nach der Inbetriebnahme. Anlagen wachsen, Maschinen werden ersetzt, neue Produkte integriert und Schnittstellen ergänzt. Anforderungen aus Maschinenverordnung, Cyber Resilience Act (CRA) oder NIS2 verändern die Rahmenbedingungen. Gleichzeitig müssen Softwareversionen aktualisiert und bestehende Funktionen angepasst werden.

Ein Automatisierungsprojekt mündet daher nicht in einem finalen, statischen Ergebnis. Es ist ein System, das über viele Jahre wachsen, verändert und gepflegt werden muss. Digitales Engineering muss diesen Lebenszyklus unterstützen: von den ersten Planungsdaten über Projektierung und Inbetriebnahme bis zur späteren Erweiterung und Migration. Entscheidend ist, wie effizient sich ein Projekt in den folgenden 10 oder 20 Jahren handhaben lässt.

Parametrieren, wo es geht

Ein zentraler Bestandteil des digitalen Engineerings ist die konsequente Nutzung von Parametrierung und Wiederverwendung. Wiederkehrende Funktionen müssen nicht für jedes Projekt individuell neu programmiert werden. Aggregate, Variablenstruk-



Digitales Engineering vereinfacht die Modernisierung und Erweiterung bestehender Anlagen.
Bild: © nsit0108/stock.adobe.com

turen, Prozessbilder, Alarme und Auswertungen lassen sich auf Basis standardisierter Objekte konfigurieren. Bei der Automatisierungsplattform Zenon von Copa-Data erfolgt ein Großteil der Projektierung auf diese Weise.

Individuelle Programmierung ist sinnvoll, sofern die Anwendung dies erfordert. Wiederkehrende Aufgaben sollten dagegen Off-the-shelf über geprüfte, dokumentierte und parametrierbare Strukturen gelöst werden. Standardisierte Lösungen sind verständlicher, reproduzierbarer und leichter zu warten. Wenn wir eine ganze Gruppe funktional ähnlicher Aggregate hinzufügen, müssen Variablen, Visualisierungen, Alarme und Auswertungen nicht für jedes Objekt einzeln erstellt werden. Ein einmal definiertes Modell kann einheitlich ausgerollt werden. Das Credo lautet daher: Parametrieren, wo es geht - programmieren, nur wo nötig.



Standardisierte Engineering-Werkzeuge beschleunigen Projektierung, Inbetriebnahme und Wartung. Bild: © Vadym/stock.adobe.com

Wenn aus Daten automatisch Projekte entstehen

Parametrierung ist nur eine erste Entwicklungsstufe. Der nächste Schritt besteht darin, Projekte automatisiert zu generieren. Die meisten Informationen, die eine Automatisierungsanwendung benötigt, existieren bereits an anderer Stelle: in Anlagenspezifikationen, Messstellenlisten, P&IDs, Anlagenkennzeichnungssystemen oder vorgelagerten Engineering-Tools.

ENGINEERING WIRD OFT MIT DER ERSTMALIGEN ERSTELLUNG EINES AUTOMATISIERUNGSPROJEKTS VERBUNDEN. TATSÄCHLICH BEGINNT EIN GROSSTEIL DER ARBEIT ERST NACH DER INBETRIEBNAHME.

In herkömmlichen Engineering-Systemen werden diese Informationen häufig manuell übertragen. Bezeichnungen werden kopiert, Variablen neu angelegt, Anlagenstrukturen nachgebildet und Zusammenhänge erneut hinterlegt. Dieser Medienbruch erhöht Aufwand und Risiko von Inkonsistenzen und Informationsverlusten.

Deshalb setzen moderne Engineering-Tools früher an. Sie übernehmen strukturierte Informationen aus vorgelagerten Prozessschritten und verwenden diese als Grundlage für die automatische Generierung von Automatisierungsinhalten: Variablen, Datentypen, Anlagenmodelle, Prozessbilder, Alarmstrukturen, Berichte oder Schnittstellenkonfigurationen. So entsteht eine durchgängige Engineeringkette. Sie verkürzt Projektlaufzeiten, verbessert die Konsistenz und gibt Fachkräften mehr Zeit für die Anforderungen der Anlage.

Orchestrieren statt neu zusammensetzen

Die automatische Generierung erstellt Projektinhalte aus vorhandenen Daten. Der Orchestrierungsansatz legt zusätzlich fest, welche freigegebenen Module, Funktionen und Versionen für eine konkrete Anwendung kombiniert werden. Benötigte Projektbestandteile werden nach definierten Regeln ausgewählt und einer Anlage, Maschine oder einem Standort zugeordnet. Das Projekt wird aus einem geprüften Baukasten kommissioniert, anstatt vollständig neu entwickelt zu werden.

Dieser Ansatz ist besonders für Unternehmen relevant, die ähnliche Maschinen, Produktionslinien oder Standorte wiederholt ausrollen. Orchestrierung verbindet Geschwindigkeit mit Governance. Aus einem individuell aufgebauten Einzelprojekt wird dadurch eine beherrschbare und skalierbare Engineeringstruktur.

Künstliche Intelligenz wird zum Engineering-Assistenten

Engineeringwerkzeuge entfalten ihren vollen Nutzen im Zusammenspiel mit angrenzenden Disziplinen wie Elektroplanung, Verfahrenstechnik, Softwareentwicklung, Dokumentation, Übersetzung, Testmanagement und Inbetriebnahme. Mit der wachsenden Bedeutung künstlicher Intelligenz ändert sich auch die Interaktion mit diesen Werkzeugen. KI-Systeme und Softwareagenten können Engineering-Daten analysieren, Zusammenhänge erkennen und Arbeitsschritte vorschlagen.

Schnittstellenkonzepte wie MCP können dafür einen standardisierten Zugang zu Werkzeugen, Daten und Funktionen in der Toolchain schaffen. Ein Engineering-Assistent könnte eine Anlagenspezifikation auswerten und daraus einen ersten Projektentwurf ableiten. Ebenso denkbar ist die Prüfung bestehender Anwendungen auf Inkonsistenzen, fehlende Übersetzungen, Dokumentationslücken oder Abweichungen von definierten Standards.

Künstliche Intelligenz überträgt das Engineering nicht vollständig auf automatisierte Systeme. Vielmehr entsteht eine neue Arbeitsteilung: KI übernimmt vorbereitende, wiederkehrende und analytische Aufgaben. Fachkräfte bewerten die Ergebnisse, treffen Entscheidungen und behalten die Kontrolle über sicherheits- und prozesskritische Änderungen.

EIN ZENTRALER BESTANDTEIL DES DIGITALEN ENGINEERINGS IST DIE KONSEQUENTE NUTZUNG VON PARAMETRIERUNG UND WIEDERVERWENDUNG. WIEDERKEHRENDE FUNKTIONEN MÜSSEN NICHT FÜR JEDES PROJEKT INDIVIDUELL NEU PROGRAMMIERT WERDEN.

Eine gemeinsame Datenbasis als Erfolgsfaktor

Automatisiertes und KI-gestütztes Engineering setzt auf konsistente, strukturierte und eindeutig zugeordnete Informationen. Variablen, Datentypen, Anlagenstrukturen und Prozessinformationen bilden ein gemeinsames digitales Modell der Anwendung. Mit Zenon lassen sich Steuerungs- und HMI-, SCADA- oder DCS-Engineering eng miteinander verzahnen. Ein durchgängig nutzbares Variablen- und Datenmodell ermöglicht es, einmal erfasste Informationen für Steuerung, Visualisierung, Alarmierung und Reporting konsistent weiterzuverwenden. Standardisierte Informationsmodelle wie die Asset Administration Shell (AAS) können diese Durchgängigkeit über System- und Herstellergrenzen hinweg erweitern.

DIGITALES ENGINEERING VERBINDET PLANUNGSDATEN, STANDARDISIERTE MODELLE, AUTOMATISIERTE PROJEKTERZEUGUNG UND ORCHESTRIERTE ANWENDUNGEN ZU EINEM DURCHGÄNGIGEN PROZESS.

Die Qualität zeigt sich beim Update

Wie leistungsfähig ein Engineering-Tool wirklich ist, zeigt sich nicht nur bei der Erstellung eines neuen Projekts. Es zeigt sich vor allem, wenn eine bestehende Anwendung Jahre später aktualisiert oder erweitert werden muss. Aufwärtskompatibilität ist eine Grundvoraussetzung. Projekte sollten automatisiert auf aktuelle Softwareversionen übertragbar sein, ohne Funktionen und Logik zu verlieren. Ebenso wichtig ist die Handhabbarkeit verschiedener Versionsstände, wenn Unternehmen mehrere Standorte mit unterschiedlichen Lebenszyklen betreiben.

Kompatibilität trennt die kurzfristige Lösung von einer langfristig tragfähigen Plattform. Eine robuste Update- und Migrationsfähigkeit schützt bestehende Investitionen und verbessert die Planungssicherheit. Das gilt besonders für Brownfield-Anlagen, die schrittweise um moderne Visualisierungen, zusätzliche Datenanbindungen, Auswertungen, offene Schnittstellen und aktuelle Cybersecurity-Konzepte erweitert werden.

Brownfield-Anlagen gezielt weiterentwickeln

Für viele Unternehmen liegt der größte Modernisierungshebel in der gezielten Weiterentwicklung bestehender Anlagen. Digitales Engineering schafft dafür die Grundlage: Bestandsanlagen lassen sich schrittweise um moderne Visualisierungen, zusätzliche Datenanbindungen, Auswertungen, offene Schnittstellen und aktuelle Cybersecurity-Konzepte erweitern. So bleiben bestehende Investitionen geschützt, während Anlagen Schritt für Schritt zukunftsfähiger werden.



Digitale Anlagenmodelle ermöglichen automatisiertes und skalierbares Engineering. Bild: © 1867046906/stock.adobe.com

Am Ende geht es um die Entlastung von Fachkräften

Engineering bleibt trotz zunehmender Automatisierung eine Aufgabe für Menschen. Entscheidend ist deshalb, wie digitale Werkzeuge Automatisierer bei ihrer Arbeit wirksam unterstützen. Intuitive Projektierung, wiederverwendbare Module, automatische Projekterzeugung, Orchestrierung und durchgängige Datenstrukturen reduzieren repetitive Tätigkeiten. Angesichts des Fachkräftemangels ist diese Entlastung ein wirtschaftlicher Faktor. Hochqualifizierte Fachkräfte sollten ihre Zeit für anspruchsvolle Engineering-Aufgaben einsetzen, statt für manuelle Datenübertragung oder vermeidbare Anpassungen nach Softwareupdates. Digitalisierung schafft wirtschaftlichen Nutzen, wenn sie vorhandene Expertise produktiver macht und Engineering-Wissen langfristig sichert.



Für Autor Frank Hägele entfalten Engineeringwerkzeuge ihren vollen Nutzen im Zusammenspiel mit angrenzenden Disziplinen wie Elektroplanung, Verfahrenstechnik, Softwareentwicklung, Dokumentation, Übersetzung, Testmanagement und Inbetriebnahme. Bild: Copa-Data

Fazit: Digitalisierung beginnt im Engineering

Digitales Engineering verbindet Planungsdaten, standardisierte Modelle, automatisierte Projekterzeugung und orchestrierte Anwendungen zu einem durchgängigen Prozess. Offene Toolchains, konsistente Datenmodelle und KI-Schnittstellen machen Engineeringwissen über Systeme, Standorte und Lebenszyklen hinweg nutzbar.

Der wirtschaftliche Wert entsteht über die gesamte Laufzeit einer Anlage: Projekte lassen sich schneller erstellen, gezielter erweitern, sicher aktualisieren und schrittweise modernisieren. So wird Engineering zu einer skalierbaren industriellen Fähigkeit, die Fachkräfte entlastet, Investitionen schützt und Unternehmen anpassungsfähiger macht. « **TB**

Frank Hägele ist Sales Director und Prokurist bei Copa-Data Deutschland.

WENN PRODUKTENTSCHEIDUNGEN IM POSTFACH LANDEN

E-Mails, Meetings und Insellösungen erschweren in der Produktentwicklung oft den Austausch und machen Entscheidungen schwer nachvollziehbar. Die Echtzeit-Collaboration-Plattform PTC Jetstream ermöglicht eine nachverfolgbare, unternehmensübergreifende Zusammenarbeit – für schnellere Entscheidungen und bessere Produktergebnisse.

Produktentwicklung ist Teamsport. Konstruktion, Fertigung, Einkauf, Qualität und externe Partner arbeiten gemeinsam an Produkten. Dennoch findet ein großer Teil der Zusammenarbeit bis heute über E-Mails, Meetings, gemeinsam genutzte Ordner und unterschiedliche Tools statt. Das führt dazu, dass Feedback verstreut vorliegt, verschiedene Versionen diskutiert werden und Entscheidungen später nur schwer nachvollziehbar sind.

Gerade in komplexen Entwicklungsprojekten kostet das Zeit. Teams verbringen Stunden damit, Informationen zusammenzutragen, Rückmeldungen auszuwerten oder nachzuvollziehen, warum eine bestimmte Entscheidung getroffen wurde. Je mehr Standorte, Lieferanten und Disziplinen beteiligt sind, desto größer wird der Aufwand.

Viele Unternehmen suchen deshalb nach Möglichkeiten, die Zusammenarbeit rund um Produktdaten effizienter zu gestalten, ohne dabei zusätzliche Komplexität zu schaffen oder sensible Informationen unkontrolliert zu teilen.



Die Cloud-native Lösung PTC Jetstream schafft einen zentralen Ort für die effiziente und strukturierte Zusammenarbeit.
Bild: © Maksym Tereshchenko/stock.adobe.com

Zentraler Ort für die Zusammenarbeit

Hier setzt PTC Jetstream an. Die Cloud-native Lösung schafft einen zentralen Ort für die Zusammenarbeit an Produktdaten. Statt Dateien per E-Mail zu verschicken oder Feedback aus unterschiedlichen Quellen zusammenzuführen, arbeiten interne Teams und externe Partner in einer gemeinsamen Umgebung. Produktdaten, Kommentare, Entscheidungen und Aufgaben bleiben dabei im jeweiligen Kontext erhalten.

Kern des Konzepts sind sogenannte Collaboration Rooms. Dort können relevante Produktinformationen bereitgestellt, Beteiligte gezielt eingeladen und Reviews direkt im Browser durchgeführt werden. Auch Anwender ohne direkten CAD- oder PLM-Zugang können auf diese Weise an Entwicklungsprozessen teilnehmen und ihre Expertise einbringen.

Weniger Missverständnisse durch Nachvollziehbarkeit

Besonders wichtig ist die Nachvollziehbarkeit. Kommentare und Markups bleiben mit der jeweiligen Version verknüpft. Entscheidungen lassen sich später nachvollziehen, Diskussionen bleiben dokumentiert und Verantwortlichkeiten werden transparent festgehalten. Das reduziert Missverständnisse und hilft dabei, unnötige Schleifen im Entwicklungsprozess zu vermeiden.

Zusammenarbeit mit externen Partnern

Ein weiterer Vorteil zeigt sich in der Zusammenarbeit mit Lieferanten und Partnern. Statt Produktdaten über verschiedene Kanäle auszutauschen oder weitreichende Zugriffe auf bestehende Systeme zu gewähren, können Unternehmen kontrollierte Umgebungen bereitstellen. Zugriffsrechte, Teilnehmer und Aktivitäten bleiben nachvollziehbar dokumentiert.

Unterstützt wird dies durch KI-basierte Zusammenfassungen, die Diskussionen, Entscheidungen und nächste Schritte automatisch konsolidieren. Insbesondere bei größeren Reviews hilft das, den Überblick zu behalten und schneller vom Gespräch zur Umsetzung zu gelangen.

Ergänzung von CAD- oder PLM-Systemen

Dabei ist Jetstream nicht als Ersatz für etablierte CAD- oder PLM-Systeme zu verstehen. Systeme wie Windchill bleiben weiterhin die zentrale Quelle für Produktdaten und Freigabeprozesse. Jetstream ergänzt diese Landschaft um eine Umgebung, in der Zusammenarbeit strukturiert, sicher und nachvollziehbar erfolgen kann.

Für Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau, in der Automobilindustrie, Medizintechnik oder Elektronikfertigung eröffnet sich damit die Möglichkeit, Produktentscheidungen näher an die eigentlichen Produktdaten zu bringen und die Zusammenarbeit über Unternehmensgrenzen hinweg effizienter zu gestalten. Denn je komplexer Produkte werden, desto wichtiger wird nicht nur die Verwaltung von Daten, sondern auch die strukturierte Zusammenarbeit rund um diese Daten.

Mehr Informationen:
www.ptc.com/de

WARUM KI OHNE PLM-GESTÜTZTE SYSTEMINTEGRATION SCHEITERT

Zwischen ambitionierten Investitionen in KI und ihrem produktiven Einsatz im Fertigungsalltag besteht weiterhin eine große Lücke. Entscheidend für den Erfolg sind weniger die KI-Modelle selbst als eine integrierte Datenbasis, leistungsfähige PLM-Systeme und die Qualifizierung der Mitarbeitenden. » **VON DR. STEFFEN KUNNEN**



Führungskräfte erkennen zunehmend die tatsächliche Komplexität der Integrations- und Datenprozesse, die im Rahmen der Industrie 5.0 vorausgesetzt werden. Bild: © Supatman/stock.adobe.com

Künstliche Intelligenz (KI) steht in der Fertigungsindustrie längst auf der Investitionsagenda. Zwischen Budget und operativem Nutzen klafft aber eine große Lücke. In der Studie „Smart Manufacturing 2026" von Revalize gaben 77 Prozent der befragten Führungskräfte aus der DACH-Region und den USA an, dass ihre Unternehmen ihre Software-Budgets im letzten Jahr gesteigert haben. Gleichzeitig berichten nur zehn Prozent der Hersteller, KI bereits vollständig in ihre Abläufe integriert zu haben. KI-Initiativen scheitern selten am Modell selbst, sondern an fehlender Systemintegration, mangelhaftem Datenzugang und zu wenig Expertise, um KI in bestehende Prozesse einzubinden.

KI-Kompetenz: Die unterschätzte Hürde

Ein weiteres Ergebnis der Studie: KI-Expertise wurde als die wichtigste Schlüsselqualifikation der kommenden Jahre identifiziert. In der DACH-Region sieht sich fast jeder dritte Hersteller (28 Prozent) mit einer massiven Kompetenzlücke konfrontiert. Es fehlen aber nicht nur KI-Spezialisten, sondern auch Fachkräfte in der Fertigung und Konstruktion, die das Potenzial von KI-Anwendungen im Kontext des Product Lifecycle Managements (PLM) bewerten und steuern können. Ohne diese Verbindung zwischen IT und Engineering bleiben viele KI-Initiativen im Pilotstadium stecken.

Klare Use Cases finden

KI ist kein reines IT-Thema und sollte nicht „um der KI willen" eingeführt werden. Entscheidend ist erst einmal nicht die Frage, welche KI-Lösung zum Einsatz kommt. Stattdessen sollten Unternehmen klare Use Cases finden, in denen KI entweder die Produktivität oder die Performance messbar steigert. Die Integration von KI ist daher eine Qualifizierungs- und Veränderungsaufgabe, die tief in die Prozesse von Fertigungsunternehmen hineinreicht.

Die Fertigungsindustrie steht vor einer paradoxen Situation: Zwar kann Software immer autonomer agieren, doch ihre effektive Einbettung in die Wertschöpfungskette erfordert mehr menschliche Expertise als je zuvor. Wer Kompetenzlücken nicht durch gezielte Weiterbildung und externe Partnerschaften schließt, riskiert langfristig den Return on Investment (ROI) seiner Software-Investitionen.

Systemintegration als Voraussetzung für KI-Wirksamkeit

Die Implementierung von KI scheitert in der Praxis häufig an unzureichender Datenqualität. Mangelnde Systemintegration ist dafür eine mögliche Ursache. In vielen Betrieben liegen wertvolle Produktdaten noch immer in isolierten Silos. Dort sind sie für KI-Modelle gar nicht oder nur unter hohem Aufwand zugänglich. KI braucht jedoch Zugriff auf vollständige, konsistente und aktuelle Daten.

Hier rückt der Digital Thread in den Mittelpunkt der Strategie. Dieser „digitale Faden" verknüpft Informationen entlang des gesamten Produktlebenszyklus – von der ersten Designphase über die Fertigung bis zum After-Sales-Service. Er schafft so die Grundlage für durchgängige Transparenz und skalierbare KI-Anwendungen.

Um für Systemintegration zu sorgen, ist PLM-Software das entscheidende Werkzeug. Doch 32 Prozent der für die Studie befragten Führungskräfte nennen die Zusammenführung von PLM-Software mit bestehenden Systemen als Herausforderung. Die Antwort

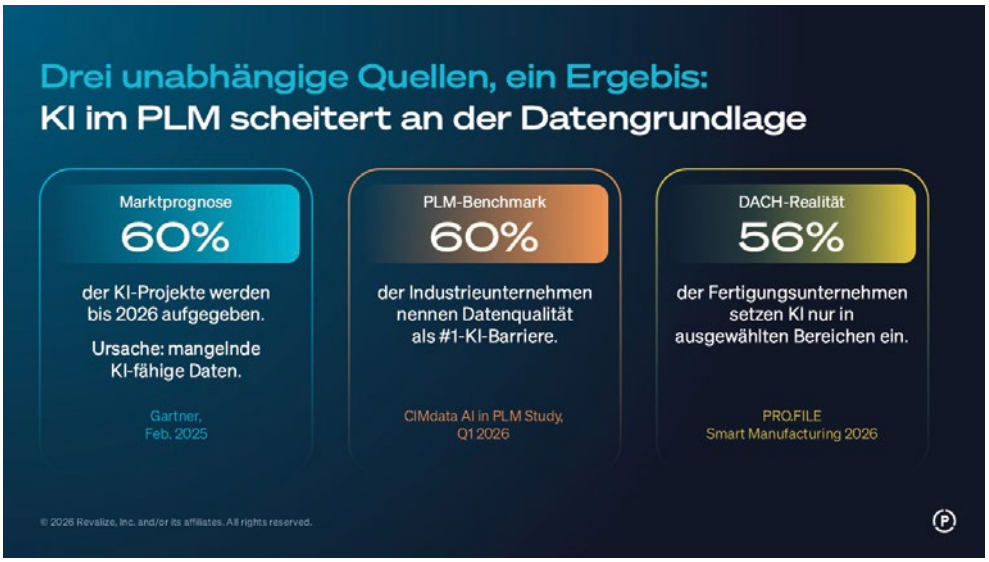
darauf liegt in einer modernen, API-gestützten Architektur. Gefragt sind flexible Integrationsmodelle, die eine durchgängige Kommunikation zwischen PLM, Computer-Aided Design (CAD) und Enterprise-Resource-Planning (ERP) ermöglichen. Ein Beispiel dafür ist der Integration Hub in Pro.File, der zahlreiche Systeme über standardisierte Schnittstellen nahtlos miteinander verbindet. Erst wenn Daten systemübergreifend verfügbar sind, lässt sich die Vision einer Industrie 5.0 verwirklichen, in der Mensch und Maschine in synergetischer Kollaboration arbeiten.

Wie relevant diese Integration werden kann, lässt sich an einem typischen Szenario aus dem Maschinenbau verdeutlichen: Konstruktionsdaten liegen in einem CAD-System und Serviceinformationen stecken in einer weiteren Datenbank – ohne jede Verbindung untereinander. Eine KI-gestützte Fehlerdiagnose oder Designoptimierung wäre bei dieser fehlenden Integration kaum sinnvoll umsetzbar. Eine passende PLM-Lösung kann aber über standardisierte Schnittstellen die Systeme miteinander verbinden. Erst dann kann KI auf alle Daten zugreifen, Muster erkennen und zum Beispiel Hinweise darauf geben, wie sich Produkte optimieren lassen.

Cloud-natives und hybrides PLM: Skalierungsbasis für die KI-Zukunft

Cloud-native PLM-Lösungen gewährleisten die Skalierbarkeit, die für KI-Analysen und komplexe Simulationen benötigt wird. Sie ermöglichen eine effiziente Verarbeitung großer Datenmengen und unterstützen den Digital Thread als durchgängige Informationsarchitektur. Gleichzeitig haben viele Unternehmen bei der Implementierung solcher Lösungen Bedenken in Bezug auf Datensicherheit, Performance und Governance.

Unternehmen müssen sich nicht zwischen On-Premise und Cloud entscheiden. Das ist kein dogmatisches Entweder-oder. Es gibt heute hybride Modelle, die Workloads und Daten flexibel zwischen On-Premise und Cloud verteilen, ohne die Performance oder Datensicherheit zu gefährden. Hierfür werden Lösungen wie Pro.File benötigt, die cloud-ready sind und sich aufgrund ihrer flexiblen Architektur an jedes Bereitstellungsmodell anpassen lassen. Mit ihnen können Hersteller sowohl lokale Anforderungen erfüllen als auch die Vorteile einer Cloud-Anbindung für die standortübergreifende Zusammenarbeit nutzen. So kann die Cloud dazu beitragen, entsprechende Funktionen schneller zu implementieren, etwa den Zugriff auf Daten und die standortübergreifende Synchronisation von Prozessen. In hybriden Modellen bleibt dabei die Datensouveränität bestehen, während Unternehmen ausgewählte Vorteile der Cloud gezielt nutzen können.



Die Implementierung von KI scheitert in der Praxis häufig an der Datenqualität. Bild: Revalize

Industrie 5.0: Integration statt Isolation

Führungskräfte erkennen zunehmend die tatsächliche Komplexität der Integrations- und Datenprozesse, die im Rahmen der Industrie 5.0 vorausgesetzt werden. Dieser Realismus schafft das nötige Bewusstsein, um die technischen Hürden zu erkennen und gezielt anzugehen, statt die Erwartungen an KI und Automatisierung zu überschätzen. In diesem Denken rückt der Mensch zurück ins Zentrum der industriellen Produktion. Dabei wird er durch Technologie unterstützt, die seine Fähigkeiten erweitert. Technologie hilft dem Mitarbeiter und ersetzt ihn nicht.

ERST WENN DATEN SYSTEMÜBERGREIFEND VERFÜGBAR SIND, LÄSST SICH DIE VISION EINER INDUSTRIE 5.0 VERWIRKLICHEN, IN DER MENSCH UND MASCHINE IN SYNERGETISCHER KOLLABORATION ARBEITEN.

Das gelingt aber nur mit einer passenden IT-Landschaft. Isolierte IT-Werkzeuge müssen durch eine integrierte Plattformökonomie abgelöst werden. Die Konsolidierung bestehender IT-Systeme ist entscheidend. Für einen produktiven Einsatz von KI und eine intelligente Automatisierung braucht es eine integrierte, zugängliche und saubere Datenbasis. Auf dieser Grundlage kann KI Muster erkennen, Erkenntnisse liefern und Prozesse optimieren. Sie ist die Voraussetzung dafür, dass aus dem Potenzial von KI ein echter Wettbewerbsvorteil wird.

Smart Manufacturing als Ziel: Drei Aufgaben für Fertigungsunternehmen

Der Weg zum Smart Manufacturing führt unweigerlich über eine Neubewertung der eigenen PLM-Strategie. KI-Funktionen sollten nicht als bloßes Add-on gesehen und behandelt werden. Vielmehr gehören sie als integraler Bestandteil in eine vernetzte Prozesskette. Für Fertigungsunternehmen ergeben sich daraus drei konkrete Aufgaben:

- → Gezielte Mitarbeiterqualifizierung zu praktischer Anwendung und konkretem Nutzen von KI, um Akzeptanz und tatsächliche Nutzung im Arbeitsalltag zu fördern
- → Konsequente Umsetzung des Digital Threads mithilfe leistungsfähiger Integrationsmodelle
- → Nutzung der Cloud – auch in hybriden Bereitstellungsmodellen möglich

Gerade die Mitarbeiterqualifizierung spielt eine große Rolle. Technologie liefert nur die Werkzeuge für eine digitale Transformation. Ob sie erfolgreich ist, hängt von der Kompetenz der Menschen ab. Die Phase der Pilotprojekte neigt sich dem Ende zu. Als Nächstes werden Use Cases skaliert und PLM, KI und Automatisierung in den industriellen Alltag integriert. « **KF**

Dr. Steffen Kunnen ist Head of Product für Pro.File bei Revalize.

SO LASSEN SICH PLM UND ERP INTELLIGENT VERBINDEN

Wenn eine Stückliste in der Konstruktion geändert wird, diese Änderung aber Stunden oder sogar Tage später erst im ERP-System ankommt, entstehen Verzögerungen, Rückfragen und im schlimmsten Fall Produktionsfehler. Genau solche Medienbrüche bremsen noch immer viele Fertigungsunternehmen aus. Dabei entscheidet heute die Geschwindigkeit des Informationsflusses zunehmend über Wettbewerbsfähigkeit und Lieferfähigkeit. » **VON BENK BOLDT**

Die Anforderungen an produzierende Unternehmen steigen kontinuierlich. Kunden erwarten individuelle Produkte, kürzere Lieferzeiten und höchste Qualität. Gleichzeitig müssen Entwicklungs-, Fertigungs- und Geschäftsprozesse nahtlos zusammenarbeiten. Genau vor dieser Herausforderung stand auch BS Bodensteckdosen Systemtechnik aus Bielefeld. Das Unternehmen entwickelt und fertigt Bodensteckdosen, Bodentanks, Energiesäulen und individuelle Sonderlösungen. Mit einer hohen Fertigungstiefe und zahlreichen kundenindividuellen Projekten ist die Produktentwicklung ein zentraler Erfolgsfaktor.

Im Zuge der Modernisierung seiner digitalen Produktentwicklung musste BS Bodensteckdosen Systemtechnik ein bestehendes PLM-System ablösen. Dabei zeigte sich schnell, dass die Herausforderungen weit über eine reine Datenmigration hinausgingen. Unterschiedliche Datenstrukturen erschwerten die Übernahme vorhandener Produktdaten; Medienbrüche zwischen Konstruktion und ERP führten zu zusätzlichem manuellem Aufwand. Fehleranfällige Stücklistenprozesse verlangsamten die Abläufe. Gleichzeitig fehlte zwischen den Mitarbeitenden aus Konstruktion, Vertrieb und Montage häufig die notwendige Transparenz.



Die Low-Code-/No-Code-Plattform PLM Process Hub orchestriert Daten- und Prozessflüsse zwischen PLM-, PDM-, CAD- und ERP-Systemen. Bild: Bechtle PLM (KI-generiert)

Die digitale Produktion erfordert durchgängige Prozesse

In der Praxis entstehen dadurch sogenannte Datensilos. Daten werden nicht zwischen allen Beteiligten ausgetauscht, sondern nur abteilungsintern genutzt. Das bedeutet: Informationen werden mehrfach gepflegt, Excel-Listen dienen als Übergangslösung und Freigabeprozesse erfolgen teilweise manuell. Besonders kritisch wird dies, wenn Produktvarianten zunehmen oder kundenspezifische Entwicklungen einen großen Teil des Geschäftsmodells ausmachen. Die Ursachen liegen dabei meist nicht in den einzelnen Systemen, sondern an den Schnittstellen zwischen ihnen.

ERST EIN DURCHGÄNGIGER DIGITAL THREAD ERMÖGLICHT DEN UNTERBRECHUNGSFREIEN INFORMATIONSFLUSS ZWISCHEN ENTWICKLUNG, FERTIGUNG UND GESCHÄFTSPROZESSEN.

Genau hier setzt modernes Product Lifecycle Management an: Informationen sind über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg konsistent, aktuell und für alle Beteiligten verfügbar. Erst ein durchgängiger Digital Thread ermöglicht den unterbrechungsfreien Informationsfluss zwischen Entwicklung, Fertigung und Geschäftsprozessen.

Bei BS Bodensteckdosen hat man deshalb zunächst die technologische Grundlage

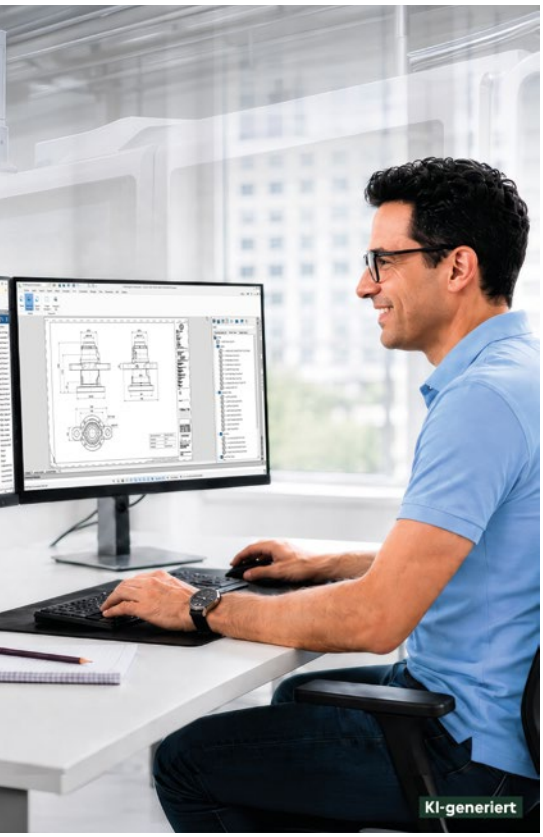
erneuert. Das Unternehmen führte eine PLM-Plattform als zentrale Umgebung für CAD- und PLM-Prozesse ein. Unterstützt wurde die Umstellung durch eine strukturierte Datenmigration und eine umfassende Bereinigung bestehender Datenbestände.

PLM Process Hub als Schaltzentrale der Integration

Entscheidend war die Schaffung einer zentralen Verbindung zwischen den Produktdaten aus der Entwicklungsabteilung und der ERP-Lösung. Sie steuert den Datenaustausch zwischen den Systemen. Freigegebene Produktinformationen werden automatisiert, regelbasiert und ohne Medienbruch an die nachgelagerten Prozesse übergeben.

Die zentrale Rolle übernimmt dabei der PLM Process Hub, eine Entwicklung von Bechtle PLM. Die Low-Code-/No-Code-Plattform wurde speziell entwickelt, um Daten- und Prozessflüsse zwischen PLM-, PDM-, CAD- und ERP-Systemen zu orchestrieren.

Bei BS Bodensteckdosen Systemtechnik bildet der PLM Process Hub die Schnittstelle zwischen der PLM-Plattform und Microsoft Dynamics 365. Der Process Hub überträgt Artikelnummern sowie Fertigungs- und Montagestücklisten automatisiert und regelbasiert in das ERP-System. Dadurch entfällt die manuelle Übertragung von Daten nahezu vollständig. Änderungen werden kontrolliert und nachvollziehbar weitergegeben, während alle beteiligten Systeme auf konsistente Informationen zugreifen.



» DIE NEUE SCHNITTSTELLE ZUM ERP-SYSTEM, DER PLM PROCESS HUB, BRINGT UNS DEUTLICHE VORTEILE – TECHNISCH WIE ORGANISATORISCH. «

DANIEL BERGEN, KONSTRUKTIONSLEITER BEI BS BODENSTECKDOSEN SYSTEMTECHNIK

Von der Integration profitieren nicht nur die Systeme, sondern auch die Zusammenarbeit der beteiligten Abteilungen. „Die neue Schnittstelle zum ERP-System, der PLM Process Hub, bringt uns deutliche Vorteile – technisch wie organisatorisch", sagt Daniel Bergen, Konstruktionsleiter bei BS Bodensteckdosen Systemtechnik. Freigegebene Daten stehen schneller zur Verfügung, während Abstimmungsaufwände zwischen Konstruktion, Vertrieb und Montage reduziert werden.

Vom Datenaustausch zur Prozessautomatisierung

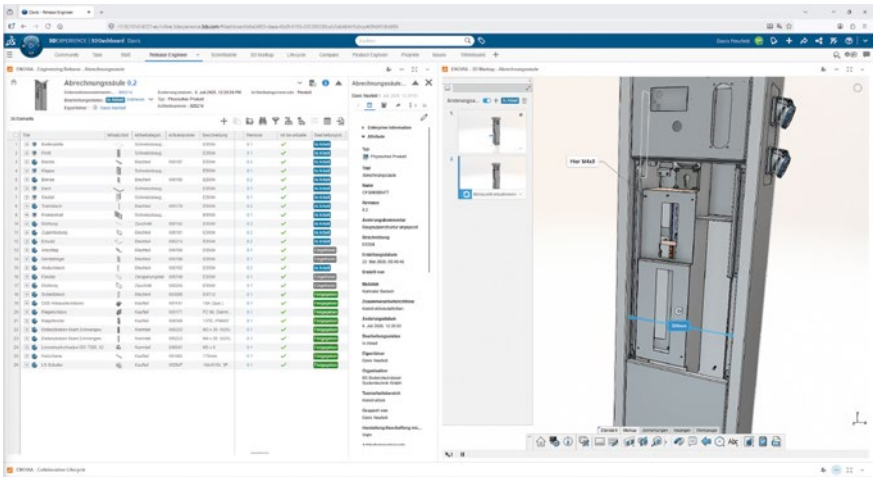
Der eigentliche Mehrwert des PLM Process Hub geht über klassische Schnittstellen hinaus. Während traditionelle Punkt-zu-Punkt-Integrationen meist nur einzelne Datensätze transportieren, übernimmt der Process Hub die Steuerung kompletter Abläufe. Artikelstammdaten, Konstruktionsstücklisten und weitere Dokumente werden automatisiert synchronisiert und können definierte Folgeprozesse auslösen.

Durch standardisierte Konnektoren lassen sich auch ERP-Systeme wie SAP oder Microsoft Dynamics Business Central sowie Datenbanken und Webservices anbinden. Insbesondere für mittelständische Unternehmen ergibt sich daraus ein wichtiger Vorteil: Schnittstellenlogik muss nicht mehr individuell entwickelt und gepflegt werden, sondern lässt sich weitgehend konfigurationsbasiert umsetzen. Dadurch sinken Implementierungsaufwand und Abhängigkeiten von individuellen Programmierungen.

Mehr Transparenz für alle Beteiligten

Die Auswirkungen zeigen sich bei BS Bodensteckdosen Systemtechnik bereits im Tagesgeschäft. Vertrieb und Montage greifen direkt auf aktuelle 3D-Daten, Zeichnungen und Visualisierungen zu. „Der Vertrieb kann sich die Baugruppen jetzt in der Plattform anschauen, messen und visualisieren. Das gab es vorher nicht", erklärt Daniel Bergen. Als Folge werden Rückfragen reduziert, Informationen stehen schneller zur Verfügung und die Transparenz innerhalb der Projekte ist deutlich erhöht. Gleichzeitig gelangen freigegebene Datensätze schneller und zuverlässiger in die Fertigung und Montage. Besonders die Synchronisation von Stücklisten und Attributen zwischen PLM und ERP funktioniert heute laut dem Konstruktionsleiter deutlich effizienter als zuvor.

Das Beispiel von BS Bodensteckdosen Systemtechnik zeigt, wie Unternehmen mit einer Kombination aus CAD-System, PLM-Plattform und dem PLM Process Hub eine durchgängige digitale Prozesskette schaffen können. Die Lösung verbindet Entwicklung, Fertigung und Geschäftsprozesse, reduziert Medienbrüche und schafft die Grundlage für einen echten digitalen Produktlebenszyklus. **« RT**



Um Datensilos aufbrechen zu können, führte BS Bodensteckdosen die 3DExperience-Plattform von Dassault Systèmes ein. Bild: BS Bodensteckdosen Systemtechnik

Benk Boldt ist Director Business Development bei Bechtle PLM.

VON DER DATENVERWALTUNG ZUM DIGITAL THREAD

PLM-Lösungen verbinden Produktdaten, Prozesse und Teams über den gesamten Lebenszyklus. Doch wie lassen sich steigende Komplexität, regulatorische Anforderungen und kürzere Entwicklungszeiten beherrschen? Und welchen Mehrwert bietet künstliche Intelligenz? Wir haben bei elf Experten aus Industrie und Forschung nachgefragt. » **VON KARIN FAULSTROH**

FRAGEN AN DIE EXPERTEN:

1. **Individualisierung, kürzere Entwicklungszyklen und steigende regulatorische Anforderungen erhöhen die Komplexität in der Produktentwicklung. Welche Fähigkeiten muss ein modernes PLM-System bieten, um diese Komplexität beherrschbar zu machen?**
2. **Woran scheitern PLM-Projekte in der Praxis häufig, und welche Voraussetzungen müssen Unternehmen schaffen, damit Einführung und Nutzung erfolgreich sind?**
3. **Künstliche Intelligenz hält zunehmend Einzug in Engineering- und PLM-Prozesse. Wo sehen Sie aktuell den größten praktischen Nutzen von KI im PLM?**



JAN NIESTRATH

Manager Industrial Machinery bei Autodesk

Bild: Autodesk

1 Ein modernes PLM-System muss heute den Kontext eines Produkts über den gesamten Entwicklungsprozess erhalten. Dazu gehören nicht nur CAD-Daten und Stücklisten, sondern auch Anforderungen, Varianten, Änderungen, Freigaben und die Entscheidungen dahinter. Entscheidend ist ein durchgängiger Digital Thread, damit Informationen nicht bei jedem System- oder Abteilungswechsel neu aufgebaut werden müssen. Gleichzeitig muss PLM offen und erweiterbar sein: Konstruktionsteams sollten weiter in ihren vertrauten Werkzeugen arbeiten können, während Produktdaten und Prozesse systemübergreifend verbunden bleiben. In diese Richtung gehen wir mit Inventor als erstem Fusion Connected Client und einer neuen agentischen PLM-Erfahrung, die die Zusammenarbeit zwischen Teams unterstützt. Die Voraussetzung dafür bleibt eine verlässliche Datenbasis.

2 PLM-Projekte scheitern aus meiner Sicht häufig dann, wenn sie primär als Softwareeinführung betrachtet werden. Ein neues System löst keine unklaren Prozesse, uneinheitlichen Daten oder fehlenden Verantwortlichkeiten. Wenn Produktinformationen mehrfach gepflegt werden, Freigabeprozesse nicht eindeutig sind oder Teams keinen Nutzen für ihre tägliche Arbeit erkennen, entsteht schnell ein neues Datensilo statt eines durchgängigen Prozesses. Deshalb würde ich nicht mit einem möglichst großen Transformationsprojekt beginnen, sondern mit einem konkreten Arbeitsablauf, bei dem der Nutzen messbar ist. Dafür braucht es saubere und zugängliche Daten, klare Verantwortlichkeiten, definierte Änderungs- und Freigabeprozesse sowie die Einbindung der Anwender von Anfang an. Wichtig ist außerdem, vorhandene Systeme sinnvoll anzubinden, statt alles auf einmal ersetzen zu wollen. Dass neben Technologie gerade Fähigkeiten und Organisation entscheidend sind, zeigt auch der aktuelle 2027 State of Design & Make Report: 56 Prozent der Befragten nennen mindestens eine qualifikationsbezogene Hürde bei der digitalen Transformation.

3 Den größten unmittelbaren Nutzen sehe ich dort, wo KI vorhandenes Engineering-Wissen schneller zugänglich und wiederverwendbar macht. Konstrukteure sollten nicht jedes Projekt bei null beginnen müssen. KI kann beispielsweise große Datenbestände in natürlicher Sprache durchsuchen, relevante Bauteile und frühere Entwicklungsstände finden oder Produktdaten und Anforderungen miteinander in Beziehung setzen. Der nächste Schritt ist, diese Unterstützung stärker in den Arbeitsablauf einzubetten. Eine agentische PLM-Umgebung kann dabei helfen, Aufgaben zwischen Teams zu koordinieren, Produktinformationen aktuell zu halten und Auswirkungen von Änderungen früher sichtbar zu machen. Dafür muss die KI Geometrie, Konstruktionsabsicht, Produktdaten, Fertigungsprozesse und Lifecycle-Anforderungen im jeweiligen Projektkontext verstehen. Die technische Verantwortung bleibt beim Menschen. Das entspricht auch dem aktuellen Reifegrad im Markt: 34 Prozent der Unternehmen implementieren bereits KI-gestützte Automatisierung, und 70 Prozent erwarten, dass KI repetitive Arbeit reduziert.



MARC VIDAL

Team Lead Systems & Integration bei Cadfem Germany

Bild: Cadfem

1 Die zentrale Herausforderung moderner Produktentwicklung ist nicht der Mangel an Daten, sondern deren durchgängige Verfügbarkeit und Verknüpfung in heterogenen Systemlandschaften. Steigende regulatorische Anforderungen machen Material- und Substanzinformationen zu einem strategischen Bestandteil der Produktentwicklung. Material-, Substanz- und Compliance-Daten müssen daher aktuell, zentral verfügbar und mit den relevanten Systemen und Werkzeugen wie CAD, CAE und ERP verknüpft sein. So können Konstruktion, Simulation, Einkauf, Produktion und Compliance auf derselben Datenbasis arbeiten und Risiken frühzeitig erkennen.

2 Projekte scheitern selten an der Technologie, sondern häufiger an unklaren Zielen und Verantwortlichkeiten. Unternehmen sollten gemeinsam mit dem Implementierungspartner definieren, welche Anwendungsfälle unterstützt und welche Informationen zwischen Systemen ausgetauscht werden müssen. Klare Zuständigkeiten und eine konsequente Daten-Governance schaffen die Grundlage für Akzeptanz und nachhaltigen Mehrwert.

3 Den größten praktischen Nutzen von KI sehe ich aktuell in der effizienteren Konfiguration und Anpassung von Lösungen an

individuelle Anforderungen. KI unterstützt dabei, Anforderungen schneller zu analysieren, Datenmodelle und Prozesse vorzuschlagen sowie Implementierungsaufwände zu reduzieren. Darüber hinaus besitzt KI großes Potenzial für den Endanwender, den Zugang zu technischem Wissen zu vereinfachen, Zusammenhänge schneller sichtbar zu machen und datenbasierte Entscheidungen zu unterstützen.



DR.-ING. CHRISTO APOSTOLOV

Senior Product Manager PLM bei Contact Software

Bild: Contact Software

1. Ein modernes PLM-System macht diese Komplexität beherrschbar, indem es vier Fähigkeiten auf einer gemeinsamen Datenbasis vereint: Variantenmanagement und Re-Use für Effizienz, Anforderungs- und Testdatenmanagement für durchgängige Traceability, Konfigurationsmanagement zur Erfüllung der Nachweispflicht sowie integriertes Projektmanagement zur gezielten Steuerung. Erst ihr Zusammenspiel ermöglicht es, individuelle Produkte schnell, wirtschaftlich und regelkonform zu entwickeln.

2. Häufig ist das Scheitern eines PLM-Projekts bereits in der Auswahlphase vorgezeichnet, insbesondere wenn Entscheidungen aus politischen Erwägungen statt auf Grundlage der fachlichen Fähigkeiten und Qualität des Systems getroffen werden. Für ein erfolgreiches PLM-Projekt kommt es daher darauf an, das passende System auszuwählen, die Key User frühzeitig einzubinden und für die Umsetzung erfahrene Fachleute einzusetzen.

3. Den größten praktischen Nutzen sehen wir derzeit bei Rechercheaufgaben. Gleichzeitig arbeiten die PLM-Anbieter mit Hochdruck daran, immer umfangreichere agentische Funktionen in ihre Systeme zu integrieren. Mittelfristig wird sich die Arbeit von Ingenieur*innen im PLM-System dadurch grundlegend wandeln: weg von der eigenständigen Ausführung einzelner Aufgaben hin zur Steuerung, Bewertung und Weiterverwendung der Ergebnisse



BENK-ANDRES BOLDT

Director Business Development bei Bechtle PLM

Bild: Bechtle PLM

1. Die steigende Komplexität lässt sich nur mit einer durchgängigen digitalen Produktdatenkette beherrschen. Ein modernes PLM-System muss deshalb Menschen, Prozesse und Systeme auf einer gemeinsamen Datenbasis verbinden. Entscheidend sind die Vernetzung von Entwicklung, Planung und Fertigung, die Auflösung von Datensilos sowie eine „Single Source of Truth" für alle Beteiligten. Nur wenn aktuelle und konsistente Informationen vom ersten Entwurf bis in die Produktion verfügbar sind, lassen sich diese Herausforderungen effizient beherrschen.

2. PLM-Projekte scheitern selten an der Software selbst. Häufige Ursachen sind isolierte Datenquellen, fragmentierte Prozesse, unklare Verantwortlichkeiten und fehlende Akzeptanz. Viele Unternehmen verfügen bereits über leistungsfähige CAD-, PDM-, PLM- oder ERP-Systeme, die jedoch nebeneinander statt miteinander arbeiten. Erfolgreich wird PLM, wenn eine klare Datenstrategie, definierte Prozesse und eine zentrale Orchestrierung der Informationsflüsse geschaffen werden.

3. Der größte praktische Nutzen liegt aktuell in der intelligenten Nutzung vorhandener Produkt- und Prozessdaten. KI kann Zusammenhänge erkennen, Wissen leichter zugänglich machen, Wiederverwendungspotenziale aufzeigen und Entscheidungen unterstützen. Ihr volles Potenzial entfaltet sie jedoch erst auf einer konsistenten und vernetzten Datenbasis. Deshalb sehe ich die größte Transformationskraft in der Kombination aus digitalem Zwilling und KI: Der digitale Zwilling schafft Transparenz über Produkte und Prozesse, KI macht diese Informationen nutzbar. So lassen sich Entwicklungszeiten verkürzen, Varianten besser beherrschen und Prozesse gezielt optimieren.



OLIVER ENGELSTADT

Leiter Business Unit Teamcenter bei Solid System Team

Bild: Solid System Team

1. Im Maschinen- und Anlagenbau treffen Variantenvielfalt, auftragsbezogene Konstruktion und das Zusammenspiel von Mechanik, Elektrik und Software aufeinander. Ein modernes PLM-System muss diese Komplexität strukturieren. Entscheidend sind vier Fähigkeiten: Erstens ein durchgängiges Varianten- und Konfigurationsmanagement, das kundenspezifische Aufträge aus modularen Baukästen und einer gemeinsamen Produktstruktur ableitet. Zweitens ein belastbares Änderungsmanagement mit klarer Versions- und Freigabelogik über alle Disziplinen hinweg. Drittens die nahtlose Integration von CAD-Systemen – auch in Multi-CAD-Umgebungen – und ERP, damit Stücklisten nicht doppelt gepflegt werden und die Datenführerschaft geregelt ist. Viertens die lückenlose Rückverfolgbarkeit von der Anforderung bis zum ausgelieferten Produktstand. Mit der ab Januar 2027 geltenden EU-Maschinenverordnung und dem Cyber Resilience Act müssen Hersteller nachweisen, welcher Produktstand mit welcher Dokumentation und Software ausgeliefert wurde. Webbasierte Oberflächen machen Produktdaten für Einkauf, Fertigung, Service und Zulieferer zugänglich, ohne dass jeder einen CAD-Arbeitsplatz benötigt.

2. PLM-Projekte scheitern selten an der Software, sondern meist an drei Mustern: Erstens: bestehende Umwege werden übernommen. Zweitens: das System zu stark individualisiert. Was bei der Einführung maßgeschneidert wirkt, macht spätere Releasewechsel teuer und bremst die Weiterentwicklung über Jahre und drittens: die Schnittstelle zum ERP-System bleibt ein Nebenthema, obwohl gerade hier im Maschinen- und Anlagenbau der größte Nutzen – und das größte Konfliktpotenzial – liegt. Erfolgreiche Projekte beginnen mit einer Bestandsaufnahme von Prozessen, Datenqualität und Verantwortlichkeiten. Darauf aufbauend definiert ein klares Zielbild die Prozesse und die Datenführerschaft. Empfehlenswert ist ein standardnaher Einstieg mit schrittweisem Ausbau statt eines überladenen Großprojekts. Ebenso wichtig sind die Einbindung aller Fachbereiche, eine realistische Datenmigration und praxisnahe Schulungen. Nach dem Go-live sichern interne Verantwortliche und ein erfahrener Partner die kontinuierliche Weiterentwicklung des Systems.

3. Den größten praktischen Nutzen von KI sehe ich darin, vorhandenes Produktwissen schneller auffindbar und wiederverwendbar zu machen. In PLM-Systemen steckt jahrzehntelanges Wissen über Bauteile, Baugruppen und Dokumente. Dennoch wird oft neu konstruiert, was bereits existiert, weil passende Teile nicht gefunden werden. KI unterstützt hier mit geometriebasierter

FRAGEN AN DIE EXPERTEN:

1. **Individualisierung, kürzere Entwicklungszyklen und steigende regulatorische Anforderungen erhöhen die Komplexität in der Produktentwicklung. Welche Fähigkeiten muss ein modernes PLM-System bieten, um diese Komplexität beherrschbar zu machen?**
2. **Woran scheitern PLM-Projekte in der Praxis häufig, und welche Voraussetzungen müssen Unternehmen schaffen, damit Einführung und Nutzung erfolgreich sind?**
3. **Künstliche Intelligenz hält zunehmend Einzug in Engineering- und PLM-Prozesse. Wo sehen Sie aktuell den größten praktischen Nutzen von KI im PLM?**

Ähnlichkeitssuche, reduziert die Teilevielfalt und spart Aufwand in Konstruktion, Einkauf und Lager. Auch Kalkulationen und Angebote lassen sich durch den Vergleich mit ähnlichen Vorprojekten beschleunigen. Weitere Einsatzfelder sind KI-Assistenten, die Anforderungen und Änderungsanträge zusammenfassen, Auswirkungen auf die Produktstruktur aufzeigen und die Datenqualität prüfen. Voraussetzung ist eine saubere Datenbasis, denn KI ist nur so gut wie die verfügbaren Daten. Das PLM liefert dafür den nötigen Produktkontext. Ziel ist nicht, Ingenieure zu ersetzen, sondern sie von Such- und Routineaufgaben zu entlasten, damit mehr Zeit für echte Entwicklungsarbeit bleibt.



JEROEN BURING

Senior Director Eurocentral bei Dassault Systèmes

Bild: Dassault Systèmes

1 Ein modernes PLM-System muss Produktdaten, Prozesse und Engineering-Disziplinen über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg miteinander verbinden. Unsere 3D Experience Plattform schafft dafür eine gemeinsame Daten- und Kollaborationsbasis für Entwicklung, Simulation und Fertigung und ermöglicht so fundierte Entscheidungen. Ein zentraler Baustein ist der virtuelle Zwilling: Produkte und Prozesse lassen sich frühzeitig virtuell abbilden und unter verschiedenen Bedingungen testen. So können Varianten schneller bewertet, Risiken früher erkannt und kostenintensive physische Prototypen reduziert werden.

2 PLM-Projekte scheitern oft daran, dass sie primär als Softwareeinführung verstanden werden. Wird bestehende Brownfield-Komplexität lediglich digital nachgebaut, steigen Customizing-Aufwand, Kosten und Update-Hürden. Erfolgreich wird PLM durch eine an Geschäftszielen ausgerichtete Umsetzung und sinnvoll standardisierte Prozesse mit der zugehörigen Infrastruktur. Die frühzeitige Einbindung der Fachbereiche und gezieltes Change-Management sind dabei entscheidend. PLM ist damit kein reines Softwareprojekt, sondern eine unternehmensweite Transformation.

3 Der Mehrwert von KI entsteht dort, wo sie industriellen Kontext versteht. Denn Engineering-Entscheidungen basieren auf komplexen Zusammenhängen aus Produktdaten, Modellen, Anforderungen, Simulationen und Prozessen. Der Industrial-AI-Ansatz von Dassault Systèmes verbindet KI mit genau diesem Engineering-Wissen. Virtual Companions nutzen Produktdaten, Simulationen, virtuelle Zwillinge und Unternehmensprozesse und können so Zusammenhänge schneller erfassen, Wissen kontextbezogen bereitstellen und bessere PLM-Entscheidungen unterstützen.



DR.-ING. KAI LINDOW

ist Bereichsleiter Digital Engineering beim Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK Bild: Fraunhofer IPK

1 Ein modernes PLM-System muss vor allem die richtigen Daten miteinander verbinden und dafür sorgen, dass daraus nutzbare Informationen für das Unternehmen entstehen, idealerweise in Form von sogenannten Datenprodukten. Dafür braucht es eine solide Grundfunktionalität, gleichzeitig aber auch die Offenheit, eigene und externe digitale Anwendungen einzubinden. Dazu können auch vertrauenswürdige KI-Anwendungen gehören. Entscheidend ist zudem eine hohe Datenqualität. Nur wenn Daten vollständig, aktuell und nachvollziehbar sind, können Unternehmen sie effizient nutzen und zugleich steigende regulatorische Anforderungen zuverlässig erfüllen.

2 PLM-Projekte scheitern häufig weniger an der Technik als an fehlender Klarheit bei Verantwortlichkeiten und Zielen im Unternehmen. Ein neues System allein löst keine organisatorischen Probleme. Unternehmen müssen deshalb zunächst klären, was im Unternehmen verbessert werden soll und welcher konkrete Nutzen für die jeweiligen Stakeholder entstehen soll. Entscheidend sind außerdem ein gemeinsames Verständnis des Zielbilds, klare Verantwortlichkeiten und die frühzeitige Einbindung der Nutzenden.

3 Den größten praktischen Nutzen sehe ich derzeit bei der Suche, Aufbereitung und Nutzung von vorhandenem Wissen. In der Produktentwicklung entstehen große Mengen an Anforderungen, Spezifikationen, Modellen und weiteren Produktdaten, die heute oft nur mit viel Erfahrungswissen auffindbar sind. KI kann helfen, dieses Wissen schneller zugänglich zu machen und Zusammenhänge sichtbar zu machen. Besonders interessant ist für mich deshalb weniger die vollautomatische Entwicklung von Produkten, sondern die effiziente Unterstützung der Entwicklungsprozesse.



WOLFGANG HUBER

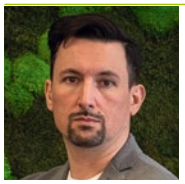
Geschäftsführer Industrie bei Mensch und Maschine Deutschland

Bild: Mensch und Maschine Deutschland

1 Individualisierung erfordert einen klaren Prozess zur Erfassung der individuellen Anforderungen, die sich durch alle Phasen der Entwicklung und Fertigung ziehen. Kürzere Entwicklungszeiten werden unterstützt, indem Vorgänge, die bisher seriell abliefen, parallel in Angriff genommen werden – die Möglichkeit dazu wird erst mittels eines PLM-Systems erkannt. Intelligente Automatismen verkürzen Arbeitszeiten, die zentrale Datenhaltung schafft Transparenz und damit eine bessere Grundlage für Entscheidungen.

2 Es gibt zwei Hauptgründe: Unternehmen erwarten, dass das zukünftige PLM-System trotz unspezifischer Vorstellungen zunächst in einem Pflichtenheft zu 100 Prozent beschrieben wird, anstatt mit einem MVP, der kleinstmöglichen lauffähigen Lösung zu beginnen, diese vielen Nutzern zur Verfügung zu stellen, und sich mit agiler Implementierung dem Ziel zu nähern. Daneben werden Nutzer nicht ausreichend auf die Änderung der Arbeitsweise vorbereitet, der Sinn der Einführung wird nicht vermittelt. Das führt zu Verzögerungen und am Ende zur Ablehnung des Systems.

3 Aktuell hilft KI im PLM als Assistent für Recherche, Zusammenfassungen und Analysen. In Zukunft wird KI ganze Prozesse mitgestalten, auswerten und optimieren. Im Engineering allgemein wird eine nach Firmenvorgaben trainierte KI Lösungsvorschläge für Aufgaben machen, die sich aus den Erfahrungswerten der bisherigen Projekte ergeben. Entwickler werden von Routineaufgaben entlastet und haben den Raum, ihre Kreativität entfalten. Entscheidend ist dabei, KI nicht als Selbstzweck zu sehen, sondern gezielt dort einzusetzen, wo sie Prozesse vereinfacht, Qualität erhöht und Entscheidungen unterstützt.



ANDREAS KRATZ

Director Business Development & Sales bei TT PSC

Bild: Transition Technologies PSC Germany

1 Ein modernes PLM-System muss mehr als Daten verwalten. Es muss einen durchgängigen Digital Thread schaffen, der Mechanik, Elektronik und Software über den gesamten Produktlebenszyklus verbindet. Entscheidend sind Varianten- und Konfigurationsmanagement, End-to-End-Traceability, Änderungsmanagement und die Integration von PLM, ALM, ERP und MES. Offenheit und standardisierte Schnittstellen wie REST APIs ermöglichen die flexible Anbindung bestehender Systeme. Mit dem Einsatz von KI gewinnen zudem MCP-basierte Integrationskonzepte an Bedeutung. Nur eine offene Plattform kann sich schnell an neue Anforderungen anpassen und zukünftige Technologien integrieren.

2 PLM-Projekte scheitern selten an der Technologie, sondern an Prozessen, Daten und Organisation. Häufig fehlen klare Ziele, einheitliche Arbeitsweisen oder die Akzeptanz der Anwender. Erfolgreiche Unternehmen verstehen PLM als Business-Transformation statt als IT-Projekt. Voraussetzung sind saubere Prozesse, eine klare Datenstrategie und die enge Einbindung der Fachbereiche. Wichtig ist, Organizational Change Management von Beginn an mitzudenken und nicht erst nach der Einführung zu adressieren. Erst wenn Prozesse, Daten und Menschen zusammenspielen, entsteht echter Mehrwert.

3 Der größte Nutzen von KI im PLM liegt heute in der intelligenten Nutzung vorhandener Produktdaten. KI hilft, Anforderungen zu analysieren, Zusammenhänge über Systemgrenzen hinweg zu erkennen, Traceability zu automatisieren und Auswirkungen von Änderungen schneller zu bewerten. Agentisierte KI im PLM minimiert die Durchlaufzeit der Entwicklung. Viele Schritte von Suche und Analyse über Dokumentation, Bewertung und Gestaltung können reduziert werden. Prozessgestaltung mit KI im PLM bedeutet schnelleren Output, kürzere Time-to-Market und maximale Effizienz. KI ersetzt dabei nicht den Ingenieur, sondern unterstützt ihn als intelligenter Copilot.



DR. FLORIAN HARZENETTER

Global Advisor Industrials bei PTC

Bild: PTC

1 Ohne zentrale Datenquelle und effiziente Zusammenarbeit über Team- und Unternehmensgrenzen hinweg ist diese Komplexität kaum beherrschbar. Zeitgemäße PLM-Systeme müssen daher eine durchgängige Datenbasis schaffen. Anforderungen, Produktarchitektur, Produktdaten, Stücklisten, Änderungen und regulatorische Nachweise müssen disziplin- und systemübergreifend verknüpft und nachvollziehbar sein. Mit Codebeamer erweitert PTC den PLM-Begriff auf frühe Entwicklungsphasen. PTC Orbit geht weiter: Es verbindet Daten aus PLM, ERP, CRM, Service und IoT in einer gemeinsamen Datenbasis.

2 PLM-Projekte sind heute erfolgreicher als zu Beginn der PLM-Ära. Wenn, dann scheitern sie selten allein aufgrund der Technologie. Häufigste Ursachen sind das Fehlen klarer Ziele sowie eines gut abgestimmten und kommunizierten Change-Prozesses für alle betroffenen Abteilungen und Stakeholder. Er sollte Mitarbeitende befähigen und ermutigen, neue Systeme zu nutzen und Arbeitsweisen zu verändern.

3 Wir sehen für KI im Wesentlichen zwei Szenarien: Erstens eingebettet in unsere Lösungen. Hier unterstützt KI die Nutzer direkt in ihrer Arbeitsumgebung und beschleunigt und vereinfacht Arbeitsabläufe. In Windchill erschließen KI-Tools Produktinformationen oder identifizieren doppelte Teile. Zweitens verbessern wir mit KI die Zusammenarbeit im System und über Systeme hinweg. Dank offener Schnittstellen lassen sich Workflows zwischen PLM, ERP und MES effizienter gestalten. So schaffen die Daten im PLM-System größeren Mehrwert fürs Gesamtunternehmen. Diesen Ansatz nennen wir ‚Intelligent Product Lifecycle'.



DR. STEFFEN KUNNEN

Head of Product für Pro.File bei Revalize

Bild: Revalize

1 Ein verlässliches Datenfundament ist Grundvoraussetzung für PLM. Ein modernes System muss Datenkonsistenz über den Lebenszyklus sicherstellen, Prozesse und Abteilungen verknüpfen und zu ERP, CAD und KI integrierbar sein. Bei hoher Individualisierung und kurzen Entwicklungszyklen sind belastbare Multi-CAD- und Stücklistenverwaltung sowie die Möglichkeit, Anpassungen ohne eigenes IT-Projekt umzusetzen, erforderlich. Das Product Data Backbone von Pro.File schafft dafür die zentrale Datenbasis als Single Source of Truth. Diese wird unverzichtbar, wenn Unternehmen Compliance-Nachweise erbringen müssen, etwa im Rahmen der EU-Maschinenverordnung oder des Digital Product Passports.

2 Viele PLM-Projekte scheitern, weil Unternehmen bestehende Prozesse unüberprüft digitalisieren. Erfolgreiche Implementierungen beleuchten, wie ein Unternehmen tatsächlich arbeitet und wo Workarounds greifen. Das erfordert klare Verantwortlichkeiten und einen Business Case, sonst bleibt PLM schnell ein IT-Projekt, bei dem Systeme ausgetauscht werden, aber kein Mehrwert entsteht. Wer zusätzlich nah am Standard bleibt, hält das System langfristig wartbar und Konfigurationen reduzieren Custom-Code-Abhängigkeiten. Deshalb starten wir mit dem klaren Prozessdesign und schaffen Akzeptanz, indem wir betroffene Teams früh einbinden.

3 Semantische Suche, Anomalieerkennung, Auswirkungsanalysen und schnellere Dokumentationsprozesse mit Hilfe von KI sind bereits im Einsatz. Das funktioniert nur, wenn das Datenfundament stimmt: KI-Antworten sind nur so gut wie die Daten, auf denen sie basieren. KI kann fehlende Informationen nicht kompensieren – sie erfindet sie – und fragmentierte Daten führen zu unzuverlässigen Ergebnissen. Generative Konstruktion scheitert noch an fehlender Nachvollziehbarkeit und mangelndem Vertrauen. Fazit: Datenqualität ist die eigentliche KI-Strategie.

DER FAKTOR WERKSTOFF

Von der Idee bis zur Entsorgung bilden PLM-Systeme das Produktleben in allen Facetten ab. Eine davon wird oberflächlich abgehandelt: Die der Werkstoffe. Dieser Beitrag zeigt auf, wie Unternehmen durch eine ans PLM angebundene digitale Materialmanagement-Lösung bessere Werkstoffentscheidungen treffen und bei den Dokumentationspflichten des Digital Product Passport (DPP) entlastet werden.

» **VON ALEXANDER KUNZ**

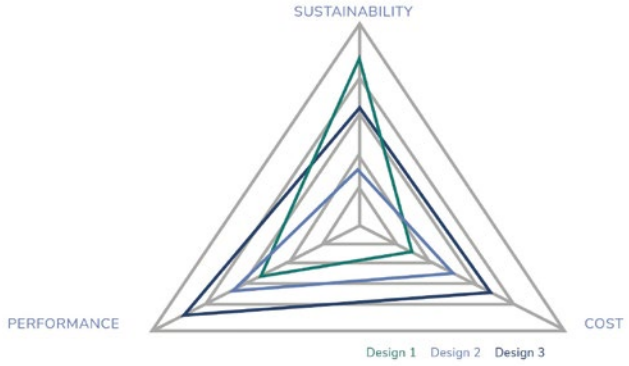


Ansys Granta MI bettet Werkstoffwissen in digitale Entwicklungsprozesse ein. Erst dadurch entsteht ein durchgängiger Informationsfluss vom Werkstoff über die Entwicklung bis hin zum DPP.
Bild: ©Rcy/stock.adobe.com (generiert mit KI)

Die Datenmenge, die bei Entwicklung, Validierung, Herstellung, Betrieb und Entsorgung industrieller Produkte entsteht und verwaltet werden muss, ist ohne PLM-Systeme (Product Lifecycle Management) nicht mehr beherrschbar: Ob CAD- oder CAE-Daten, Stücklisten, Bezugsquellen, Änderungshistorien oder Produktinformationen unterschiedlichster Art – ein stringentes und gepflegtes PLM-System als „Single Source of Truth" gibt allen Beteiligten einen schnellen Zugang und Überblick über wesentliche Informationen.

Die Bedeutung von Werkstoffinformationen nimmt zu

Auch Materialdaten haben ihren Platz im PLM-System. Für Entwicklungsingenieure und Werkstoffspezialisten ist die hinterlegte Informationstiefe allerdings oft zu gering. Denn niemand weiß besser, wie sich ein Material unmittelbar auf verschiedene Produkteigenschaften auswirken kann – auf Performance, Kosten und Herstellbarkeit, aber auch Compliance und regulatorische Konformität, die ihrerseits regional variiert. Und keine Substanz ist wie die andere – schon winzige Details bei der Zusammensetzung können den Unterschied machen. Man sieht: Beim Thema Werkstoffe liegen oft noch große technische und wirtschaftliche Potenziale, die nicht ausgeschöpft werden.



Ein professionelles Materialmanagement-System unterstützt Unternehmen, bei der Werkstoffwahl die optimale Balance aus Leistung, Kosten sowie Nachhaltigkeits- und Compliance-Kriterien zu ermitteln. Bild: Cadfem

Digitale Materialintelligenz

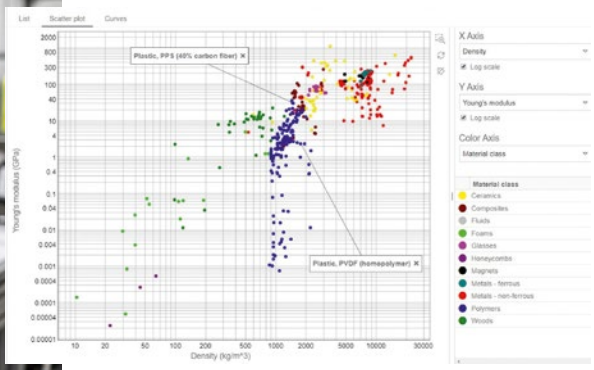
Ein zukunftsfähiger PLM-Ansatz braucht daher auch ein dezidiertes Werkstoffmanagement – oder die Anbindung an ein Expertensystem. Hier kommt Ansys Granta MI ins Spiel. Das „MI" steht für „Material Intelligence". Die Plattform wird für das unternehmensweite Management von Werkstoffwissen eingesetzt und stellt Informationen strukturiert, qualitätsgesichert und aktuell für Entwicklung, Simulation, Compliance, Einkauf und Nachhaltigkeitsbewertungen bereit. Entwicklungsingenieuren profitieren von diesem 360-Grad-Blick, weil sie Werkstoffentscheidungen auf einer belastbaren mehrdimensionalen Datenbasis treffen können. Statt Kennwerte aus unterschiedlichen Quellen zusammenzutragen und Kompromisse einzugehen, erhalten Konstrukteure und Berechnungsingenieure von Granta MI stets aktuelle und vollständige Datensätze. Granta MI ist somit die „Single Source of Truth" zum unternehmensinternen Materialwissen. Das reduziert Risiken, beschleunigt Entwicklungsprozesse und erhöht die Qualität technischer Entscheidungen im Hinblick auf Kosten, Compliance und Nachhaltigkeitsfragen.

DIE HINTERLEGTE INFORMATIONSTIEFE VON MATERIALDATEN IM PLM-SYSTEM IST OFT ZU GERING.

Materialintelligenz und PLM

Der „Digital Thread" moderner Produktentwicklungsprozesse lebt zu großen Teilen von den Produkt- und Prozessinformationen im PLM-System. Auch Materialinformationen fließen ein. Da sie meist aus unterschiedlichen Quellen stammen, geht dies auf Kosten von Genauigkeit und Effizienz. Granta MI löst solche Datensilos auf und kann zudem an bestehende PLM-, ERP-, CAD- und CAE-Landschaften angebunden werden. Das PLM-System bleibt die führende Instanz für Produktstrukturen, Stücklisten, Konfigurationen und Änderungsprozesse. Granta MI übernimmt die Verwaltung von Werkstoffdaten, Materialeigenschaften, den zugehörigen Prüf- und Versuchsergebnissen, Compliance-Informationen sowie Nachhaltigkeitskennzahlen Die Integration verknüpft beide Informationswelten. Wird beispiels-





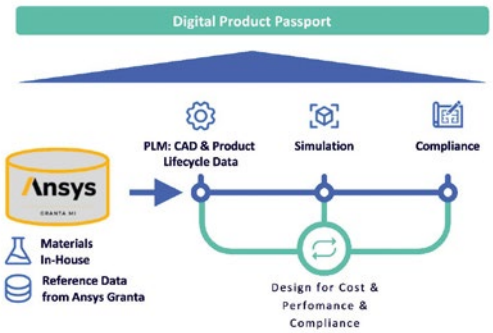
Materialauswahl mit Granta MI: Kandidaten lassen sich nach Eigenschaften filtern und vergleichen (hier Dichte gegenüber E-Modul); Compliance, Kosten und Nachhaltigkeit können ebenso einfließen. Bild: Cadfem

weise in einer Stückliste ein bestimmter Werkstoff referenziert, stellt Granta MI dessen Eigenschaften sofort bereit. Alle Änderungen, Materialfreigaben oder Compliance-Stati werden zentral gepflegt und sind jederzeit in ihrer aktuellen Version von allen beteiligten Instanzen abrufbar.

Der Digitale Produktpass

Eine zusätzliche Dynamik erhält der Umgang mit Werkstoffwissen durch den Digital Product Passport (DPP). Mit den verschärften europäischen Anforderungen rund um Kreislaufwirtschaft, Nachhaltigkeit und Transparenz wächst der Bedarf an belastbaren Produktdaten entlang des gesamten Lebenszyklus. Unternehmen müssen künftig deutlich genauer dokumentieren können, welche Materialien eingesetzt wurden, aus welchen Quellen sie stammen, welche Umweltwirkungen mit ihnen verbunden sind und dass regulatorische Anforderungen erfüllt werden.

Viele der dafür benötigten Informationen entstehen im Engineering-Prozess, werden aber häufig nicht strukturiert erfasst. Werkstoffmanagement entwickelt sich auch deshalb von einer technischen Spezialdisziplin zu einer gesamtheitlichen strategischen Unternehmensaufgabe. Ohne eine ans Unternehmenssystem angebundene zentrale Verwaltung von Materialinformationen wird die Bereitstellung eines konsistenten DPP erheblich erschwert.



Als Zusatzbaustein zu PLM mit dem Fokus auf Werkstoffe unterstützt Ansys Grata MI Unternehmen, die Vorgaben des DPP zu erreichen und ihre Erfüllung transparent nachzuweisen. Bild: Cadfem

Granta MI kann gerade auch dafür eine entscheidende Rolle spielen: Die Plattform ermöglicht die strukturierte Bereitstellung von Materialstammdaten, Stoffinformationen, Compliance-Nachweisen, Nachhaltigkeitskennzahlen und weiteren werkstoffbezogenen Informationen. Um die Lücken bei den unternehmensintern vorhandenen Daten zu füllen, können die umfangreichen Referenzdaten verwendet werden; sowohl aus mehreren Quellen erstellte generische Daten als auch konkrete Messdaten, Herstellerdatenblätter oder Normen. Für die kommenden DPP-Anforderungen entsteht in Verbindung mit den Produktstrukturen des PLM-Systems eine belastbare Datengrundlage. Die eigentliche Stärke der Lösung liegt nicht nur in der Speicherung von Materialdaten, sondern auch in der Fähigkeit, Werkstoffwissen in digitale Entwicklungsprozesse einzubetten. Erst dadurch entsteht ein durchgängiger Informationsfluss vom Werkstoff über die Entwicklung bis hin zum DPP. Granta MI ist mehr als eine weitere Spezial-Software, sie ist ein wichtiger Zusatz-Baustein einer modernen PLM-Strategie. « **KIS**

Alexander Kunz ist Redakteur bei Cadfem Germany.

Webinar-Tipp:

DIGITALER PRODUKTPASS & DIGITAL ENGINEERING

Wer die für den Digitalen Produktpass (DPP) erforderlichen Datenstrukturen frühzeitig aufbaut, schafft die Grundlage für effizientere Prozesse, fundierte Produktentscheidungen und eine stärkere Differenzierung im Markt. Anforderungen, Tipps und Lösungen gibt das Webinar „Materialdaten durchgängig nutzen" von Cadfem und dem Standardisierungsspezialisten GS1 Switzerland am 2. November 2026.

Infos und Anmeldung auf GS1.ch

INNEO®
That's IT.



Virtual
T-Days

Online-Eventreihe mit **14 Themen** rund um Digitalisierung, Produktentwicklung, KI und vieles mehr – u. a. mit diesem Webinar:

Regulatorien im Engineering

Produktdaten durchgängig und zukunftssicher nutzen

Wie lassen sich neue regulatorische Anforderungen sicher umsetzen? Erfahren Sie, wie DPP, AAS und Windchill Produktdaten durchgängig nutzbar machen.

12. November 2026
10:05 – 11:50 Uhr

Jetzt anmelden

Alle Informationen:
- 14 kostenfreie Webinare
- 3.11. – 3.12. 2026
- Alle Termine unter inneo.de/virtual-tdays-2026

SERVITIZATION: VON DER BASIS ZUR STRATEGISCHEN RESSOURCE

Maschinen und Anlagen sind nach dem Verkauf oft jahrzehntelang im Einsatz. In dieser Zeit liegen erhebliche Wertschöpfungspotenziale, die viele Hersteller noch nicht ausschöpfen. Lesen Sie hier, welche Voraussetzungen Unternehmen schaffen müssen, um diese zu nutzen. » **VON FLORIAN HARZENETTER**



Ein Intelligent Product Lifecycle, also ein KI-gestützter digitaler Faden über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg, ist das Fundament für Servitization.

Eine Maschine oder Anlage wird einmal konzipiert, gebaut und verkauft. Genutzt wird sie dagegen oft über Jahrzehnte. Während ihres langen Lebenszyklus muss sie immer wieder gewartet, instandgehalten und oft auch modernisiert werden. Für Hersteller bietet sich jedes Mal die Chance, einen zusätzlichen Kundennutzen zu schaffen, relevante Informationen aus der Anlage zu gewinnen und neue Umsätze zu generieren.

„Für jeden Dollar Umsatz im Verkauf unserer Anlagen erzielen wir bis zu zwölf Dollar Umsatz durch Serviceleistungen", sagte Kevin Bollom in seiner früheren Position als Vice President Quality & Customer Experience bei Trane Technologies. Ähnliches zeigt eine aktuelle Studie der Boston Consulting Group: Bei Maschinenherstellern mit direktem Kundenkontakt entfallen im Durchschnitt rund 33 Prozent des Umsatzes auf Aftermarket Services. Interessant ist die Profitabilität: Die Bruttomarge bei diesen Services ist laut BCG etwa doppelt so hoch wie beim Verkauf neuer Maschinen.

KUNDEN ERWARTEN NICHT NUR EINE MASCHINE, SONDERN VERLÄSSLICHEN OUTPUT.

Hinzu kommt ein weiterer Vorteil von Serviceleistungen: Sie sind deutlich weniger konjunkturabhängig als der Produktverkauf, weil sie auf bestehenden Anlagen basieren. Das Neugeschäft hingegen hängt stark davon ab, ob Kunden ihre Kapazitäten erweitern oder bestehende Maschinen und Anlagen ersetzen – und damit auch von der wirtschaftlichen Situation.

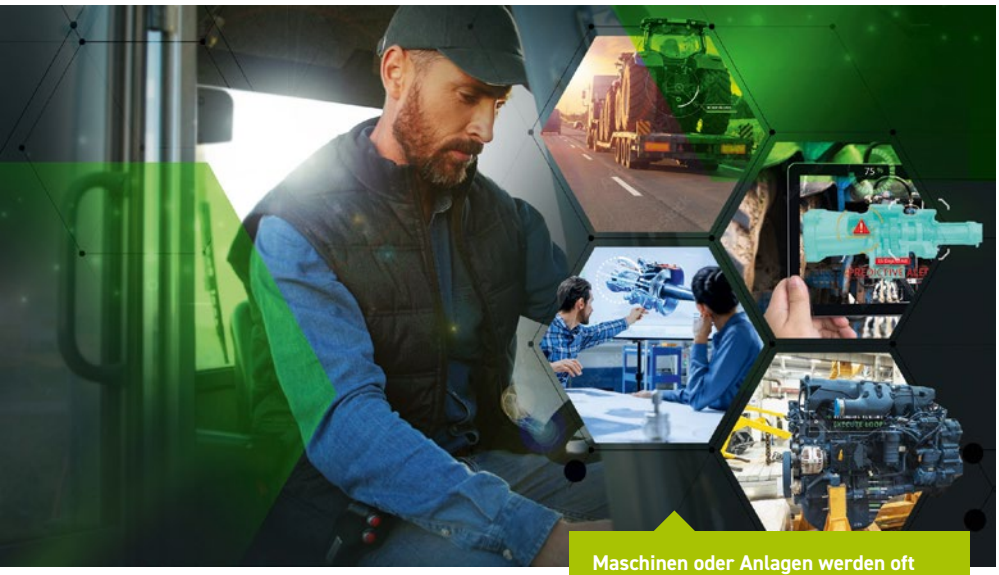
Service als Teil des Geschäftsmodells

Dennoch betrachten viele Unternehmen den Service noch immer als nachgelagerte Funktion. Servitization dreht diese Logik um. Das Konzept bezeichnet die systematische Erweiterung des klassischen Produktgeschäfts um ergebnisorientierte Serviceangebote. Neben klassischen Dienstleistungen wie Wartung, Inspektion und vorbeugende Instandhaltung rücken integrierte Angebote wie zum Beispiel Installationsleistungen, Lifecycle-Serviceverträge, Upgrades und Modernisierungen sowie Überwachungs- und Verfügbarkeitsdienste in den Fokus. Hinzu kommen softwarebasierte Services, etwa Ferndiagnose, Anwenderführung oder Leistungsoptimierung.

Die wichtigsten Treiber hat die aktuelle Studie „The Path to Industrial Servitization" von Field Service Insights im Auftrag von PTC untersucht. Hierfür wurden vor allem Unternehmen befragt, die Servitization schon in ihrer Strategie verankert haben oder diese aktuell einführen. Neben höheren Produkt- und Servicemargen (rund 50 Prozent) nennen sie vor allem eine stärkere Differenzierung im Wettbewerb (44 Prozent). Gut ein Drittel sieht zudem eine wachsende Nachfrage nach ergebnisbasierten Modellen. Kunden erwarten demnach nicht mehr nur eine Maschine, sondern verlässlichen Output, etwa hinsichtlich Verfügbarkeit, Durchsatz oder Energieeffizienz.

Die installierte Basis als Ressource

Mit Servitization wird die installierte Basis zur strategischen Ressource. Doch viele Hersteller wissen gar nicht: Wo befinden sich unsere Produkte? Wie werden sie genutzt? In welchem Zustand sind sie aktuell? Nur wer Fragen wie diese beantworten kann, ist in der Lage, Wartungsbedarfe frühzeitig zu erkennen, Serviceeinsätze gezielt zu planen und Ersatzteilbestände effizient zu steuern –



Maschinen oder Anlagen werden oft jahrzehntelang genutzt und müssen in dieser Zeit mehrfach gewartet und instandgehalten werden – die Chance für Hersteller, zusätzlichen Kundennutzen zu schaffen, Informationen zu gewinnen und neue Umsätze zu generieren.
Bilder: PTC

oder weitergehende Dienstleistungen anzubieten. Hierfür müssen Daten, Prozesse und Organisation konsequent auf Servitization ausgerichtet werden.

Die Basis hierfür bildet ein Intelligent Product Lifecycle. Dieser KI-gestützte digitale Faden umfasst den gesamten Produktlebenszyklus, von der ersten Anforderung über die Entwicklung und Fertigung bis hin zum Service und wieder zurück in die Definition und das Design.

Bei den meisten Herstellern ist der Produktlebenszyklus von der Entwicklung bis zur Fertigung bereits durchgängig digital abgebildet. Jede Revision, jede Konfiguration und jeder Änderungsauftrag werden im PLM nachverfolgt. Diese Transparenz endet jedoch meist mit der Auslieferung.

SERVITIZATION-MODELLE KÖNNEN ZU HÖHEREN MARGEN UND PLANBAREN UMSÄTZEN BEITRAGEN.

Es liegen zwar Daten zum „As-Maintained"-Zustand einer Maschine vor, sie sind jedoch auf verschiedene Systeme verteilt, die nicht verbunden sind. Ein konsistentes Bild des aktuellen Anlagenbestands lässt sich daraus kaum gewinnen.

An dieser Stelle setzt PTC Orbit an. Die KI-gestützte, Cloud-native Plattform verknüpft und kontextualisiert die heute meist verteilt vorliegenden Informationen aus verschiedenen Unternehmenssystemen (PLM, ERP, CRM, IoT, EAM, FSM, etc.) zu einer einheitlichen Sicht auf die Assets. So entsteht ein vollständiges „System of Record" für Asset-Daten. Mithilfe der integrierten KI-Anwendungen lassen sich Servicemuster und Ausfalltrends erkennen sowie Asset-Health-Scores ermitteln. Zudem kann der Service- und Wartungsbedarf nach Asset-Gruppe, Kunde und Region prognostiziert werden. Abhängig vom Nutzerkontext stellt PTC Orbit die jeweils relevanten Erkenntnisse bereit. So können verschiedene Unternehmensbereiche die Asset-Daten für ihre spezifischen Aufgaben nutzen.

Servitization beginnt in der Entwicklung

Ausgangspunkt für Servitization ist die Produktentwicklung. Wenn Maschinen und Anlagen später überwacht, gewartet, aktualisiert und leistungsorientiert betrieben werden sollen, müssen Datenmodelle, Konnektivität, Wartungsfreundlichkeit und Ersatzteilstrategien von Anfang an berücksichtigt werden. Gleichzeitig bietet Servitization einen enormen Mehrwert auch für die Produktentwicklung. Eine neue Maschine ist in der Regel nicht gänzlich neu, sondern vielmehr die Weiterentwicklung einer bestehenden. Dabei stützen sich Entwicklungsteams bisher vor allem auf das Wissen und die Konstruktionsdaten aus dem bestehenden Produktportfolio.

Ein Servitization-Modell ermöglicht es ihnen zudem, reale Nutzungs- und Leistungsdaten aus der installierten Basis einzubeziehen. Der Vergleich von Designabsicht und tatsächlichem Verhalten zeigt, was sich im Einsatz bewährt, welche Komponenten über- oder unterdimensioniert sind und welche Funktionen besonders häufig genutzt werden. Diese Erkenntnisse können in die Entwicklung der nächsten Produktgeneration einfließen, sodass diese reale Kundenprobleme lösen und praxisrelevante Verbesserungen bieten kann.

Fazit

Konsequent umgesetzte Servitization-Modelle können zu höheren Margen und besser planbaren Umsätzen beitragen. Zugleich vermitteln die Daten aus der installierten Basis den Herstellern ein besseres Verständnis ihrer Produkte und Kunden. Damit können sie sich vom reaktiven Problemlöser zum proaktiven, strategischen Partner entwickeln. « KIS

Dr. Florian Harzenetter ist Global Advisor Industrials bei PTC.

VIER ANSATZPUNKTE FÜR ERFOLGREICHE SERVITIZATION

1. **Zustandsbasierte Wartung ausbauen:** Wettbewerbsvorteile entstehen vor allem durch KI-gestützte Analysen. Sie helfen, drohende Störungen zu beseitigen, bevor sie die Produktion beeinträchtigen. Damit Prognosen immer genauer und zuverlässiger werden, müssen fortlaufend Betriebsdaten und das Wissen verschiedener Unternehmensbereiche einfließen.
2. **Entwicklung, Produktion und Service verzahnen:** Damit Aspekte wie Wartungsfreundlichkeit, Ersatzteilstrategien und geeignete Datenmodelle in die Produktentwicklung einfließen können, braucht es die enge Verzahnung von Engineering, Produktion und Service.
3. **Leistungen und Ergebnisse klar vereinbaren:** Bei ergebnisbasierten Geschäftsmodellen orientiert sich die Vergütung weniger am Zeit- und Materialaufwand als an den Ergebnissen für den Kunden. Voraussetzung hierfür sind transparente Vertragsbedingungen und messbare KPIs.
4. **Den Wandel organisatorisch verankern:** Mitarbeitende müssen für ihre veränderten Aufgaben befähigt werden. Zudem ist Service im ganzen Unternehmen nicht mehr nur als Kostenstelle zu betrachten, sondern als eigenständiger Werttreiber.

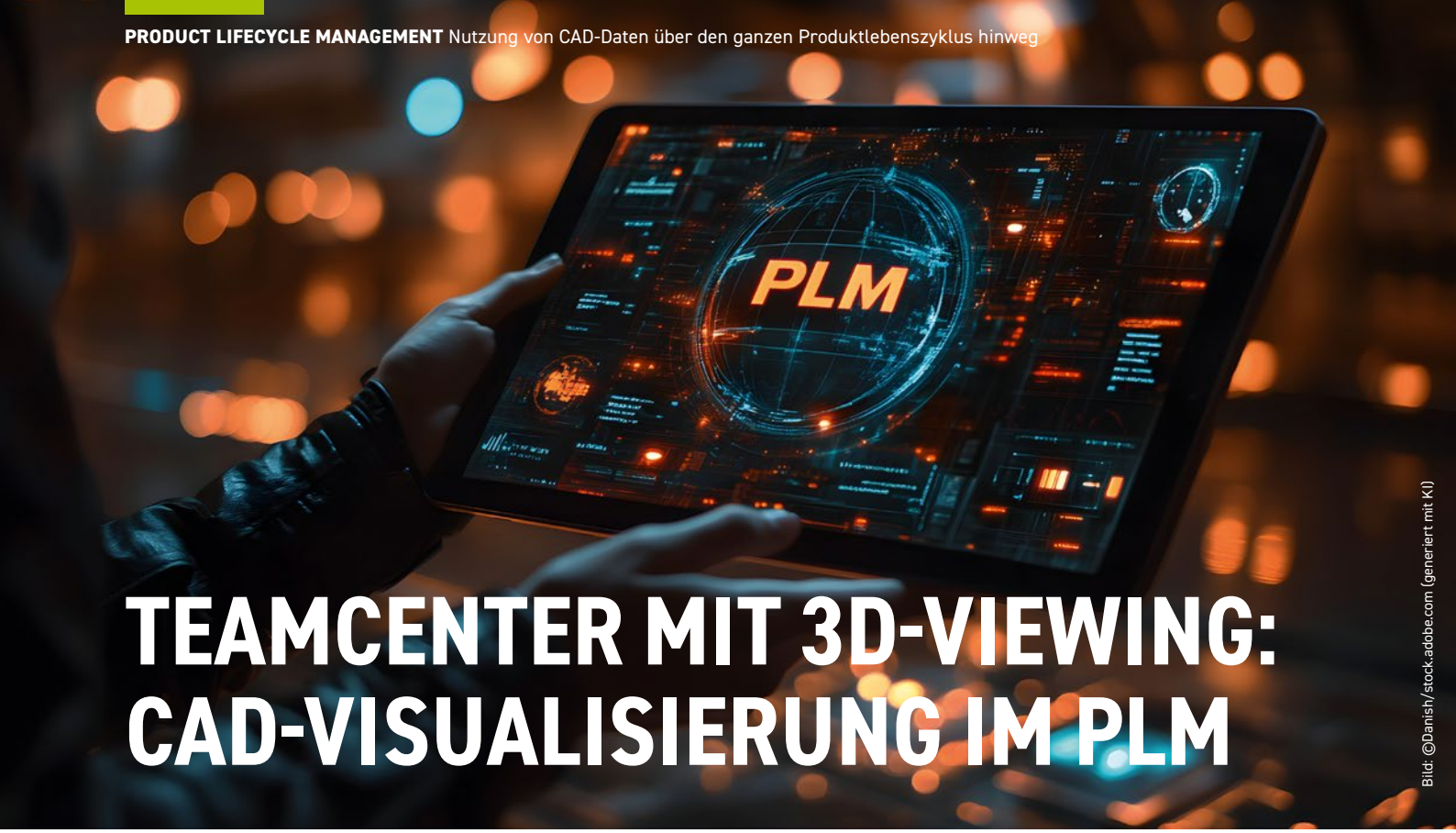


Bild: ©Danish/stock.adobe.com (generiert mit KI)

TEAMCENTER MIT 3D-VIEWING: CAD-VISUALISIERUNG IM PLM

In der Praxis stellt sich oft die Frage, wie CAD-Daten möglichst vielen Anwendern zugänglich gemacht werden können – auch ohne vollwertiges CAD-System und Software-Kenntnisse. Die Integration der Kisters 3DViewStation in Siemens Teamcenter und Active Workspace zeigt, wie sich moderne 3D-Visualisierung in bestehende PLM-Prozesse einbinden lässt.

» **VON GEMAR NIKOL**

PLM-Systeme (Product Lifecycle Management) bündeln sämtliche Informationen rund um ein Produkt: von Daten und Produktstrukturen über Dokumente bis hin zu Änderungs- und Freigabeprozessen. Die Herausforderung besteht nun darin, CAD-Daten so ins PLM-System zu integrieren, dass die Mitarbeitenden einen einfachen, bedienerfreundlichen Zugang erhalten.

Für viele Anwender beginnt die Arbeit mit CAD-Daten nicht in der Konstruktion. Fertigung, Einkauf oder Arbeitsvorbereitung müssen beispielsweise prüfen, welches Bauteil in einer Baugruppe verbaut ist, Maße kontrollieren oder eine technische Änderung nachvollziehen. Entscheidend ist hierfür ein schneller Zugang zur Geometrie und zum Kontext der Produktstruktur. Gerade bei großen Baugruppen kann die Standardvisualisierung eines PLM-Systems an Grenzen stoßen. Die Integration eines leistungsfähigen Viewers kann deshalb eine Lücke zwischen PLM-System und CAD-Arbeitsplatz schließen. Die Daten bleiben in der PLM-Umgebung verwaltet, während die Visualisierung und Analyse im Viewer erfolgt.

Vom Betrachten zur Analyse

Der Mehrwert eines spezialisierten Viewers zeigt sich vor allem, wenn die Geometrie nicht nur betrachtet, sondern detailliert untersucht werden soll. Die 3DViewStation stellt dafür über 180 Funktionen bereit, darunter Messen, Schneiden und Vergleichen sowie erweiterte Analysen beispielsweise von Wandstärken, Entformungsschrägen und Kollisionen. Ein typisches Szenario ist die Qualitätssicherung: Ein digital erfasstes Ist-Modell kann mit der Soll-Geometrie verglichen werden. Sind die Modelle nicht identisch im Raum positioniert, können sie zunächst transformiert oder per BestFit-Funktion ausgerichtet werden. Anschließend lassen sich geometrische Abweichungen untersuchen. In der Fertigung oder Arbeitsvorbereitung kann dagegen die Baugruppenstruktur im Mittelpunkt stehen. Komponenten können ein- oder ausgeblendet und Schnittansichten erzeugt werden. In der Lieferantenkommunikation unterstützen Filter- und Suchfunktionen bei der Identifikation von Bauteilen.

ZUR UNTERSUCHUNG VON GEOMETRIEN STEHEN MEHR ALS 180 FUNKTIONEN BEREIT.

Hohe Akzeptanz durch einfache Bedienung

Ein wichtiger Aspekt bei der Wahl der Viewer-Lösung ist auch die Bedienbarkeit der Anwendung. Aus der Praxis wird berichtet, dass die 3DViewStation mit ihrer modernen, Office-ähnlichen Ribbon-Oberfläche im Vergleich zu anderen CAD-Viewern ein sehr intuitives Nutzererlebnis bietet. Dadurch können sich auch gelegentliche und neue Nutzer vergleichsweise schnell mit den wichtigsten Funktionen vertraut machen. Der erforderliche Schulungsaufwand lässt sich damit reduzieren, während eine hohe Akzeptanz bei unterschiedlichen Anwendergruppen erzielt wird.

Zeitersparnis durch sehr kurze Ladezeiten

Bei großen und komplexen Baugruppen spielt zudem die Performance eine wesentliche Rolle. Lange Ladezeiten oder aufwendige Konvertierungen können dazu führen, dass Visualisierung nur eingeschränkt in den

Arbeitsablauf integriert wird. Die 3DViewStation ist deshalb darauf ausgelegt, auch umfangreiche und komplexe CAD-Strukturen performant zu verarbeiten.

Vier Wege der Integration

Für Teamcenter-Umgebungen stehen verschiedene Integrationsmöglichkeiten zur Verfügung. Welche Variante sinnvoll ist, hängt von der vorhandenen Systemarchitektur und den Anwenderanforderungen ab.

Active Workspace und 3DViewStation WebViewer: Der WebViewer wird direkt innerhalb der Benutzeroberfläche von Active Workspace im Browser betrieben. Eine lokale Installation ist nicht erforderlich. Die Visualisierung läuft serverseitig – dank effizientem Streaming von Bild- und Videodaten werden dabei keine 3D-Geometrien an das Endgerät übertragen. Das eignet sich besonders, wenn vielen Anwendern ein zentraler Zugriff auf CAD-Daten ermöglicht werden soll bei gleichzeitig geringem IT-Aufwand.

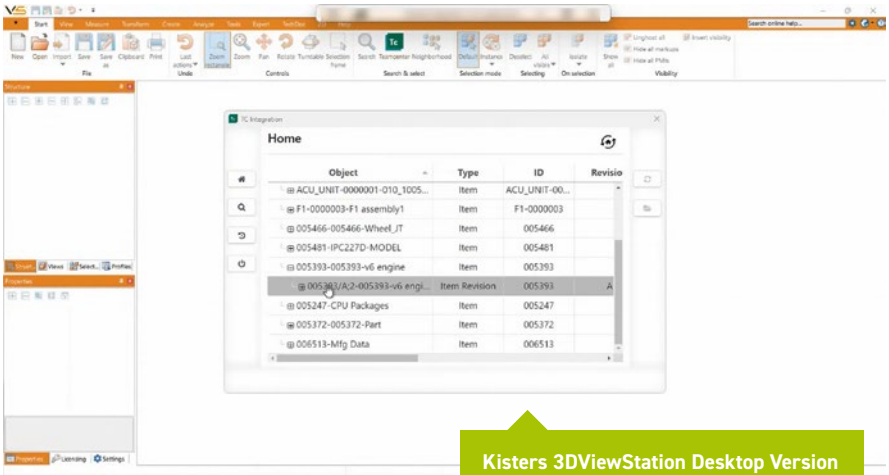
Active Workspace und 3DViewStation Desktop: Aus Active Workspace kann die Desktop-Version gestartet werden – interessant für Anwender, die bereits mit einer lokalen 3DViewStation Desktop-Installation arbeiten.

Teamcenter Rich Client und 3DViewStation Desktop: In klassischen Teamcenter Rich-Client-Umgebungen können CAD-Modelle direkt aus dem PLM-System geöffnet werden, wobei die Desktop-Version außerhalb des PLM-Clients ausgeführt wird.

3DViewStation Desktop und Teamcenter Rich Client: Umgekehrt können Anwender auch aus der 3DViewStation-Oberfläche heraus nach Produktdaten in Teamcenter suchen und diese öffnen.

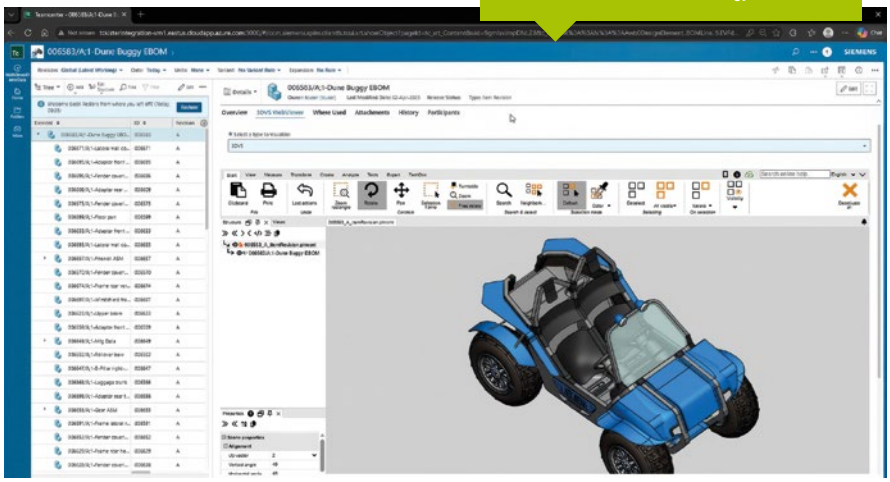
Flexibilität bei der Systemintegration

Eine PLM-Integration muss nicht zwangsläufig bedeuten, allen Anwendern dieselbe Softwareumgebung bereitzustellen. Für viele neue Nutzer kann ein browserbasierter Viewer sinnvoll sein, während andere Anwender – mitunter auch innerhalb desselben Unternehmens – schon lange vor einer verfügbaren PLM-Integration bereits mit lokalen Desktop-Installationen der 3DViewStation gearbeitet haben. Das ist längst kein theoretisches Szenario, sondern schon gelebte Praxis – so beispielsweise bei einem großen Automobilzulieferer, der diese Flexibilität bereits jetzt für einen schrittweisen Umstieg von Hardware-lastigen Systemstrukturen zu einem schlankeren webbasierten Softwarebetrieb nutzt. Teamcenter bleibt dabei die zentrale Daten-Plattform. Das Ergebnis sind erhebliche Effizienzsteigerungen über sämtliche Unternehmensprozesse und Abteilungen hinweg.



Kisters 3DViewStation Desktop Version mit Siemens Teamcenter Rich Client.
Bild: Kisters/Four Colors Technology

FÜR NEUE NUTZER KANN EIN BROWSERBASIERTER VIEWER SINNVOLL SEIN.



Siemens ActiveWorkspace mit dem nahtlos integrierten Kisters 3DViewStation WebViewer.
Bild: Kisters/Four Colors Technology

Echtes Multi-CAD-Viewing

In vielen Unternehmen besteht die CAD-Landschaft zudem nicht aus einem einzigen System. Gerade in internationalen Entwicklungsnetzwerken oder bei der Zusammenarbeit mit Zulieferern treffen unterschiedliche Formate aufeinander. Die Möglichkeit, neben NX und JT auch Formate wie Catia, Creo, SolidWorks, Solid Edge oder STEP zu verarbeiten, spricht deshalb für den Einsatz eines zentralen Viewers mit echter Multi-CAD-Fähigkeit. Daten verschiedener Formate lassen sich direkt – und bei Bedarf auch gleichzeitig in einer Szene – visualisieren, ohne dass zunächst ein anderes CAD-System oder eine Datenkonvertierung nötig ist.

Beschleunigte Prozesse

Die Kombination aus Teamcenter und einem leistungsfähigen CAD-Viewer adressiert eine zentrale Herausforderung moderner PLM-Umgebungen: Produktdaten sollen nicht nur zentral verwaltet, sondern auch für unterschiedliche Rollen im Unternehmen einfach und schnell nutzbar gemacht werden, ohne zwischen Systemen zu wechseln oder Daten doppelt erfassen zu müssen. Verschiedene Integrationsvarianten ermöglichen unterschiedliche Szenarien. Für Unternehmen kann daraus ein flexibles Konzept entstehen. Gerade bei großen Baugruppen, heterogenen CAD-Landschaften und vielen unterschiedlichen Anwendergruppen kann die leistungsfähige 3D-Visualisierung damit zu einer sinnvollen Ergänzung der PLM-Infrastruktur werden. « KIS

Germar Nikol ist Director Visualization Technologies bei Kisters.

„DER INGENIEUR WIRD WIEDER MEHR INGENIEUR SEIN ALS TOOLBEDIENER“

Nach der Übernahme von Altair durch Siemens bot die zweitägige Simcenter Technology Conference 2026 die Gelegenheit, das in der neuesten Simcenter-Version gebündelte Portfolio anhand von Keynotes und Workshops näher kennenzulernen. Das Digital Engineering Magazin sprach vor Ort mit Christoph Classen, Head of Simulation DACH bei Siemens Digital Industries Software. » **VON KARIN FAULSTROH**

Mit der Übernahme von Altair durch Siemens – einer der größten Transaktionen in der Geschichte der Engineering-Software – rücken zwei starke Simulationswelten zusammen. Die Simcenter Technology Conference 2026 im Lufthansa Seeheim Conference Hotel bot eine der ersten Gelegenheiten, die gebündelten Stärken beider Portfolios in der Praxis zu erleben. Rund 300 Teilnehmer diskutierten in Vorträgen und Workshops über aktuelle Herausforderungen, neue Technologien und konkrete Anwendungsszenarien. Branchenführer wie Airbus, BMW, BOMAG und ZF Friedrichshafen gaben Einblicke in ihre Projekte.

Im Interview erläutert Christoph Classen, wie Siemens die beiden Portfolios zusammenführt, was das neue Simcenter-Release für Anwender bedeutet und welche Rolle Technologien wie PhysicsAI, HPC und simulationsbasierte Arbeitsweisen künftig spielen werden. Dabei geht es auch um die Frage, wie sich die Arbeit von Ingenieuren verändert, wenn KI zunehmend Aufgaben in der Simulation übernimmt.



CHRISTOPH CLASSEN:
„Das Ingenieurwissen bleibt wichtig, doch die Werkzeuge und Arbeitsweisen werden sich verändern.“ Bild: Siemens

? Digital Engineering Magazin (DEM): Herr Classen, die Simcenter Technology Conference 2026 ist die erste in dieser Form nach der Altair-Übernahme. Können Sie uns mehr zum Hintergrund erklären?

CHRISTOPH CLASSEN: Unser Ziel ist es, mit der Veranstaltung die gesamte Nutzerschaft zusammenzubringen. Dazu gehören Anwender aus dem bisherigen Siemens-Bereich Simulation and Test Solutions (STS) ebenso wie Altair-Anwender. Beide gehören inzwischen zu Siemens. Heute sind 300 hier vor Ort. Es geht also nicht ausschließlich um Altair oder Siemens, sondern darum, die Nutzer beider Bereiche auf einer gemeinsamen, anwenderzentrierten Konferenz zusammenzubringen. Im Mittelpunkt steht die Stimme der Kunden. In insgesamt 32 Vorträgen und Workshops berichten sie, was sie aktuell beschäftigt, welche Ergebnisse sie erzielen und vor welchen Herausforderungen sie stehen. Das Programm läuft den ganzen Tag in vier parallelen Tracks. Dabei geht es um unterschiedliche Softwareprodukte, etwa Simcenter STAR-CCM+ aus dem Siemens-Portfolio oder HyperMesh aus dem bisherigen Altair-Portfolio.

? DEM: Welcher Vortrag hat Sie besonders beeindruckt?

CLASSEN: Es gibt viele Beispiele, deshalb fällt die Auswahl schwer. Besonders beeindruckend war die Keynote von Airbus Operations. Dort wurde berichtet, wie lange das Unternehmen bereits Simulationen einsetzt, welche Schritte es bisher unternommen hat und wohin die Reise künftig gehen soll. Der Vortrag spannte einen Bogen über verschiedene Produkte von Siemens und zeigte, wie vielfältig sie eingesetzt werden.

Beeindruckend ist für mich auch, dass unsere Kunden selbst schildern, welche Herausforderungen sie mit Simulation lösen. Mercedes-Benz hat heute ebenfalls einen Vortrag gehalten. Vor dem Hotel ist ein Fahrzeug ausgestellt, an dem sich zeigen lässt, was rund um das Auto berechnet wurde, um seine Leistungsfähigkeit zu verbessern. Insgesamt gibt es viele Beispiele, die jeweils auf ihre Weise bemerkenswert sind.

? DEM: Was bedeutet die Zusammenführung der Siemens- und Altair-Angebote für das gemeinsame Simcenter-Portfolio?

CLASSEN: Mit dem ersten gemeinsamen Release geht es darum, die bislang parallel verlaufende Entwicklung zusammenzuführen. Wir möchten die Produkte und Arbeitsabläufe beider Unternehmen für eine möglichst breite Anwenderschaft zugänglich machen. Zum Beispiel Simsolid: Wir wollen die simulationsnahe Konstruktionsmethodik stärker in Designcenter integrieren und sie Konstrukteuren leichter zugänglich machen. Außerdem möchten wir die Physics-AI-Produkte von Altair besser mit den bestehenden Siemens-Produkten verbinden. So sollen Kunden auf das gesamte Simcenter-Portfolio zugreifen und die Technologien einfacher in ihren Arbeitsabläufen nutzen können.

? DEM: Was kann das neue Simcenter-Release besser als zuvor?

CLASSEN: Ein Beispiel ist Simsolid. Die simulationsnahe Methodik lässt sich eng mit dem Designprozess verbinden und kommt

ohne die aufwendige Erzeugung eines klassischen Berechnungsnetzes aus. Durch die stärkere Anbindung an Designcenter können wir einer großen Gruppe von Anwendern neue Technologien zugänglich machen.

Ein weiteres Beispiel ist PhysicsAI. Mit diesem Produkt lassen sich KI-Modelle erstellen, die Simulationsergebnisse vorhersagen können. Die Technologie war bereits stark in die Altair-Produkte integriert. Jetzt arbeiten wir daran, sie auch mit den bestehenden Siemens-Produkten zu verbinden. Unser Ziel ist, die Werkzeuge und Arbeitsabläufe beider Portfolios für die Kunden möglichst einfach verfügbar zu machen.

? DEM: Wie finden sich Altair-Anwender im neuen Simcenter-Umfeld wieder?

CLASSEN: Die gemeinsame Ausrichtung ist den bisherigen Anwendern vertraut. Das merkt man auch hier auf der Veranstaltung: Obwohl viele Teilnehmende einander zum ersten Mal begegnen, wirkt das Zusammenkommen fast wie ein Klassentreffen. Die Menschen beschäftigen ähnliche Themen und Fragestellungen.

Natürlich gibt es Veränderungen. So wollen wir beispielsweise Support- und Trainingsportale vereinheitlichen. Dabei geht es aber nicht darum, eine Seite der anderen einfach aufzuzwingen. Wir wollen die Angebote gemeinsam weiterentwickeln und die Übergänge für die Kunden so gestalten, dass sie sich natürlich anfühlen. Auch in unseren Teams erleben wir, dass die Mitarbeitenden neugierig aufeinander sind und gut zusammenarbeiten. Die Kunden wiederum können das jeweils andere Portfolio kennenlernen und so ihr Angebot erweitern.

? DEM: Worauf müssen Anwender bei ihren bestehenden Altair- und Simcenter-Lizenzen achten?

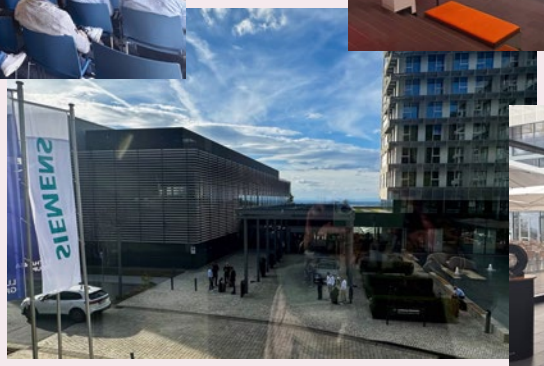
CLASSEN: Für die Kunden ändert sich zunächst nichts. Altair-Kunden können ihre bestehenden Produkte und Lizenzen wie bisher nutzen. Wir arbeiten daran, künftig auch hier ein gemeinsames Angebot zu schaffen. Langfristig möchten wir die bestehenden Grenzen zwischen den Lizenzsystemen abbauen und den Anwendern das gesamte Portfolio zugänglich machen.

? DEM: Wie können Anwender das Beste aus dem erweiterten Simcenter-Portfolio herausholen?

CLASSEN: Anwender kennen zunächst ihren bisherigen Arbeitsbereich und ihre Anforderungen. Die spannende Aufgabe besteht nun darin, neue Möglichkeiten zu entdecken. Wir möchten ihnen Werkzeuge an die Hand geben, die sie bei ihrer ingenieurwissenschaftlichen Arbeit und dabei unterstützen, Erkenntnisse zu gewinnen.









Die erste Simcenter Technology Conference fand im Lufthansa Seeheim Conference Hotel statt. Weitere sollen folgen.
Bilder: Karin Faulstroh

Ein Beispiel ist PhysicsAI: Die Technologie soll für Anwender verständlich, greifbar und im Arbeitsalltag unmittelbar nutzbar werden. Zugleich geht es darum, die Angebote in das breitere Siemens-Ökosystem einzubetten. Dazu zählen neben Simulation auch Designcenter, Teamcenter, Lösungen für das Anforderungsmanagement und das Siemens Xcelerator-Portfolio. Dabei wollen wir nicht einfach alles auf einmal anbieten, sondern den Kunden die Möglichkeit geben, die für sie passenden Wege zu wählen.

? DEM: Wo können sich Anwender darüber informieren, welche Lösungen für sie am besten geeignet sind?

CLASSEN: Die Veranstaltung selbst ist eine gute Gelegenheit, Ideen zu sammeln und mit anderen Anwendern ins Gespräch zu kommen. Außerdem stehen den Kunden ihre bisherigen Ansprechpartner zur Verfügung. Manche Ansprechpartner haben inzwischen gewechselt, aber wir begleiten die Kunden weiterhin und helfen ihnen dabei, den passenden Weg zu finden. Ergänzend gibt es Online-Schulungen und weitere Online-Materialien. Auch die persönliche Beratung bleibt möglich.

? DEM: Welche Aufgaben bleiben Ingenieuren, wenn KI künftig Modelle erstellt, Varianten untersucht und Ergebnisse bewertet? Welche Kompetenzen werden wichtig sein?

CLASSEN: KI ist ein Werkzeug, das Ingenieure von Arbeitsschritten entlasten kann, die sie bislang vor allem erledigen, um zu einem Simulationsergebnis oder zu einer Entscheidungsgrundlage zu kommen. Dazu gehören beispielsweise das Bereinigen von Geometrien, das Erzeugen eines Berechnungsnetzes oder das Festlegen von Randbedingungen. Werden solche Aufgaben reduziert, können sich Ingenieure stärker auf das konzentrieren, was sie eigentlich leisten sollen: Antworten auf komplexe Fragestellungen zu finden. Das Ingenieurwissen bleibt wichtig, doch die Werkzeuge und Arbeitsweisen werden sich verändern. Ingenieure müssen lernen, was KI leisten kann und wo ihre Grenzen liegen. Vor allem müssen sie kritisch prüfen, ob die Ergebnisse tatsächlich richtig sind.

Wenn sich die derzeitige Entwicklung fortsetzt, wird der Ingenieur wieder mehr Ingenieur sein als Toolbediener. Die Technik soll ihm lästige Arbeit abnehmen, damit er sich stärker auf die richtigen Fragen und die kritische Bewertung der Antworten konzentrieren kann

? DEM: Wie wird Engineering Ihrer Einschätzung nach in fünf Jahren aussehen?

CLASSEN: Ich denke, dass sich das Engineering in vielen Bereichen verändern wird. Für uns als Anbieter von Simulationslösungen und für die Simulations-Community ist das eine große Chance. KI, leistungsstarkes Rechnen (HPC) und die Verknüpfung von Daten innerhalb des Siemens-Ökosystems können dazu beitragen, bei wichtigen Entscheidungen die nötigen Informationen bereitzustellen.

In der Vergangenheit mussten wir häufig schätzen und uns auf Erfahrungswerte oder Bauchgefühl verlassen. Künftig werden mehr Daten und besser abgesicherte Informationen mit physikalischem Hintergrund zur Verfügung stehen. Deshalb wird Simulation den gesamten Produktentwicklungsprozess stärker prägen. Viele Fragen lassen sich damit beantworten – und mithilfe von KI zunehmend schnell. Ich gehe davon aus, dass sich in dieser Hinsicht sehr viel verändern wird.

Die Fragen stellte Karin Faulstroh, Redakteurin beim Digital Engineering Magazin.

KI-ASSISTENZ IM INDUSTRIEEINSATZ



In digitalen Fertigungsumgebungen entstehen täglich große Mengen an Maschinen- und Produktionsdaten. Systematisch erfasst und ausgewertet, bilden sie eine wichtige Grundlage, um die Effizienz von Anlagen zu steigern, die Produktqualität zu sichern und Produktionsprozesse flexibel an veränderte Anforderungen anzupassen. In der Praxis bleibt dieses Potenzial jedoch häufig ungenutzt. » **VON MARCO LEMKE**

Unterschiedliche Datenformate und -quellen sowie komplexe Auswertungsmechanismen erschweren den gezielten Zugriff auf relevante Kennzahlen. Gleichzeitig steigt angesichts des Fachkräftemangels und des wachsenden Kostendrucks der Bedarf an Lösungen, die Produktionsinformationen schnell, verständlich und ohne tiefgreifende Kenntnisse spezieller Analysewerkzeuge verfügbar machen.

KI als Schnittstelle zu industriellen Produktionsdaten

Ein Ansatz, diese Herausforderungen zu bewältigen, ist die Verbindung industrieller Datenplattformen mit künstlicher Intelligenz (KI). Im Mittelpunkt steht dabei nicht allein die Verarbeitung großer Informationsmengen, sondern deren gezielte und nutzerorientierte Aufbereitung. Ein Beispiel hierfür sind chatbasierte Anwendungen, die den Zugriff auf Kennzahlen und Auswertungen im digitalen Dialog ermöglichen. Anwender formulieren ihre Fragen so, wie sie im Arbeitsalltag entstehen, ohne komplexe Abfragesprachen oder spezielle Analysewerkzeuge beherrschen zu müssen. Das verkürzt den Weg von der Fragestellung zur nutzbaren Erkenntnis und damit auch die Entscheidungszeiten im laufenden Betrieb.

Die Qualität der Ergebnisse hängt jedoch wesentlich von der verfügbaren Datenbasis ab. Hierfür müssen relevante Informationen konsistent erfasst, den richtigen Zusammenhängen zugeordnet und für die jeweilige Anwendung zugänglich sein. Auch klar definierte Berechtigungen und die fachliche Einordnung der ausgegebenen Ergebnisse bleiben wichtige Voraussetzungen für den industriellen Einsatz.



Maximilian Werschitz, Head of Industry 4.0 & Digital Service bei PIA Automation, entwickelt digitale Applikation für den Industrieeinsatz. Bild: PIA Automation

Von der Datenerfassung zur dialogbasierten Analyse

Wie sich die Verbindung industrieller Datenplattformen mit künstlicher Intelligenz in der Praxis umsetzen lässt, zeigt die PIA Industrial App Suite (piaIAS) von PIA Automation. Sie bündelt mehrere Anwendungen zur Erfassung, Analyse und Visualisierung von Maschinen- und Produktionsdaten. Betreiber können auf dieser Grundlage ihre Fertigungslinien standort- und herstellerübergreifend überwachen sowie Kennzahlen zu Anlageneffizienz, Produktivität und Qualität in einer einheitlichen Umgebung auswerten.

ANWENDER FORMULIEREN IHRE FRAGEN AUS IHREM ARBEITSALLTAG HERAUS.

Mit der Version 6.1 ist LineGPT erstmals Bestandteil der piaIAS. Über die KI-gestützte Chatfunktion lassen sich unterschiedliche Informationen aus dem Anlagenbetrieb per natürlicher Spracheingabe abrufen. Anwender können beispielsweise fragen: „Wie hoch war die Ausfallzeit der Linie in der letzten Schicht?“, „Welche Faktoren stehen mit der aktuell erhöhten Fehlerquote in Zusammenhang?“ oder „Wie hat sich die Ausschussrate im aktuellen Produktionszeitraum entwickelt?“ Dazu greift LineGPT auf Informationen der piaIAS zurück und bündelt sie in einer gemeinsamen Benutzeroberfläche.

„In vernetzten Produktionslandschaften braucht es ein digitales Ökosystem, in dem Maschinen, Datenquellen und Auswertungsfunktionen zuverlässig zusammenspielen“, erklärt Maximilian Werschitz, Head of Industry 4.0 & Digital Service bei PIA Automation. „Deshalb entwickeln wir die zugrundeliegende Skill-Architektur unseres KI-Assistenten schrittweise weiter, um darin zusätzliche



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

Fähigkeiten modular einzubinden und verschiedene Analysebausteine noch enger miteinander zu verzahnen."

Unterstützung im laufenden Anlagenbetrieb

Der dialogbasierte Zugriff auf Produktionsinformationen eröffnet unterschiedlichen Anwendergruppen verschiedene industrielle Einsatzmöglichkeiten. Maschinenbediener können beispielsweise aktuelle Störungsmeldungen und Systemzustände einordnen, während Instandhalter vorhandene Analysen für die Fehlersuche heranziehen. Produktionsverantwortliche erhalten wiederum einen Überblick über Prozessverläufe und übergeordnete Leistungsindikatoren. Auf diese Weise unterstützen KI-gestützte Tools wie LineGPT dabei, operative Handlungsbedarfe frühzeitig zu erkennen, geeignete Maßnahmen abzuleiten und Reaktions- sowie Hochlaufzeiten zu verkürzen.

„Genau diese datenbasierte Transparenz ist aus meiner Sicht eine wesentliche Voraussetzung für moderne Automatisierungs- und Produktionsumgebungen", ergänzt Werschitz. „Mit LineGPT vereinfachen und vereinheitlichen wir den Zugang zu Produktionsinformationen und ermöglichen Anwendern, Auswertungen nicht nur schneller durchzuführen, sondern daraus auch fundierte Entscheidungen für ihren laufenden Anlagenbetrieb abzuleiten."

Flexibilität in heterogenen Produktionslandschaften

Insbesondere in Produktionsumgebungen, die sich etwa in ihrer Anlagenstruktur, ihrem Automatisierungsgrad, den eingesetzten Softwarestandards oder den standortspezifischen Anforderungen unterscheiden, müssen digitale Plattformen offen für externe Anwendungen und individuelle Erweiterungen bleiben. Starre Applikationsstrukturen erschweren hingegen die Ergänzung um weitere Funktionen und begünstigen fragmentierte, intransparente Datenstrukturen.

„Daher verfolgen wir den Ansatz, eigene Seiten, Visualisierungen und externe Anwendungen unserer Kunden direkt in die Benutzeroberfläche zu integrieren", so Werschitz. „Die zusätzlichen Inhalte fügen sich dabei in die bestehende Navigation sowie in das Design- und Bedienkonzept ein und werden innerhalb der Plattform gebündelt.

RELEVANTE INFORMATIONEN SIND ZENTRAL ZUGÄNGLICH.

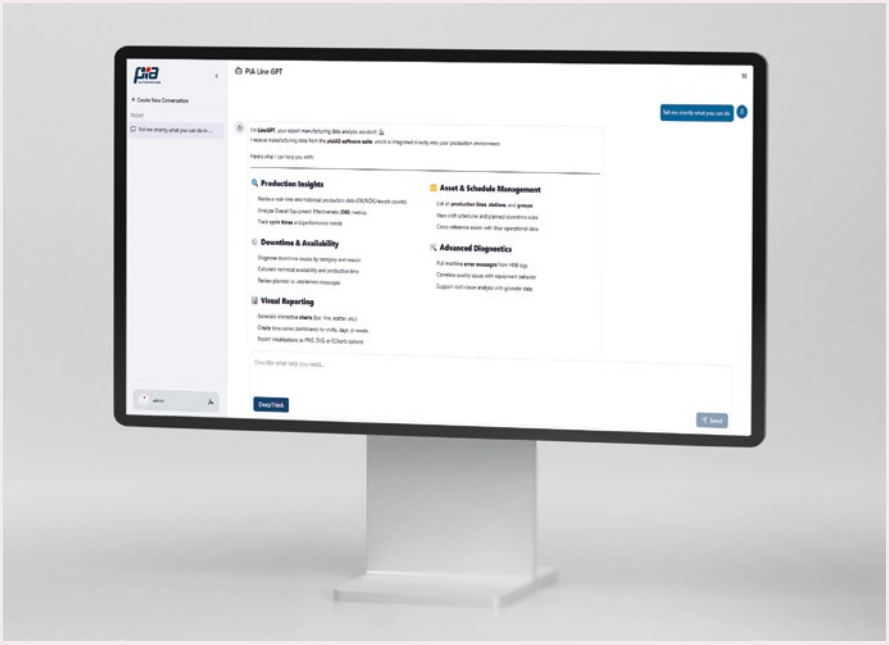
Relevante Informationen sind dadurch zentral zugänglich, ohne dass zwischen separaten Systemen gewechselt werden muss."

Die Industrieautomatisierung von morgen ist dialogfähig

Mit Blick auf die aktuelle Entwicklung digitaler Industrieanwendungen zeigt sich, dass dialogbasierte KI-Assistenten zunehmend an Bedeutung gewinnen. Ihr Potenzial beschränkt sich dabei nicht auf neue Automatisierungslösungen. Sofern Infrastruktur und Datenbasis die technischen Voraussetzungen erfüllen, können entsprechende Applikationen auch in bestehende Produktionssysteme eingebunden werden.

Mit wachsendem Funktionsumfang werden derartige Tools immer komplexere Zusammenhänge zwischen Fertigungsabläufen, Maschinenzuständen sowie Qualitätswerten einbeziehen und dadurch neue Möglichkeiten für die datengetriebene Anlagenoptimierung schaffen. Der dialogbasierte Zugang zu Produktionsinformationen entwickelt sich so zu einem weiteren wichtigen Baustein auf dem Weg zur Smart Factory. **« KIS**

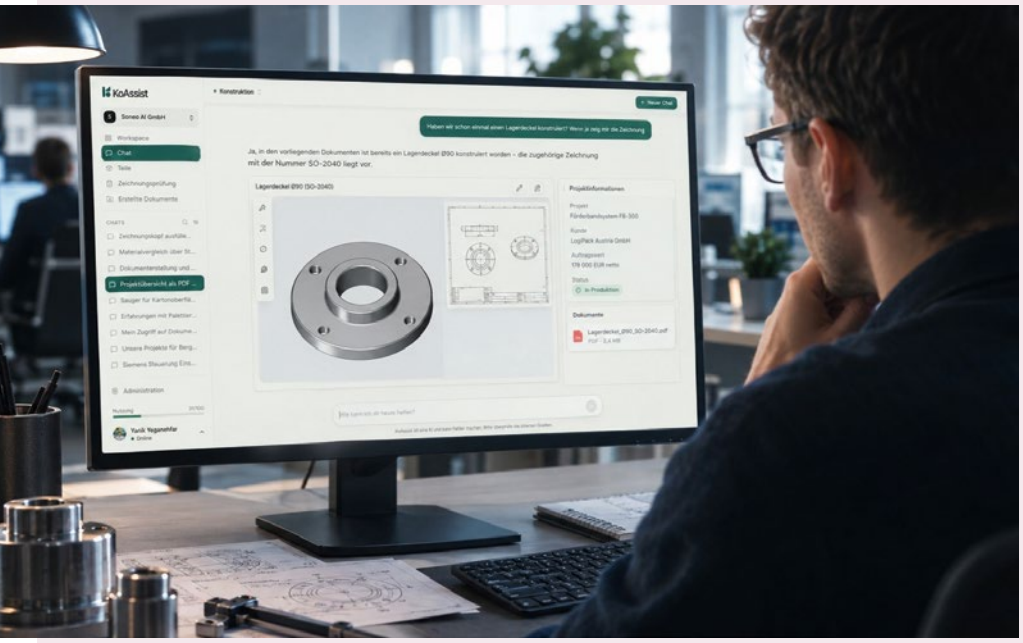
Marco Lemke ist Corporate Communications & Media Relations Specialist bei PIA Automation.



Eine dialogbasierte Produktionsdatenanalyse verbindet die einfache, übersichtliche Bedienung mit der KI-gestützten Auswertung von Maschinen- und Anlageninformationen. Bild: PIA Automation

KEIN BAUTEIL ZWEIMAL KONSTRUIEREN

Technisches Wissen liegt im Mittelstand verstreut über Fileserver, SharePoint, ERP- und PDM-Systeme. KI-gestütztes Retrieval ist dabei nur die erste Stufe. Erfahrungen aus zwei Pilotinstallationen des Wiener Anbieters Soneo AI zeigen, was heute trägt, was in Erprobung ist und wo die Grenzen liegen. » **VON YANIK YEGANEHFAR**



Eine fehlende Toleranz fällt auf, solange die Zeichnung am Bildschirm liegt, nicht erst in der Fertigung.

In mittelständischen Maschinenbaubetrieben liegt das entscheidende Wissen selten dort, wo es die Systemlandschaft vorsieht. Es liegt in gewachsenen Projektordnern auf dem Fileserver, in SharePoint-Bibliotheken, in Normen als PDF, in Altzeichnungen aus zwei Jahrzehnten und in den Köpfen von drei Kollegen. Gesucht wird also nicht in einem System, sondern in einer Landschaft.

Der Verlust ist dabei nicht die Suchzeit. Es ist die Entscheidung, ein Bauteil neu zu konstruieren, weil niemand nachweisen konnte, dass es das Teil schon gibt. Daraus ergeben sich drei Fragen, die der Konstrukteur in dieser Reihenfolge stellt. Wo ist die Information? Stimmt das, was ich konstruiert habe? Muss ich das überhaupt neu bauen? Entlang dieser drei Fragen ist KoAssist aufgebaut: die Wissenssuche läuft produktiv bei Kunden, die Zeichnungsüberprüfung ist in Erprobung, die Gleichteilsuche in Entwicklung.

Was die Suche im Engineering leisten muss

Volltextsuche setzt voraus, dass die Information als Text vorliegt und der Suchende die richtigen Begriffe kennt. Beides trifft im Engineering oft nicht zu, weil ein erheblicher Teil des Wissens in Zeichnungen, Schriftfeldern und Scans steckt. Und die Frage lautet nicht: „Dateiname enthält Lagerbock", sondern:

EIN GROSSER TEIL DES ENGINEERING-WISSENS STECKT IN ZEICHNUNGEN, SCHRIFTFELDERN UND SCANS.

„Wie haben wir das Antriebslager bei einer vergleichbaren Anlage gelöst?".

PLM- und PDM-Systeme lösen das für den Teil des Wissens, der strukturiert eingepflegt wurde. Im Mittelstand haben viele Betriebe kein durchgängiges PLM, und selbst dort, wo eines läuft, liegt der Kontext überwiegend außerhalb davon. Lastenhefte, Auslegungsberechnungen und Abstimmungen mit dem Kunden landen in Ordnern und Postfächern.

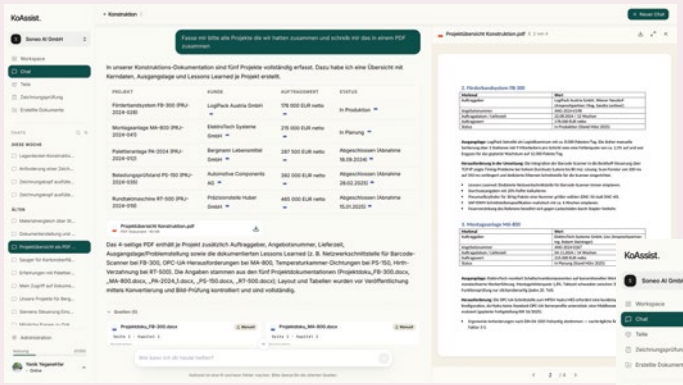
Drei Eigenschaften entscheiden deshalb darüber, ob ein solches System im Alltag benutzt wird – und sie sind der Maßstab für jede Lösung in diesem Feld, auch für KoAssist. Es muss Zeichnungen mitlesen und nicht nur Text, sonst verliert es den Teil des Bestands, der im Maschinenbau am dichtesten ist. Es muss jede Antwort auf das Quelldokument zurückführen, denn eine Auskunft, die sich nicht prüfen lässt, wird nicht verwendet. Und es muss die bestehenden Berechtigungen abbilden. Was es nicht voraussetzen darf, ist eine saubere Ablage.

Aus der Praxis: Profipack Verpackungsmaschinen

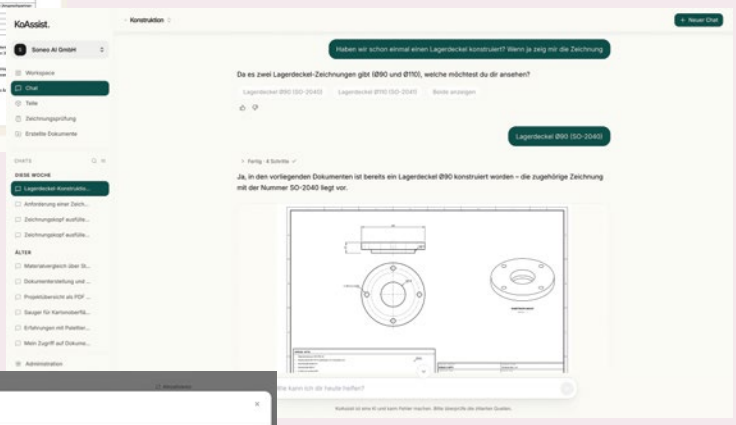
Profipack Verpackungsmaschinen aus Schwoich bei Kufstein baut Verpackungsanlagen und setzt KoAssist seit Juli 2026 in der Konstruktion ein. Theresa Geisler, Technische Planerin, beschreibt die Ausgangslage: „Unsere Konstruktionsdateien liegen auf sehr vielen unterschiedlichen Kanälen und in verschiedenen Ordnern verteilt, wodurch die Suche bisher oft mühsam war."

Angebunden wurden rund 6500 Zeichnungen, die Projektunterlagen, der Normenbestand und Listen aus dem ERP-System, und zwar so, wie sie vorlagen. Gefragt wird in normaler Sprache, die Antwort kommt mit Verweis auf das Quelldokument. Als Beispiel für das, was bereits gut läuft, nennt Geisler „einfache Abfragen aus unseren ERP-Listen, die sich damit unkompliziert durchsuchen lassen".

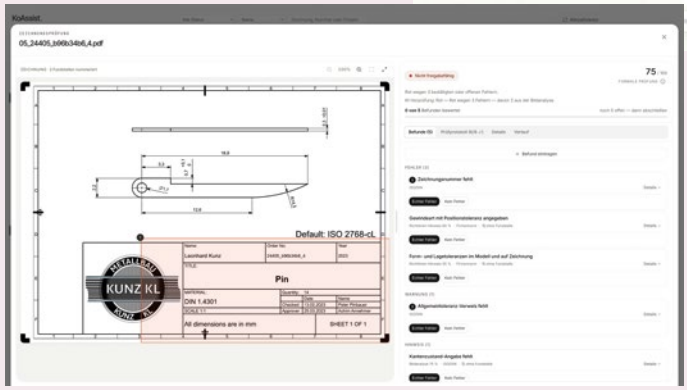
Zahlen zur Zeitersparnis weist das Unternehmen nach wenigen Wochen noch nicht aus. „Wir sehen aber schon jetzt das Potenzial, künftig deutlich schneller auf Informationen zugreifen und Rückfragen an Kollegen redu-



KoAssist verweist bei jeder Antwort auf das konkrete Quelldokument und die Fundstelle. Ohne diese Rückverfolgbarkeit ist ein Ergebnis im technischen Kontext nicht prüfbar.



Technische Zeichnungen werden bei der Indexierung mitverarbeitet und im Ergebnis wieder ausgegeben, nicht nur der umgebende Text (Demo-Datensatz, kein Kundenmaterial).



Automatisierte Überprüfung einer Zeichnung gegen hinterlegte Konstruktionsrichtlinien. Die Stufe befindet sich in Erprobung mit Kunden (Demo-Datensatz, kein Kundenmaterial).
Bilder: Soneo AI

zieren zu können", sagt Geisler. Wo der größte Hebel für den weiteren Ausbau liegt, benennt sie ebenso offen: „Diese ist für die KI teilweise noch schwierig zu erfassen, weshalb wir zunächst daran arbeiten müssen, die Daten sauberer und strukturierter bereitzustellen."

Entscheidend ist dabei die Reihenfolge: Der Pilot startet auf dem Bestand, wie er vorliegt, mit gewachsenen Ordnern, Dubletten und Altlasten. Genau dafür ist die Suche gebaut. Wer zuerst aufräumt und dann anbindet, verschiebt den Start um Monate. Umgekehrt funktioniert es: Die Suche zeigt, wo die Ordnung fehlt und welche Ablagen im Alltag überhaupt gebraucht werden.

Vom Finden zum Prüfen

Auffindbarkeit löst die Suche, nicht die Qualitätssicherung. Die Zeichnungsüberprüfung setzt deshalb eine Stufe später an. Sie ist kein einzelner Algorithmus, sondern besteht aus Prüfmodulen, die sich je Betrieb zuschalten lassen.

Ein Modul prüft auf Vollständigkeit, also ob Schriftfeld, Bemaßung und Toleranzangaben vorhanden sind. Ein zweites prüft auf Konsistenz, etwa ob Zeichnung und Stückliste zueinander passen. Ein drittes prüft gegen die Konstruktionsrichtlinien des Betriebs. Diese liegen als Dokumente in derselben Wissensbasis, nicht als fest verdrahtetes Regelwerk. Ändert der Betrieb seine Vorgaben, ändert sich die Prüfung mit, ohne dass jemand Regeln nachprogrammiert. Ein automatischer Abgleich gegen den DIN- und ISO-Normenstand ist nicht enthalten.

Der Gewinn liegt vor der Freigabe. Eine fehlende Toleranz fällt auf, solange die Zeichnung am Bildschirm liegt, nicht erst in der Fertigung. Die Stufe läuft in Erprobung mit Kunden, belastbare Kennzahlen zur Trefferquote gibt es noch nicht.

Vom Prüfen zum Wiederverwenden

Die dritte Stufe ist die Gleichteilsuche. Vor einer Neukonstruktion lässt sich meist nicht abschätzen, ob ein ähnliches Bauteil bereits existiert. Das Ergebnis sind Dubletten mit eigener Zeichnung, Artikelnummer und Beschaffung.

Bestehende Ansätze setzen auf fertiger Geometrie an, also nach der Konstruktion. KoAssist zielt auf den Zeitpunkt davor: Suche über eine Beschreibung in natürlicher Sprache oder über eine vorliegende Zeichnung. Diese Stufe ist in Entwicklung.

Wie ein Einstieg abläuft

Aus den laufenden Piloten hat sich ein übertragbares Vorgehen herausgebildet. Am Anfang steht eine Testphase mit einem abgegrenzten Datenbestand, nicht mit dem gesamten Archiv. Ein aktuelles Projekt, der Normenbestand und die Zeichnungen der letzten Jahre reichen, um die Antwortqualität zu beurteilen. Abgegrenzt heißt dabei nicht aufgeräumt. Das Altarchiv wird in Tranchen nachgezogen, sobald der Nutzen feststeht. Den Start bildet ein Onboarding-Termin mit den Konstrukteuren, danach laufen regelmäßige Check-ins.

Diese Check-ins sind kein Support-Format, sondern der Entwicklungstakt. Die Konstrukteure zeigen, welche Fragen sie stellen und wo eine Antwort nicht getragen hat. Daraus entstehen die nächsten Ausbauschritte. Geisler beschreibt es so: Man werde über Neuerungen informiert und könne selbst „Wünsche einbringen, die für unseren Arbeitsalltag praktisch wären". Was in die Roadmap passt, wird umgesetzt und steht dann allen Anwendern zur Verfügung.

Was der Testbetrieb braucht, ist eine verantwortliche Person in der Konstruktion. Über beide Piloten hinweg hing die Nutzung weniger an der Antwortqualität als daran, ob jemand im Haus das Thema getragen hat. Technisch bleibt der Aufwand überschaubar, weil die vorhandene Ablage angebunden und nicht ersetzt wird. Umsortiert oder migriert werden muss vorab nichts. Aufgeräumt wird dort, wo die Suche zeigt, dass es sich lohnt. **« KIS**

Yanik Yeganehfar ist Co-Founder und COO von Soneo AI in Wien.

EFFIZIENTE SUPPORTENTFERNUNG DURCH TROCKENEISSTRAHLEN

Während der letzten Jahre hat die additive Fertigung die industrielle Produktion grundlegend verändert. Komplexe Geometrien können werkzeuglos, mit deutlich reduziertem Zeitaufwand und weniger Ressourcen hergestellt werden, was vor allem in Branchen wie der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie und der Medizintechnik neue Möglichkeiten eröffnet hat. Einige Prozessschritte, wie das Entfernen von Stützstrukturen, werden stetig weiterentwickelt.

» **VON MADLEN HIRSCHMANN**

In der additiven Fertigung von Metallbauteilen endet der eigentliche Produktionsprozess anders als häufig angenommen nicht mit dem Abschluss des Druckvorgangs. Wo komplexe Geometrien ohne klassische Werkzeuge entstehen, sind häufig Stützstrukturen erforderlich. Diese Supportstrukturen sind ein wesentlicher Bestandteil vieler additiver Fertigungsprozesse. Sie ermöglichen es, Überhänge und komplexe Geometrien während des Aufbaus abzustützen. Nach dem Druck müssen sie jedoch entfernt werden, bevor das Bauteil seine weiteren Fertigungs- und Prüfprozesse durchlaufen kann. Gerade bei filigranen, dünnwandigen oder schwer zugänglichen Geometrien kann dieser Arbeitsschritt sehr aufwendig sein.

Trockeneisstrahlanlage statt Hammer und Meißel

Das Entfernen von Stützstrukturen war bisher bei additiv gefertigten Bauteilen ein mühsamer und potenziell fehleranfälliger Prozess. In der Praxis kamen hier in der Vergangenheit häufig Hammer, Meißel oder Zange zum Einsatz. Dieser Prozessschritt erwies sich in der Vergangenheit aufgrund des hohen manuellen Aufwands als zeit- und arbeitsintensiv sowie physisch belastend und war zugleich mit einem erhöhten Risiko für Bauteilbeschädigungen verbunden. Insbesondere bei empfindlichen Geometrien bestand stets die Gefahr, das Bauteil beim Lösen der Stützstrukturen zu verformen oder die Oberfläche zu beschädigen. Aus diesem Grund kommt bei Toolcraft inzwischen standardmäßig eine eigens entwickelte Trockeneisstrahlanlage - der Supportblaster 320-HA - zum Einsatz. Eine Anlage, die Supportstrukturen schonend mittels beschleunigtem Trockeneisstrahl entfernt.

Neue Maßstäbe in der Nachbearbeitung additiv gefertigter Bauteile

Der Ansatz des Supportblasters beruht auf einem physikalisch anderen Prinzip als das mechanische Abschlagen oder Abtrennen. Beim Trockeneisstrahlen werden Pellets aus festem Kohlendioxid beschleunigt und auf die zu bearbeitende Stelle gerichtet. Ein wesentlicher Unterschied zu klassischen abrasiven Strahlverfahren besteht darin, dass der Prozess nicht darauf ausgelegt ist, das Bauteil selbst abzutragen. Dadurch wird eine schonende Bearbeitung ohne mechanische Überbelastung ermöglicht. Zudem kann Materialabtrag vermieden und Partikelverschleppung reduziert werden. Das ist insbesondere bei Bauteilen interessant, deren Geometrie oder Materialeigenschaften eine vorsichtige Nachbearbeitung erfordern. Dünne Wände, filigrane Strukturen und komplexe Konturen lassen sich mit herkömmlichen Werkzeugen oft nur mit hohem Aufwand bearbeiten. Das Trockeneisverfahren ermöglicht hier einen kontrollierteren Prozess.

EIN WESENTLICHER UNTERSCHIED ZU KLASSISCHEN ABRASIVEN STRAHLVERFAHREN BESTEHT DARIN, DASS DER PROZESS NICHT DARAUF AUSGELEGT IST, DAS BAUTEIL SELBST ABZUTRAGEN.

Beispiel Fahrwerksgabel aus Titan

Die signifikanten Unterschiede lassen sich an einem Beispiel aus der Luftfahrt veranschaulichen: Bei einer additiv gefertigten Fahrwerksgabel aus Titan dauerte die händische Supportentfernung in der Vergangenheit des High-End-Präzisionsteileherstellers rund 60 Minuten. Mit der maschinellen Bearbeitung konnte der Vorgang auf weniger als 20 Minuten verkürzt werden. Neben einer Reduktion der Produktionszeiten und -kosten standen bei der Entwicklung des Supportblasters auch die Prozesssicherheit, hohe Qualität



Bauteil während der Bearbeitung in der Eisstrahlkabine.



Der Supportblaster 320-HA ist als halbautomatische Anlage für die ergonomische und kontrollierte Entfernung von Supportstrukturen ausgelegt.

und nicht zuletzt der Arbeitsschutz und die Arbeitsbedingungen der Mitarbeitenden im Vordergrund.

Intuitive Bedienung und Teach-in-Funktion

Der Supportblaster 320-HA ist als halbautomatische Anlage für die ergonomische und kontrollierte Entfernung von Supportstrukturen ausgelegt. Bedient wird das System über einen Joystick und einen Fußtaster. Die Aufspannung lässt sich dabei an unterschiedliche Bauteilgeometrien anpassen.

Für eine flexible Bearbeitung sorgt ein endlos dreh- und schwenkbarer Drehtisch, der sich zudem in der Höhe verstellen lässt. Mit einer Tragfähigkeit von rund 16 Kilogramm ermöglicht er den Zugang zum Bauteil aus unterschiedlichen Richtungen und erleichtert damit die Bearbeitung komplexer Geometrien. Die Bedienoberfläche ist auf einen intuitiven, manuellen Betrieb ausgelegt und lässt sich flexibel an die jeweilige Bearbeitungsaufgabe anpassen. Gleichzeitig verfügt die Anlage über eine Teach-in-Funktion. Damit können Bewegungsabläufe für wiederkehrende Arbeitsschritte erfasst und schrittweise automatisiert werden. Auch die Einbindung in robotergestützte Prozesse ist möglich.

Ein geschlossener Arbeitsraum mit integrierter Absaugung sorgt dafür, dass bei der Bearbeitung entstehende Metallpartikel kontrolliert erfasst werden und nicht unkontrolliert in den Arbeitsbereich gelangen. Gleichzeitig reduziert die Anlage die körperliche Belastung und das Verletzungsrisiko durch scharfe Bauteilkanten und Späne.

Wirtschaftliche Nachbearbeitung als wichtiger Teil der AM-Prozesskette

Mit dem Supportblaster rückt ein Prozessschritt in den Fokus, der in der Diskussion über additive Fertigung häufig weniger Beachtung findet als Druckgeschwindigkeit, Materialentwicklung oder Bauraumgröße: die Nachbearbeitung. Mit steigenden Anforderungen an die Gesamtfertigung gewinnt damit auch die Frage an Bedeutung, wie sich manuelle Nacharbeiten reduzieren und effizient in den Produktionsprozess integrieren lassen. Der Supportblaster 320-HA steht damit beispielhaft für eine Entwicklung, die über die reine Substitution eines Handwerkzeugs hinausgeht. Statt Hammer und Meißel durch ein anderes Werkzeug zu ersetzen, betrachtet dieser Ansatz die Supportentfernung als eigenständigen Prozess, der sich teilweise standardisieren, automatisieren und perspektivisch in weitere Fertigungsabläufe integrieren lässt. « KF

Madlen Hirschmann ist Teamleiterin Marketing bei der Toolcraft AG.



Der Supportblaster 320 HA reduziert die körperliche Belastung und das Verletzungsrisiko durch scharfe Bauteilkanten und Späne.
Bilder: Toolcraft

HÄNG DICH AN DEN DIGITAL THREAD.

DER ROTE FADEN FÜR DEINE PROJEKTE .

Jetzt Magazin abonnieren und Projekte mit relevantem Wissen voranbringen:

www.digital-engineering-magazin.de/abonnement

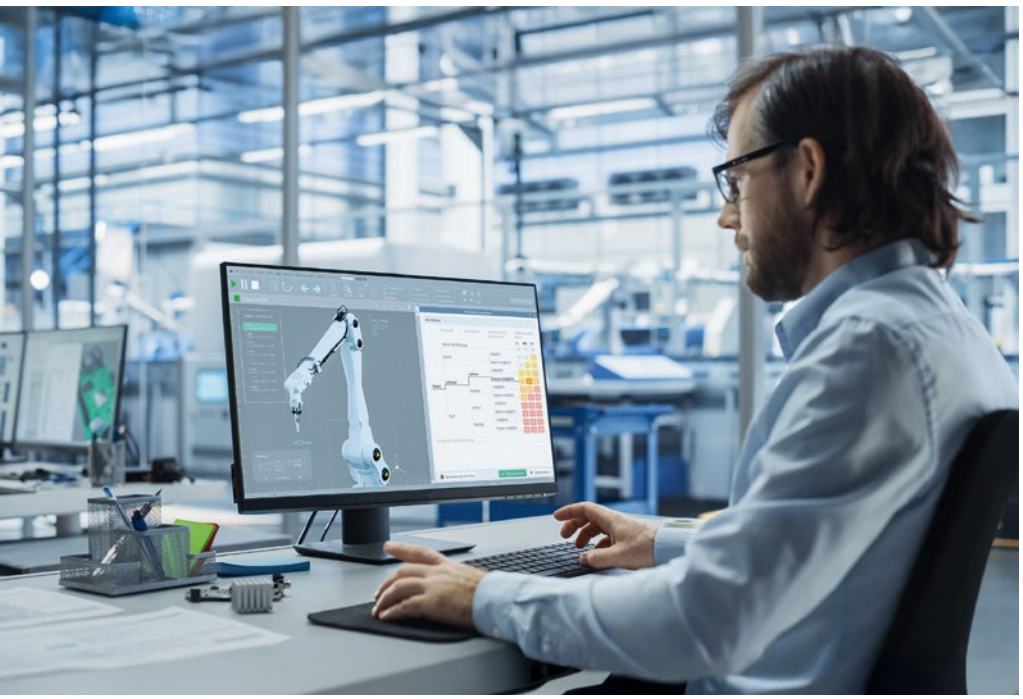
DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN

eine Marke vom

WIN VERLAG

SAFEXPERT 10: SO EINFACH KANN EINE RISIKOBEURTEILUNG SEIN

Mit Safexpert 10 stellt IBF keine weitere Zusatzfunktion, sondern den Kernprozess in den Mittelpunkt: die Risikobeurteilung. Die vereinfachte Arbeitsweise hilft den Beteiligten, sich auf das Wesentliche zu konzentrieren sowie Zeit und Kosten zu sparen – ohne Abstriche bei Qualität und Rechtssicherheit. » **VON DANIEL MAGNUS**



Konstrukteur erstellt eine Risikobeurteilung mit Safexpert für einen Roboterarm.
Bild: iStock/gorodenkoff; Bildschirminhalt durch IBF Solutions angepasst.

Maschinen müssen sicher sein. Das ist gesetzliche Pflicht, Qualitätsnachweis von Unternehmen und nicht zuletzt die unternehmerische und persönliche Verantwortung aller am Produktentstehungsprozess beteiligten Personen. Zugleich herrscht ein enormer Kostendruck. Risikobeurteilungen müssen daher maximal effizient, verantwortungsbewusst und rechtssicher erstellt werden.

Maschinenkonstruktion umfasst heute weit mehr als Geometrie, Antriebstechnik und Taktzeiten. Parallel zur technischen Lösung sind Gefährdungen systematisch zu ermitteln, Risiken nachvollziehbar zu bewerten und Maßnahmen sauber zu dokumentieren. Tabellen, Textdokumente und gewachsene Insellösungen stoßen bei Teamarbeit, Varianten, Normenänderungen und Freigaben rasch an Grenzen. Safexpert adressiert dieses Grundproblem seit Jahren mit einer strukturierten Risikobeurteilung nach EN ISO 12100 und durchgängiger Führung durch CE-Prozesse nach Maschinenverordnung, Maschinenrichtlinie und Niederspannungsrichtlinie.

Vereinfachte Arbeitsabläufe

Mit Safexpert 10 greift IBF tiefer: Das „Herzstück" der Software, die Risikobeurteilung, wurde grundlegend neu aufgebaut. Im Zentrum steht künftig die Gefährdungssituation – nicht länger Nebenergebnis einer Listenlogik, sondern zentrales Arbeitselement für Beschreibung, Bewertung, Maßnahmen und Dokumentation. Das bildet die Arbeitsrealität der Sicherheitsbetrachtung für Konstrukteure wesentlich direkter ab und ist mehr als Kosmetik.

Jede Gefährdungssituation wird nach einer einfachen, praxisnahen Leitidee über drei Fragen aufgebaut: „Wo?", „Was?" und „Wann?". Gemeint sind Gefährdungsbereich, konkrete Gefährdung oder Gefährdungsereignis sowie die Lebensphase, in der das Risiko auftritt. Als Checkliste helfen die drei Parameter, relevante Konstellationen nicht zu übersehen. Die Gruppierung nach Gefährdungsbereichen entspricht dem typischen Vorgehen vieler Konstrukteure, die Maschinen bereichsweise statt anhand abstrakter Dokumentstrukturen analysieren.

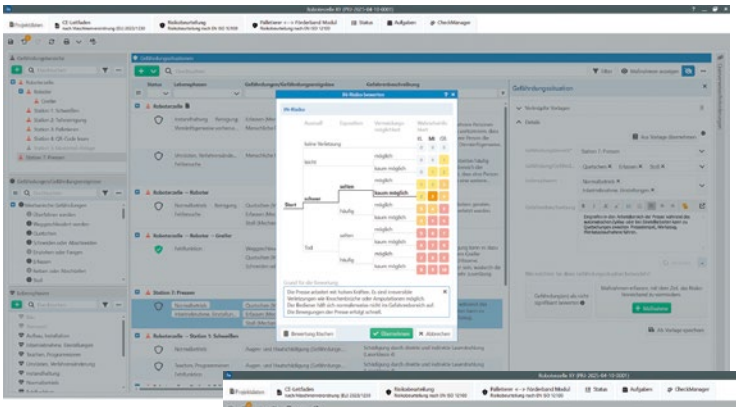
FÜR BESTANDSPROJEKTE STEHT EINE ZUSAMMENFÜHRUNGSFUNKTION BEREIT.

Neu ist die Mehrfachzuordnung. In älteren Versionen und Excel-Individuallösungen war eine Gefährdungssituation auf je eine Gefährdung und Lebensphase begrenzt. Das führte zu Duplikaten, verknüpften Maßnahmen und unnötiger Komplexität. Safexpert 10 kann als Datenbanksystem mehrere Gefährdungen und Lebensphasen in einer Gefährdungssituation zusammenführen. Ähnliche Fälle müssen nicht mehr aufgespalten werden; der reale Zusammenhang lässt sich zentral bearbeiten. Für Bestandsprojekte steht eine Zusammenführungsfunktion bereit.

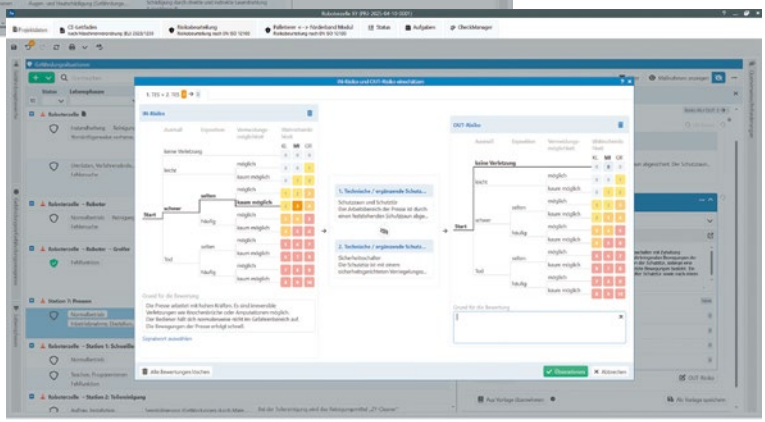
Mehr Übersicht in der Risikobewertung

Der Risikobewertungsablauf wird neu sortiert. Die inertiale Risikobewertung – Schadensausmaß kombiniert mit Eintrittswahrscheinlichkeit – folgt direkt auf die Gefahrenbeschreibung. Sie bildet die Basis der Entscheidung, ob sicherheitstechnische Maßnahmen nötig sind oder die Gefährdungssituation nach EN ISO 12100 „nicht signifikant" ist. Dann genügt der Nachweis, dass das Restrisiko vertretbar ist. Wie bisher lässt sich nach jeder Maßnahme die Risikoreduzierung mit dem systematischen Risikographen ermitteln. Neu ist die gemeinsame Betrachtung mehrerer Maßnahmen. Einzelbewertungen bleiben bei Mehrwert möglich;

sonst sinkt der Aufwand. So können etwa „Schutzzaun“ und „Schutztür“ gemeinsam eingeschätzt werden. Der Weg von der Gefährdung zur Entscheidung über wirksame oder nicht erforderliche Maßnahmen wird deutlich transparenter.



Erstellung einer Risikobeurteilung in Safexpert 10. Bild: IBF Solutions



Darstellung von IN-Risiko und OUT-Risiko in Safexpert 10. Bild: IBF Solutions

Schnittstelle zur funktionalen Sicherheit weiter ausgebaut

Ein zweites Feld ist die engere Verzahnung mit der funktionalen Sicherheit. Die Auswahl von Performance Level oder SIL samt Schnittstellen zu Sistema und TIA Selection Tool ist bereits ein zentrales Assistenzmerkmal. Safexpert 10 erweitert sie: Alle Sicherheitsfunktionen lassen sich gemeinsam in Sistema öffnen und wieder in der Safexpert-Datenbank speichern. Das erhöht den Komfort erheblich. Zudem zeigt Safexpert die Struktur jeder Sistema-Berechnung – Subsysteme, Blöcke und Elemente – direkt an. So bleibt die Sicherheitsarchitektur sichtbar, ohne Sistema für jede Funktion zu öffnen. Der erforderliche PLr oder SIL kann neben der Graphenauswahl auch direkt eingegeben werden, etwa bei Vorgabe durch eine maschinenspezifische Typ-C-Norm. Damit entsteht aus der Datenschnittstelle ein engerer Arbeitszusammenhang, der den Aufwand der Risikobeurteilung senkt.

Änderungsmanagement und Vorlagen smart nutzen

Safexpert 10 baut Wissens- und Änderungsmanagement aus. Die bisherige Generation verknüpft Maßnahmen über Normenreferenzen mit automatischer Aktualitätsüberwachung. Nun gilt der Änderungs-Assistent für ganze Projekte: Dokumente werden zentral geprüft, Nachfolgerdokumente gesammelt übernommen und betroffene Maßnahmen direkt sichtbar gemacht. Bei wechselnden Normen erkennen Entwicklungsabteilungen so neben dem Normenstatus auch dessen Auswirkungen auf vorhandene Maßnahmen.

Safexpert 10 vereint die bisher getrennten Bibliotheken für Maßnahmen und Gefahrenbeschreibungen in einer Lösungsbibliothek. Darin lassen sich Beschreibung, Gefährdung, Lebensphase und Maßnahmen gemeinsam als Vorlage speichern, wiederverwenden, mit Nachfolgern vergleichen und bei Bedarf durch gleichwertige Alternativen ersetzen. Unternehmen mit wiederkehrenden Maschinenplattformen, Baugruppen oder Schutzkonzepten profitieren: Statt alte Projekte zu kopieren, entsteht ein gepflegter, verfolgbarer Wissensbestand mit automatischer Aktualitätsüberwachung.



Safexpert-Produktmodule für MRL/MVO und LVD. Bild: IBF Solutions

Regulatorische Anforderungen stets im Blick

Viele Anforderungen werden in einer guten Risikobeurteilung erkannt; ohne systematische Prüfung können dennoch einige übersehen werden. Deshalb fordert die neue Maschinenverordnung einen zweiten Sicherheitsschritt, den Safexpert als Anforderungsliste in die Risikobeurteilung integriert. Damit lassen sich grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen separat auf Relevanz prüfen, mit Notizen begründen und direkt mit Maßnahmen verknüpfen. Für Konstrukteure entsteht so eine zweite Sicherheitsebene: Neben vollständig bearbeiteten Gefährdungen werden regulatorische Anforderungen gezielt abgeglichen. Durch die Integration bindet die neue Pflicht keine Ressourcen in einem zusätzlichen Prozessschritt.

Fazit und Blick in die Zukunft

Safexpert 10 ist kein gewöhnliches Release mit neuer Oberfläche, sondern baut die Arbeitslogik um. Der Hersteller verlagert den Fokus von einzelnen Datensätzen auf die konsistente Bearbeitung vollständiger Gefährdungssituationen. Das ist die zentrale Nachricht für Konstrukteure. Die neue Version überzeugt dort, wo heute noch mit Excel-Listen, View-Wechseln, Dubletten, verknüpften Maßnahmen und schwer nachvollziehbaren Normenfolgen gekämpft wird – intuitiv, modern und rechtssicher.

KI-GENERIERTE EINTRÄGE MÜSSEN VON EINEM MENSCHEN ANGENOMMEN WERDEN.

Diese Änderungen bilden die Basis für umfassende KI-Funktionen, die bereits für die nächsten Monate in Vorbereitung sind. Statt pauschaler KI-Antworten soll bei Safexpert die 30-jährige Erfahrung im Prozesswissen rund um Risikobeurteilung und Maschinensicherheit einfließen. KI soll so Arbeit erleichtern, statt als Datenproduzent erhebliche Nacharbeit zu verursachen. KI-generierte Einträge werden stets gekennzeichnet und müssen von einem Menschen angenommen werden. Denn Risikobeurteilungen sollen Leid durch Maschinenunfälle vermeiden. Die Funktionen sollen helfen, sicherere Maschinen zu bauen und Zeit für Routinetätigkeiten zu reduzieren – ohne Qualität und Rechtssicherheit der Produktentwicklungsprozesse zu beeinträchtigen. **« KIS**

Daniel Magnus ist Marketingleiter bei IBF Solutions.



SOFTWARE-DEFINED VEHICLE: DAS ÄNDERT SICH FÜR ZULIEFERER

Dass das Software-defined Vehicle (SDV) die Automobilproduktion verändert, ist bereits operative Realität: Softwareanteile steigen, Update-Fähigkeit wird zur Voraussetzung, Entwicklungszyklen verkürzen sich. Für Zulieferer ist das ein tiefgreifender Change-Prozess. Denn mit dem Fahrzeug wandelt sich auch die Logik, nach der entwickelt, integriert, getestet und ausgeliefert wird. » **VON MARIO JESSE**

Das Software-defined Vehicle (SDV) verschiebt die Messlatte, wenn zentral wird, dass Entwicklerteams Software stabil integrieren und über Plattformen hinweg weiterentwickeln. Damit rückt der Engineering-Betrieb selbst ins Zentrum des Produkts, und genau das entscheidet, ob Zulieferer in zentralen Plattformprogrammen mitspielen oder in projektgetriebenen Sonderlösungen feststecken.

In der öffentlichen Diskussion steht oft die OEM-Seite im Vordergrund, etwa neue digitale Erlösmodelle oder Over-the-Air-Updates. Für Zulieferer stellt sich die Lage anders dar: Sie müssen neue Software- und Integrationsanforderungen erfüllen, parallel mehrere Herstellerlogiken bedienen und bestehende Programme stabil weiterbetreiben. Die eigentliche Herausforderung liegt damit nicht in der Entwicklung einzelner Funktionen, sondern in der Weiterentwicklung des Engineering-Betriebs. Künftig zählt, ob sich Software konsistent versionieren, wiederverwenden, integrieren und über lange Lebenszyklen betreiben lässt, über Fahrzeuglinien und Projekte hinweg.

DIE TRANSFORMATION MUSS UNTER LAST STATTFINDEN.

Von der Komponente zur Plattform: Architektur wird Liefergegenstand

Lange Zeit war die Arbeitsteilung in der Automobilindustrie eindeutig: Komponenten, ECUs und Funktionen wurden entlang definierter Lastenhefte entwickelt und zu festen Meilensteinen integriert. Diese Logik verschwindet nicht, verliert aber an Eindeutigkeit. Je stärker Fahrzeuge zu softwarebasierten Plattformen werden, desto früher greifen Architekturentscheidungen, API-Design, Middleware-Fragen und Integrationsprozesse ineinander.

Zulieferer stellen dann nicht mehr nur eine klar umrissene Funktion bereit, sondern Komponenten für eine durchgängige Software- und Systemlogik. Diese Logik lebt von Wiederverwendbarkeit, Interoperabilität, stabilen Schnittstellen, synchronen Integrationsständen und einem sauberen Konfigurations- und Variantenmanagement. Was früher als lokales Engineering-Problem innerhalb eines Steuergeräts lösbar war, wird heute schnell zur Frage der Gesamtarchitektur.

Toolchains verbinden oder bremsen: Durchgängigkeit als Engpass

Bei vielen Zulieferern wird der Bruch zuerst in der Entwicklungsumgebung sichtbar. Gewachsene Tool-Landschaften, manuelle Übergaben zwischen Teams, inkonsistente Datenstände und OEM-spezifische Sonderwege bremsen die Geschwindigkeit dort, wo SDV mehr Tempo verlangt. Damit wird die Toolchain zur strategischen Infrastruktur-

< Industrialisiertes Engineering heißt: automatisierte Tests, Quality Gates und virtualisierte Validierung (SIL/HIL), damit Änderungen früh geprüft werden, bevor sie in späten Integrationsphasen teuer werden.

frage. Sie entscheidet darüber, ob Software wiederverwendbar, integrierbar und über mehrere Fahrzeugprogramme hinweg skalierbar betrieben werden kann. Aus einer operativen Entwicklungsumgebung wird ein zentraler Wettbewerbsfaktor.

CI/CD, aber mit Safety-Realität: DevOps im Automotive-Format

Der Verweis auf DevOps ist naheliegend, er bleibt aber unvollständig, wenn er abstrakt bleibt. Automotive-Software ist sicherheitskritisch, homologationspflichtig und folgt langen Lebenszyklen. Deshalb lassen sich Praktiken aus der Enterprise-IT nicht eins zu eins übertragen. Trotzdem führt am Grundprinzip kaum ein Weg vorbei: Entwicklung, Integration, Test und Betrieb müssen enger zusammenrücken.

Praktisch bedeutet das unter anderem:

- → Continuous Integration mit klaren Quality Gates
- → Automatisierte Regressionstests über Varianten und Plattformen
- → Frühere Validierung gegen stabile Schnittstellen
- → Nachweisführung (Safety/Security) als integrierter Prozessbestandteil statt nachgelagerter Dokumentationsschritt

Besonders relevant ist die Virtualisierung. Virtualisierte Testumgebungen, simulierte Steuergeräte- und Systemumgebungen (SIL) sowie Hardware-in-the-Loop-Setups (HIL) helfen, Abhängigkeiten von späten physischen Integrationsschritten zu reduzieren. Je früher Funktionen gegen definierte Schnittstellen und repräsentative Umgebungen entwickelt und getestet werden können, desto besser lassen sich Qualität, Geschwindigkeit und Nachweisführung gleichzeitig stabilisieren.

Umbau unter Last: Transformation ohne Produktionsstopp

Die Herausforderung liegt weniger im Ziel als in der Migrationsstrecke. Kaum ein Unternehmen kann das laufende Geschäft pausieren, um seinen Engineering-Betrieb neu aufzusetzen. Die Transformation muss unter Last stattfinden.

SEPARAT AUFGESETZTE PILOTEN UND ZUSÄTZLICHE TOOLS ERHÖHEN DIE KOMPLEXITÄT.

Separat aufgesetzte Piloten oder zusätzliche Tools bringen kurzfristig Tempo, erhöhen langfristig aber oft die Komplexität. Skalierung entsteht dort, wo sich Standardisierung lohnt, zum Beispiel bei stabilen Schnittstellen, durchgängiger Traceability, testbaren Integrationspfaden und einer Governance, die Software, Functional Safety und Cybersecurity enger zusammenführt. Konkret heißt das, die Bereiche Änderungsmanagement, Freigabeprozesse und Sicherheitsnachweise so zu verzahnen, dass sie als integrierter Bestandteil des Engineering-Betriebs laufen.

Schluss: Engineering-Fähigkeit wird zum Auswahlkriterium

SDV ist mehr als ein Architekturthema im Fahrzeug. Es verändert die Art, wie Zulieferer entwickeln, integrieren, testen und ausliefern. Künftig reicht es nicht aus, einzelne Funktionen bereitzustellen. Entscheidend wird, ob Software über Plattformen und Herstellergrenzen hinweg beherrschbar skaliert werden kann.

Wer dafür die Voraussetzungen schafft – via integrierter Toolchains, belastbarer Traceability, Varianten- und Konfigurationsmanagement sowie industrialisierter Integrations- und Release-Prozesse – wird für OEMs zum verlässlichen Entwicklungspartner. Wer diese Transformation nicht konsequent angeht, liefert weiterhin Funktionen, kann aber immer schwerer zur Plattformlogik beitragen, auf der das Software-defined Vehicle aufbaut. Ein praktischer Hebel ist das konsequente Versionieren von Schnittstellen und Integrationsständen. **« KIS**

Mario Jesse ist Head of Sales Discrete Manufacturing & Automotive bei Atos Deutschland.



Durchgängige Toolchains und Traceability machen Entwicklungsstände, Varianten und Qualitätsnachweise konsistent sichtbar – eine Basis für schnellere, belastbare Integration.



SDV verändert den Zulieferer-alltag nicht nur im Produkt, sondern auch im Engineering-Betrieb: Integration, Test und Release-Fähigkeit werden zur Voraussetzung für Skalierung über Programme hinweg.
Bilder: Atos

„DIE KI BEREITET VOR, DER MENSCH ENTSCHEIDET“

Die Reinhausen GmbH setzt eine von AppliedAI entwickelte KI-gestützte Lösung ein, um die Verarbeitung komplexer Spezifikationsdokumente zu automatisieren. Dr. Nina Korshunova, Head of AI Engineering bei AppliedAI, erläutert, wie die Lösung funktioniert, welche Ergebnisse sie erzielt und warum die finale Entscheidung weiterhin beim Menschen liegt.

» **VON KARIN FAULSTROH**

Wie lässt sich generative KI so in industrielle Prozesse integrieren, dass sie konkrete Engineering-Aufgaben zuverlässig unterstützt? Ein Praxisprojekt der Reinhausen GmbH zeigt, wie KI umfangreiche technische Spezifikationen automatisiert analysiert, Anforderungen strukturiert extrahiert und diese mit dem eigenen Produktportfolio abgleicht. Das bis vor Kurzem noch als Maschinenfabrik Reinhausen firmierende mittelständische Unternehmen mit Sitz im Regensburger Stadtteil Reinhausengilt als Hidden Champion in der globalen Energietechnik und produziert unter der Marke MR unter anderem Laststufenschalter für Leistungstransformatoren.

Im Gespräch erklärt Dr. Nina Korshunova, Head of AI Engineering bei AppliedAI, wie die Lösung technisch aufgebaut ist, welche Rolle eine fachspezifische Wissensbasis spielt und wie sich Nachvollziehbarkeit und menschliche Kontrolle sicherstellen lassen. Sie berichtet außerdem, welche Zeit- und Genauigkeitswerte im Projekt erreicht wurden und wie sich dadurch die Arbeit der Fachabteilungen verändert.

? Digital Engineering Magazin (DEM): Was war für Reinhausen der entscheidende Anlass, sich mit KI-gestützter Verarbeitung von Spezifikationsdokumenten und Produkt-Matching zu beschäftigen? Welche Herausforderungen im Engineering- beziehungsweise Konfigurationsprozess sollten damit gelöst werden?

DR. NINA KORSHUNOVA: Bei Reinhausen geht es im Projektgeschäft häufig um kleine Losgrößen und einen hohen Anpassungsgrad. Für jede Anfrage müssen umfangreiche Spezifikationsdokumente gelesen, Anforderungen identifiziert und mit dem Portfolio abgeglichen werden. Diese Dokumente sind typischerweise 60 bis 100 Seiten lang, teilweise deutlich länger, und erreichen MR über OEMs weltweit. Bisher war dieser Prozess stark manuell geprägt: Dokumente lesen und verstehen, Anforderungen herausarbeiten, mit dem Portfolio abgleichen, konfigurieren und die Angebotsvorbereitung anstoßen. Daraus ergaben sich drei zentrale Herausforderungen:

Erstens war der Prozess sehr zeitaufwendig. In Einzelfällen konnte die Bearbeitung einer Spezifikation einen Arbeitstag oder mehr in Anspruch nehmen, während im Vertrieb häufig nur ein bis zwei Tage bis zur Angebotsabgabe blieben. Dies führte zu einem Rückstau von über 2.100 Spezifikationen.

Zweitens hing die Qualität stark von individueller Erfahrung, verfügbarem Fachwissen und regionaler Praxis ab. Dieselbe Spezifikation konnte je nach Standort unterschiedlich ausgelegt und beantwortet werden. Teilweise wurde dasselbe Dokument an mehreren Standorten parallel bearbeitet, mit unterschiedlichem Ergebnis.

Drittens blieb unter Zeitdruck wenig Raum, um Varianten, Ersatzprodukte oder sinnvolle Ergänzungen systematisch zu prüfen.

? DEM: Wie funktioniert die Lösung technisch? Welche Aufgaben übernimmt der KI-gestützte Chatbot, welche Informationen werden automatisiert aus den Dokumenten extrahiert und wie werden diese anschließend mit dem Produktportfolio abgeglichen?

KORSHUNOVA: Die Lösung besteht technisch aus drei Bausteinen auf einer gemeinsamen Wissensbasis: automatisierte Extraktion, automatisiertes Produkt-Matching und ein KI-gestützter Chat. Der Einstieg erfolgt über eine Weboberfläche. Über diese können Nutzer eine Spezifikation hochladen oder ein bereits vorhandenes Dokument auswählen. Anschließend startet die Extraktionspipeline automatisch.

Im ersten Schritt wird das Dokument aufbereitet. Dies ist wichtig, da Spezifikationen sehr unterschiedlich aufgebaut sein können, beispielsweise als Fließtext, als tabellenlastige Datenblätter, als Mischform oder als gescannte Dokumente. Bei der Aufbereitung bleibt die Dokumentstruktur möglichst weitgehend erhalten, da Tabellen in solchen Unterlagen oft die eigentliche technische Information tragen.

Im nächsten Schritt werden relevante Passagen indexiert. Das System muss also nicht das gesamte Dokument pauschal an ein Sprachmodell übergeben, sondern kann für eine konkrete Frage gezielt die passenden Textstellen heranziehen.

Die Extraktion erfolgt entlang einer gemeinsam mit MR definierten Funktionsstruktur. Sie umfasst rund 20 Funktionskategorien und etwa 44 Funktionen – vom Stufenschalter über Monitoring und Steuerung bis hin zur Gas-in-Öl-Analyse (DGA), Durchführungen und Kühlung. Für jede Funktion gibt es ein festes Datenschema, fachliche Beschreibungen, Schlüsselbegriffe und einen spezifischen Systemprompt. Die Extraktion ist zweistufig aufgebaut. In der ersten Stufe wird zunächst ermittelt, ob eine Funktion gefordert ist. Außerdem werden Informationen wie Hersteller und Typ erfasst. In der zweiten Stufe werden detaillierte technische



DR. NINA KORSHUNOVA
hat an der TU München promoviert und leitet bei AppliedAI als Head of AI Engineering den Bereich, in dem KI und Ingenieurwesen zusammenkommen. Als Director of Technology bei Hyperganic und Mitgründerin von DirectFEM hat sie bereits früh an simulationsgetriebenem generativem Design und KI-nativen Engineering-Workflows gearbeitet.

Anforderungen möglichst nah am Originalwortlaut der Spezifikation extrahiert.

Das Produkt-Matching nutzt diese Extraktionsergebnisse und gleicht sie mit technischen Merkmalen ausgewählter MR-Produkte ab – zunächst für DGA, Druckentlastungsventil und Buchholzrelais. Das Ergebnis ist keine einfache Ja-Nein-Aussage. Stattdessen zeigt das System abgestuft an, ob und in welchem Umfang ein Produkt die Anforderungen erfüllt. Jede Einstufung wird begründet und die einzelnen Anforderungen werden aufgeschlüsselt.

Der Chat ergänzt diese strukturierte Auswertung. Er ermöglicht einen dialogischen Zugang zum Dokument und kann Rückfragen im Freitext beantworten. Dabei nutzt er dieselben fachlichen Beschreibungen und Suchbegriffe wie die Extraktion. Zu jeder Antwort werden Quellen im Dokument angegeben, also etwa Dokument, Seite und Abschnitt. In der Praxis wird der Chat vor allem genutzt, um zusätzliche Fragen zu stellen oder Extraktionsergebnisse am Originaltext zu überprüfen.

Die Ergebnisse können in mehreren Formaten ausgegeben werden: als JSON zur Anbindung weiterer Systeme, als CSV oder Excel zur manuellen Durchsicht sowie direkt in der Anwendung, wo sie gesucht, gefiltert und heruntergeladen werden können.

? DEM: Wie stellen Sie sicher, dass die von der KI ermittelten Anforderungen und Produktvorschläge fachlich korrekt und für Konstrukteure nachvollziehbar sind? Welche Rolle spielen dabei menschliche Prüfungen und Freigaben?

KORSHUNOVA: Der zentrale Grundsatz lautet: Die KI bereitet vor, der Mensch entscheidet. Kein Ergebnis geht ohne fachliche Prüfung in ein Angebot. Um zu vermeiden, dass diese Prüfung selbst wieder einen Arbeitstag kostet, wurde Nachvollziehbarkeit von Beginn an als Kernanforderung behandelt. Zu extrahierten Ergebnissen können Begründungen des Modells angezeigt werden. Der Chat verweist dabei auf die jeweilige Quelle im Dokument, etwa auf die entsprechende Seite und den Abschnitt. Beim Matching wird je Anforderung angezeigt, welche Punkte erfüllt sind und welche nicht. Das ist wichtig, damit mögliche Fehltreffer schnell erkannt werden können.

» DIE TÄTIGKEIT VERSCHIEBT SICH VOM SUCHEN UND LESEN HIN ZUM PRÜFEN UND ENTSCHEIDEN. «

Auch die zweistufige Extraktion unterstützt die Prüfung. Die erste Stufe mit Ja-Nein-Aussagen und Angaben zu Hersteller und Typ lässt sich schnell überprüfen. Die zweite Stufe mit detaillierten technischen Anforderungen wird gezielt an den Stellen geprüft, an denen es fachlich relevant ist. Der Prüfaufwand verteilt sich somit nicht gleichmäßig über das gesamte Dokument, sondern richtet sich nach der Relevanz.

Ein weiterer Baustein ist die fachliche Wissensbasis. Funktionsbeschreibungen, Schlüsselbegriffe und Abhängigkeiten stammen aus dem MR-Kontext und wurden gemeinsam mit Fachexperten erarbeitet. Das System arbeitet also nicht nur mit allgemeinem Modellwissen, sondern mit der Terminologie und dem Portfolioverständnis von MR.

Nutzer können Ergebnisse zudem in der Anwendung bewerten und kommentieren. Ziel ist es, erkannte Fehler an der Ursache, also der Definition in der Wissensbasis, zu beheben, damit die Korrektur in alle künftigen Auswertungen einfließt. Auf diese Weise entsteht ein Rückkanal, über den die Wissensbasis kontinuierlich verbessert wird.

? DEM: Technische Spezifikationen enthalten häufig branchenspezifische Begriffe, unvollständige Angaben, unterschiedliche Dokumentformate und implizites Expertenwissen. Wie geht die Lösung mit solchen Informationen und möglichen Widersprüchen um?

KORSHUNOVA: Dieser Punkt ist für den praktischen Nutzen der Lösung von entscheidender Bedeutung und hängt zu großen Teilen nicht vom Sprachmodell ab. Für die branchenspezifische Terminologie wurden pro Funktion Beschreibungen und Schlüsselbegriffe von MR-Fachexperten erstellt und hinterlegt. Diese decken unterschiedliche Schreibweisen und OEM-spezifische Bezeichnungen ab. Entscheidend ist, dass Extraktion, Chat und Matching dieselbe Wissensbasis nutzen. Dadurch wird ein Begriff entlang der gesamten Verarbeitungskette einheitlich behandelt.

Bei unterschiedlichen Dokumentformaten spielt die Dokumentaufbereitung eine zentrale Rolle. Viele Spezifikationen enthalten neben Fließtext auch Tabellen, gescannte Inhalte oder Mischformen. Deshalb erfolgt die Aufbereitung möglichst layouterhaltend. Gerade bei Tabellen kann eine Anforderung ihren Sinn verlieren, wenn sie aus dem Zusammenhang gerissen wird.

Unvollständige Angaben werden nicht automatisch geglättet. Das System unterscheidet beispielsweise, ob eine Funktion nicht gefordert ist, ob sie genannt, aber nicht näher spezifiziert wird oder ob Detailanforderungen im Dokument fehlen. Für die Fachbearbeiter ist dieser Unterschied wichtig, da fehlende Angaben häufig Rückfragen an den Kunden auslösen.

Implizites Expertenwissen lässt sich teilweise in Regeln und Abhängigkeiten überführen, etwa wenn bestimmte Produktkomponenten herstellerseitig zusammenpassen müssen. Solche Zusammenhänge wurden gemeinsam mit Fachexperten erhoben und in der Wissensbasis abgebildet. Ein anderer Teil bleibt bewusst beim Menschen.

Widersprüche werden ebenfalls nicht automatisch ‚aufgelöst'. Die Detailextraktion bleibt nah am Originalwortlaut, Fundstellen werden mitgeliefert und nicht erfüllte Anforderungen werden im Matching transparent angezeigt. Ein Widerspruch in einer Spezifikation ist häufig nicht nur eine fachliche, sondern auch eine kommerzielle Frage. Die Aufgabe des Systems besteht darin, solche Punkte sichtbar



zu machen. Die Entscheidung bleibt jedoch dem Menschen überlassen.

Um erfundene Inhalte zu begrenzen, arbeitet die Lösung mit festen Datenschemata, Quellenbezügen und einer Qualitätsmessung, die fehlende, irrelevante oder frei erfundene Inhalte ausdrücklich negativ wertet. Das Problem lässt sich damit nicht vollständig beseitigen, aber es wird messbar und fällt auf.

? DEM: Welche Veränderungen im Arbeitsalltag der beteiligten Fachabteilungen? Werden dadurch vor allem Bearbeitungszeiten reduziert oder verändern sich auch Zuständigkeiten und Arbeitsweisen?

KORSHUNOVA: Beides spielt eine Rolle. Der unmittelbar sichtbare Effekt ist die deutliche Verkürzung der Bearbeitungszeiten. Aus einem umfangreichen manuellen Lese- und Analyseprozess wird ein maschineller Durchlauf von wenigen Sekunden, dem eine fachliche Prüfung folgt. Nach Einschätzung aus dem Projekt liegt der verbleibende Aufwand pro Spezifikation bei ein bis zwei Stunden.

Langfristig ist die Veränderung der Arbeitsweise aber mindestens ebenso wichtig. Die Tätigkeit verschiebt sich vom Suchen und Lesen hin zum Prüfen und Entscheiden. Dadurch können zeitliche Ressourcen stärker auf die Fälle verwendet werden, in denen menschliche Expertise besonders relevant ist: ungewöhnliche Anforderungen, Varianten, Ersatzprodukte, Konfiguration oder Abstimmungen mit Kunden.

Bei den Zuständigkeiten ändert sich zweierlei. Eine Spezifikation wird nur noch einmal ausgewertet und nicht mehr parallel an mehreren Standorten. Zudem entsteht eine neue Aufgabe: Produktwissen, Funktionsbeschreibungen und Begriffe sind nicht mehr nur bei einzelnen Expertinnen und Experten verteilt, sondern müssen in einer Wissensbasis strukturiert gepflegt werden.

? DEM: Welche Ergebnisse/Verbesserungen konnten Sie bei Verarbeitungsgeschwindigkeit, Extraktionsgenauigkeit und Produkt-Matching erzielen, und wie wurden diese Werte ermittelt?

KORSHUNOVA: Gemessen wurde in drei Dimensionen: Verarbeitungsgeschwindigkeit, Extraktionsgenauigkeit und Nutzbarkeit des Produkt-Matchings.

Bei der Geschwindigkeit werden die Werte anhand eines 70-seitigen Spezifikationsdokuments betrachtet: Die automatisierte Extraktion über beide Stufen dauert rund zwölf Sekunden. Für die manuelle Extraktion werden etwa fünf Stunden angesetzt (Faktor 1.500). Das Produkt-Matching über drei Produkte dauert rund 13 Sekunden; manuell wird dafür ein Erfahrungswert von rund drei Stunden zugrunde gelegt (Faktor 830). Chatantworten liegen im Durchschnitt bei rund drei Sekunden, während die manuelle Beantwortung derselben Frage im Dokument im Schnitt 134 Sekunden dauert (Faktor 45).

Bei der Genauigkeit erreicht die erste Extraktionsstufe rund 90 Prozent. Dieser Wert bezieht sich auf die Ja-Nein-Erkennung, also auf die Frage, ob eine Funktion gefordert ist. Die zweite Stufe, in der detaillierte technische Anforderungen als Freitext extrahiert werden, liegt bei rund 77 Prozent. Dass dieser Wert niedriger ist, ist erwartbar, weil Freitextanforderungen schwerer zu bewerten sind als strukturierte Ja-Nein-Felder.

Methodisch basiert die Bewertung auf einem definierten Testsatz, für den MR-Fachexperten Referenzergebnisse erstellt haben. In Stufe 1 wurden die Ergebnisse feldweise mit den Referenzwerten verglichen. In Stufe 2 ist ein rein wörtlicher Textvergleich nicht ausreichend, weil dieselbe technische Anforderung unterschiedlich formuliert sein kann. Deshalb wurde die Übereinstimmung durch ein Sprachmodell semantisch gegen die Referenz bewertet, einschließlich Abzügen für fehlende, irrelevante oder erfundene Inhalte.

Wichtig ist auch die Einordnung der Zahlen. Die Maschinenlaufzeiten sind gemessen. Die manuellen Vergleichswerte für Extraktion und Matching beruhen dagegen auf Erfahrungswerten der Fachexperten und sind keine Zeitmessung unter kontrollierten Bedingungen. Die Faktoren zeigen daher die Größenordnung der Verbesserung, nicht eine punktgenaue Messung für jedes Dokument. Auch die Genauigkeitswerte beziehen sich auf den definierten Testsatz, nicht auf das gesamte Dokumentenaufkommen.

Der wichtigste praktische Befund ist neben den Prozentzahlen zu verorten: Die Lösung ist produktionsreif und wird von Fachexperten im Alltag genutzt. Durch fachliche Prüfung und Rückmeldungen aus der Anwendung wird die Qualität weiter verbessert.

? DEM: Wie soll sich die Lösung in Ihrem Hause künftig weiterentwickeln?

KORSHUNOVA: Die heutige Lösung ist als Basis und nicht als Endstand angelegt. Die geplante Weiterentwicklung umfasst im Wesentlichen drei Stufen.

Erstens soll die Wissensbasis stärker durch Fachleute aus der Anwendung heraus und unabhängig vom Entwicklungsteam gepflegt werden können. Funktionen und Produkte sollen künftig möglichst ohne Programmierung angelegt, geändert oder entfernt werden können. Änderungen an der Wissensbasis sollen automatisch Verarbeitungsketten aktualisieren. Dazu gehören auch ein weiterentwickeltes Frontend, persönliche Benutzerkonten mit gespeicherter Historie sowie ausgebaute Rückmeldemöglichkeiten direkt in der Anwendung.

Zweitens geht es um die Integration in die bestehende Systemlandschaft. Die Auswertung soll dort ausgelöst werden, wo die entsprechenden Spezifikationen eingehen. Anschließend sollen strukturierte Ergebnisse möglichst ohne manuelle Zwischenschritte in die relevanten Datensätze zurückgeschrieben werden. Auch Produktmerkmale sollen aus den führenden Datenquellen stammen, statt als separate Kopie im Werkzeug gepflegt zu werden.

Der nächste logische Schritt ist schließlich die Angebotsvorbereitung. Wenn Anforderungen strukturiert extrahiert und mit dem Portfolio abgeglichen werden, kann darauf aufbauend eine KI-gestützte Unterstützung für die Angebotserstellung entstehen. Auch hier bleibt der Grundsatz bestehen: Das System kann Entwürfe erzeugen und vorbereiten, die Freigabe erfolgt durch Menschen.

Parallel dazu soll die fachliche Abdeckung erweitert werden. Beim Matching wurde bewusst mit drei Produktfamilien begonnen, um die Methodik zu prüfen. Der nächste Schritt ist die schrittweise Ausweitung auf weitere relevante Produktbereiche. Dafür sind vor allem saubere Produktdaten und eine gepflegte Wissensbasis entscheidend. **« KF**

Die Fragen stellte **Karin Faulstroh**.

AppliedAI in Kürze

AppliedAI ist eine europäische Initiative für die Anwendung vertrauenswürdiger KI-Technologie. 2017 von Dr. Andreas Liebl als Bereich von UnternehmerTUM in München gegründet und 2022 in ein Joint Venture mit dem Innovation Park Artificial Intelligence (IPAI) Heilbronn überführt, beschäftigt AppliedAI heute mehr als 130 Mitarbeitende in München und Heilbronn. Das Unternehmen begleitet Konzerne und mittelständische Unternehmen bei der KI-Transformation – von Strategieberatung und Use-Case-Entwicklung bis zu Beschleunigerprogrammen und spezifischen Lösungen. Seit 2017 wurden mehr als 250 Unternehmen begleitet, darunter mehr als die Hälfte der DAX-Konzerne.

MARKET-PLACE

Anbieter & Dienstleister

PEPS OPTICAM

CAD/CAM-SYSTEM PEPS

- Drahterodieren
- Fräsen
- Drehen
- Laser-und Wasserstrahlschneiden

CAD/CAM-SYSTEM OPTICAM

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

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

COMSOL

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

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

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

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

Heidrive
An Allient Company

ANTRIEBSTECHNIK MADE IN KELHEIM

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

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

schneider digital

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
Web: www.schneider-digital.com

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

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

IM NÄCHSTEN HEFT



AUTOMATION

Automation ist der Schlüssel zu effizienten, flexiblen und zukunftssicheren Produktionsprozessen. Intelligente Steuerungen, vernetzte Systeme und durchgängige Datenflüsse eröffnen neue Möglichkeiten für die Industrie. Welche Technologien treiben die Entwicklung voran? Im Fokus stehen innovative Konzepte, praxisnahe Anwendungen und Strategien, mit denen Unternehmen Abläufe optimieren, Ressourcen gezielter einsetzen und ihre Wettbewerbsfähigkeit in einer dynamischen Produktionswelt nachhaltig stärken.

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

ANTRIEBSTECHNIK MIT MOTION CONTROL

Präzise Bewegungen, hohe Dynamik und maximale Effizienz: Moderne Antriebstechnik mit Motion Control eröffnet neue Spielräume im Maschinen- und Anlagenbau. Leistungsfähige Antriebe, intelligente Regelungskonzepte und vernetzte Systeme sorgen für optimale Bewegungsabläufe. Im Mittelpunkt stehen aktuelle Entwicklungen und praxisbewährte Lösungen, die Produktivität steigern, Prozesse flexibler gestalten und neue Anforderungen an Präzision, Energieeffizienz und Synchronisation in der industriellen Automation erfüllen.

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





KONSTRUKTIONSNAHE SIMULATION

Produkte virtuell prüfen, Varianten frühzeitig bewerten und Entwicklungsrisiken minimieren: Konstruktionsnahe Simulation verlagert wichtige Erkenntnisse an den Anfang des Entwicklungsprozesses. Moderne Berechnungsmethoden unterstützen Konstrukteure dabei, Schwachstellen rechtzeitig zu erkennen und fundierte Entscheidungen zu treffen. Wie lassen sich Entwicklungszeiten verkürzen, Kosten reduzieren und die Produktqualität verbessern? Im Fokus stehen digitale Werkzeuge und praxisnahe Methoden für eine effiziente Produktentwicklung von der ersten Idee bis zur Serienreife.

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

WEITERE THEMEN IN DER KOMMENDEN AUSGABE:

→ Montage- und Handhabungstechnik
→ Konstruktion- und Produktentwicklung mit Cloud-Lösungen
→ CAD-Datenkonvertierung
→ Elektrotechnik (ECAD-Software und Komponenten)
→ Topologieoptimierung und generatives Design

Aus aktuellem Anlass kann es zu Themenänderungen kommen.

IMPRESSUM

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

So erreichen Sie die Redaktion:
Chefredaktion: Rainer Trummer (v.i.S.d.P.),
(089-3866617-10, rainer.trummer@win-verlag.de)
Redaktion: Karin 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)
Autoren dieser Ausgabe:
Andreas Biniasch, Benk Boldt, Jonas Diekmann, Matthias Fritsche,
Stefan Gampp, Frank Hägele, Dr. Florian Harzenetter, Madlen Hirschmann,
Dieter Hufnagel, Mario Jesse, Hans Michael Krause, Dr. Steffen Kunnen,
Alexander Kunz, Marc Landermann, Marco Lemke, Daniel Magnus,
Germar Nikol, Tsvetelina Nikolova, Johanna Pompe, Martina Schili,
Yanik Yeganehfar, Stefan Ziegler

So erreichen Sie die Anzeigenabteilung:
Anzeigengesamtleitung:
Martina Summer (089-3866617-31, martina.summer@win-verlag.de),
Anzeigenverantwortlich
Mediaberatung:
Michael Nerke (Anzeigenverkaufsleiter,
Tel.: 089-3866617-20, michael.nerke@win-verlag.de),
Maximilian Schröck (Tel.: 089-3866617-34,
maximilian.schroeck@win-verlag.de)
Anzeigendisposition:
Auftragsmanagement@win-verlag.de
Chris Kerler (089/3866617-32, chris.kerler@win-verlag.de)

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

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

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

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

Anschrift Anzeigen, Vertrieb und alle Verantwortlichen:
WIN VERLAG
WIN-Verlag GmbH & Co. KG
Chiemgaustraße 148, 81549 München
Tel.: 089-3866617-0
Registergericht München, HRA 82 124

Verlagsleitung:
Martina Summer (089/3866617-31, martina.summer@win-verlag.de)
Objektleitung:
Rainer Trummer (089/3866617-10, rainer.trummer@win-verlag.de)
Zentrale Anlaufstelle für Fragen zur Produktsicherheit
Martina Summer (089/3866617-31, martina.summer@win-verlag.de)

Bezugspreise:
Einzelverkaufspreis: 14,40 Euro in D, A, CH und 16,60 Euro in den weiteren EU-Ländern inkl. Porto und MwSt. Jahresabonnement (8 Ausgaben): 115,20 Euro in D, A, CH und 132,80 Euro in den weiteren EU-Ländern inkl. Porto und MwSt. Vorzugspreis für Studenten, Schüler, Auszubildende und Wehrdienstleistende gegen Vorlage eines Nachweises auf Anfrage. Bezugspreise außerhalb der EU auf Anfrage.
28. Jahrgang
Erscheinungsweise: achtmal jährlich
Einsendungen: Redaktionelle Beiträge werden gerne von der Redaktion entgegen genommen. Die Zustimmung zum Abdruck und zur Vervielfältigung wird vorausgesetzt. Gleichzeitig versichert der Verfasser, dass die Einsendungen frei von Rechten Dritter sind und nicht bereits an anderer Stelle zur Veröffentlichung oder gewerblicher Nutzung angeboten wurden. Honorare nach Vereinbarung. Mit der Erfüllung der Honorarvereinbarung ist die gesamte, technisch mögliche Verwertung der umfassenden Nutzungsrechte durch den Verlag – auch wiederholt und in Zusammenfassungen – abgegolten. Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichung kann trotz Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden.
Copyright © 2026 für alle Beiträge bei der WIN-Verlag GmbH & Co. KG
Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages vervielfältigt oder verbreitet werden. Unter dieses Verbot fallen insbesondere der Nachdruck, die gewerbliche Vervielfältigung per Kopie, die Aufnahme in elektronische Datenbanken und die Vervielfältigung auf CD-ROM und allen anderen elektronischen Datenträgern.

ISSN 1618-002X, Ausgabe 076/2026
Unsere Papiere sind PEFC zertifiziert.
Wir drucken mit mineralölfreien Druckfarben.

Außerdem erscheinen bei der WIN-Verlag GmbH & Co. KG:
AUTOCAD Magazin, BAUEN AKTUELL, DIGITAL BUSINESS,
DIGITAL MANUFACTURING, e-commerce Magazin, KGK Rubberpoint,
PlastXnow, r.energy



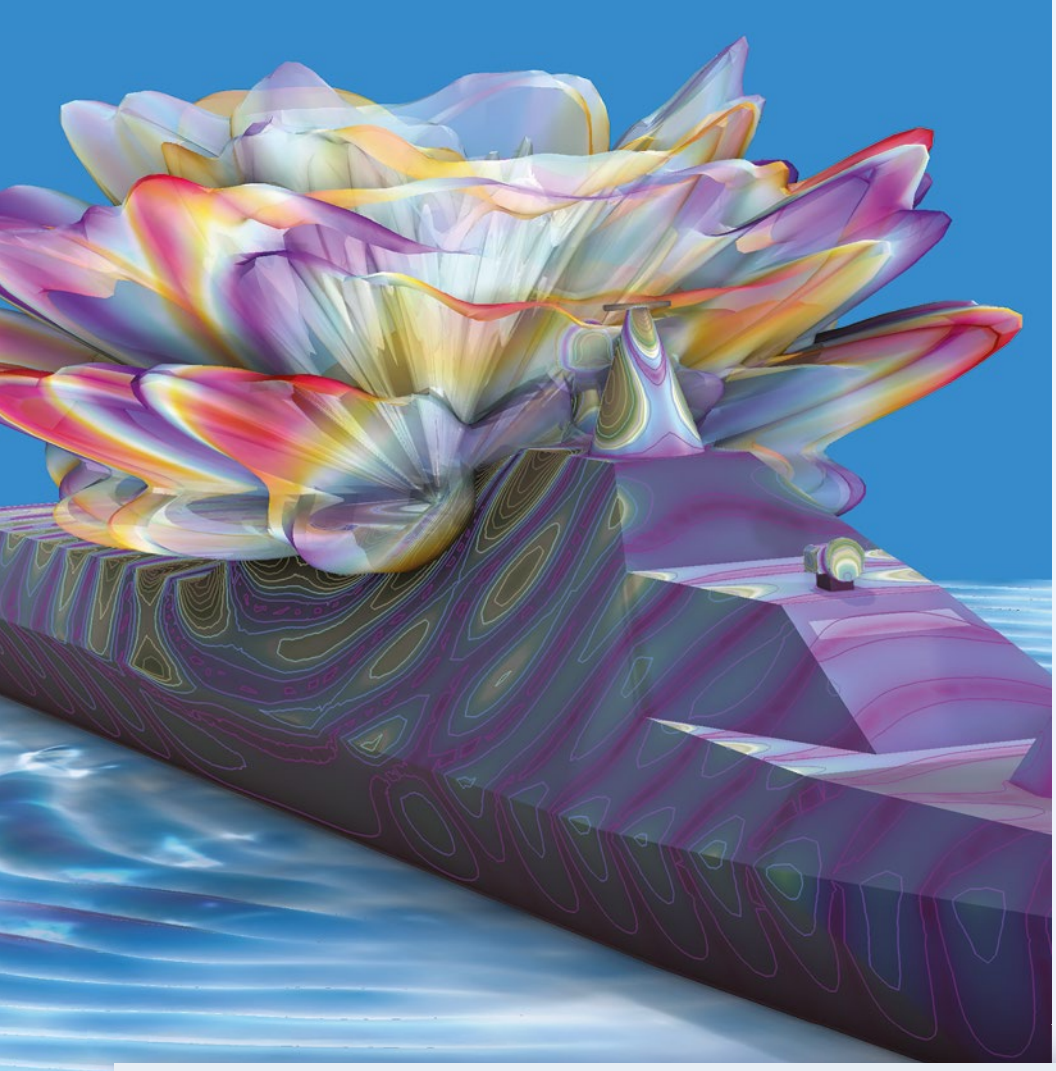
Die DNA von Metrofunk

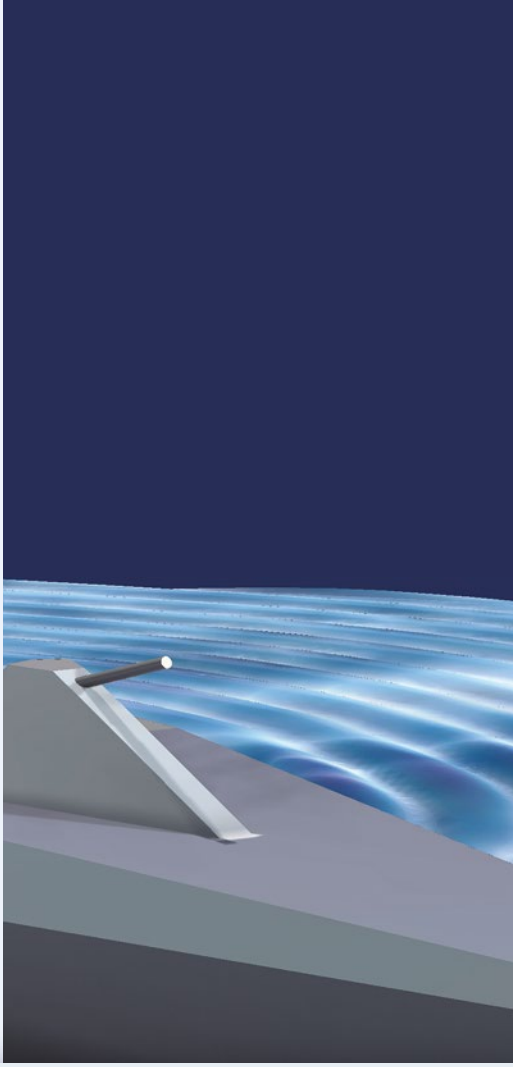
für Systemerhalt
hinter der Kulisse



Metrofunkkabel-Union GmbH
Motzener Str. 12,
D-12277 Berlin,
Tel. 030 79 01 86 0
info@metrofunk.de – www.metrofunk.de

Metrofunk Kabel Union
www.metrofunk.de





Werden Sie Vorreiter in der Aerospace & Defense Entwicklung

mit COMSOL Multiphysics®

Multiphysik-Simulationssoftware treibt die Innovation von Produkten im Bereich Aerospace & Defense voran, die höchste Anforderungen an Sicherheit und Leistung erfüllen. Durch die Erstellung von Modellen, die die reale Welt präzise abbilden, können Ingenieure ihre Designs schneller entwickeln, testen und verifizieren.

» *comsol.de/offers/aerospace-defense-innovation-de*

COMSOL

SONDERAUSGABE 2026

www.digital-engineering-magazin.de

DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN

Eine Publikation der WIN-Verlag GmbH & Co. KG

ANTRIEBSTECHNIK



Titelbildsponsor/Bild: SEW-Eurodrive

Gabler Thermoform nutzt neues Energie- und Automatisierungskonzept von SEW-Eurodrive

HÖHERE LEISTUNG BEI GLEICHER INFRASTRUKTUR

Im Fokus: KABEL & LEITUNGEN

HÄNG DICH AN DEN DIGITAL THREAD.



DER ROTE FADEN FÜR DEINE PROJEKTE .

Jetzt Magazin abonnieren und Projekte mit relevantem Wissen voranbringen:

www.digital-engineering-magazin.de/abonnement

DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN

eine Marke vom

WIN VERLAG

MEHR FLEXIBILITÄT DURCH INTELLIGENTE ANTRIEBSSYSTEME

Liebe Leserinnen und Leser,

die Auswahl und Auslegung des Antriebssystems entscheiden mit darüber, wie leistungsfähig und energieeffizient eine Maschine arbeitet. Innovationen entstehen in der Antriebstechnik nicht allein durch leistungsfähigere Motoren, kompaktere Umrichter oder intelligentere Regelungsverfahren. Entscheidend ist das Zusammenspiel von Mechanik, Elektronik und Software. Genau darum geht es in unserem Sonderheft „Antriebstechnik".

Lesen Sie beispielsweise in der Titelstory auf den Seiten 6 und 7, wie moderne Antriebs- und Energiekonzepte neue Spielräume für hochdynamische Thermoformanlagen bei Gabler Thermoform schaffen.

Ein Highlight in diesem Sonderheft ist sicherlich unsere große Expertenumfrage (Seite 12 bis 19). 16 Antriebsspezialisten geben Einblicke in Trends, Herausforderungen und Lösungen für die industrielle Antriebstechnik von heute und morgen. Unter anderem haben uns die Experten erläutert, wie Software Defined Automation (SDA) die Architektur von Automatisierungssystemen verändert und welche Auswirkungen dies auf die Antriebstechnik hat. Im Fokus standen ebenso Energieeffizienz und Nachhaltigkeit. Wir wollten wissen, wo aktuell die größten Potenziale sind, den Energieverbrauch von Antriebssystemen zu reduzieren, und welche Technologien dafür besonders relevant sind.

Auch in den weiteren Beiträgen wird deutlich, wie vielfältig die Herausforderungen und Lösungen in der Antriebstechnik sind: von programmierbaren Drehgebern (Seite 8) über hybride Antriebstechnik für eine Rundtaktmaschine (Seite 22) bis hin zum Einsatz von Zahnstangengetrieben für hochgenaue Verfahr- und Positionierbewegungen (Seite 42).

Unser Sonderheft „Antriebstechnik" zeigt, wie Entwickler, Konstrukteure und Ingenieure den Wandel aktiv gestalten – mit praxisnahen Lösungen, innovativen Konzepten und klarer Fokussierung auf Effizienz und Individualisierung.

Viel Spaß beim Lesen und spannende Einblicke!



RAINER TRUMMER
Chefredakteur

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



5 **News**

6 **Titelstory: Höhere Leistung bei gleicher Infrastruktur**
Energie- und Antriebskonzept auf Basis von Movi-C

8 **Mehr Flexibilität für die Automatisierung**
Programmierbare Drehgeber

10 **Spin & Charge – Schwung für die Verkehrswende**
Frequenzumrichter regeln Schwungrad-Hochleistungsspeicher

12 **Intelligente Antriebe, mehr Effizienz**
Expertentalk Antriebstechnik

20 **Smarte Features für präzise Anwendungen**
Sigma-X-Servosysteme für die Elektronikindustrie

22 **Wenn Effizienz auf Kompaktheit trifft**
Hybride Antriebstechnik in einer Rundtaktmaschine

26 Im Fokus: Kabel & Leitungen
Präzision beginnt bei der Verbindungstechnik
Ulmer Werkzeugschleiftechnik baut auf Kabelkonfektionen von Lapp

28 **Asynchronmaschinen multiphysikalisch auslegen**
Simulation in der Antriebstechnik

30 **Edelstahlkupplungen: robust und präzise**
Präzise Drehmomentübertragung

32 **KBK-Kupplungen für Agrar- und Gesundheitsrobotik**
Kollege Roboter im Einsatz

34 **Kugeldrehverbindungen in Peiner-Schwenkwerken**
Schwerlasttechnik im Hafenumschlag

36 **Shortgetriebe: Mehr Leistung auf gleichem Bauraum**
Wellgetriebe für Robotik und Automation

38 **Neugart und der Weg zur passenden Antriebslösung**
Modulares Baukastensystem

40 **Leistung ganzheitlich gedacht**
Frequenzumrichter für die industrielle Antriebstechnik

42 **Mehr Dynamik für die Kupferbearbeitung**
Warum Boschert von Spindelantrieben auf Zahnstangengetriebe wechselte

44 **Schnell und präzise positioniert**
Hubaufgaben mit Zahnstangengetrieben wirtschaftlich lösen

46 **Antriebe für höchste Anforderungen**
Elektromechanische Servosysteme für raue Umgebungen

REDAKTIONELL ERWÄHNTE INSTITUTIONEN, ANBIETER UND VERANSTALTER

AMKmotion S. 12, 22, Bonfiglioli S. 12, 40, CADFEM S. 28, Dunkermotoren S. 13, Faulhaber S. 46, Halstrup-Walcher S. 14, Jakob Antriebstechnik S. 14, 30, KBK Antriebstechnik S. 15, 32, Keba S. 15, Kübler S. 8, 13, Lapp S. 26, Leantechnik S. 44, Maxon Motor S. 16, Nabtesco S. 16, 36, Neugart S. 16, 38, Omron S. 5, Rodriguez S. 34, Schneider Electric S. 17, SEW-Eurodrive S. 6, Sieb & Meyer S. 10, 18, Siemens S. 18, Stöber Antriebstechnik S. 42, Sumitomo S. 18, Yaskawa S. 19, 20

42

MEHR DYNAMIK FÜR DIE KUPFERBEARBEITUNG

Die Kupferstanzmaschine „CuMaster" von Boschert bearbeitet Kupfer-, Aluminium- und Stahlschienen hochdynamisch und präzise. Dafür setzt der Maschinenbauer auf Planeten- und Servowinkelgetriebe sowie neue Zahnstangentriebe von Stöber. Gegenüber den bisherigen Spindelantrieben bieten diese mehr Flexibilität, kompaktere Bauweise, höhere Geschwindigkeit und Dynamik.

Bild: Stöber Antriebstechnik



TITELSTORY: HÖHERE LEISTUNG BEI GLEICHER INFRASTRUKTUR

Mit steigenden Taktzahlen wachsen in Thermoformmaschinen normalerweise auch Anschlussleistung, Schaltschrankgröße und Energiebedarf. Gabler Thermoform wollte diesen Zusammenhang bei der Weiterentwicklung seiner Maschinenplattform durchbrechen. Gemeinsam mit SEW-Eurodrive entstand deshalb ein neues Energie- und Automatisierungskonzept auf Basis von Movi-C und Power and Energy Solutions.

Seite 6

12

EXPERTENUMFRAGE: ANTRIEBSTECHNIK

Wie entwickeln sich Antriebe zu intelligenten, vernetzten Systemkomponenten? Welche Chancen bietet die Entkopplung von Hard- und Software, und wie wirkt sich dieser Wandel auf die Antriebstechnik aus? Und wo liegen die größten Potenziale, Energie zu sparen? 16 Experten geben Einblicke in Trends, Herausforderungen und Lösungen für die industrielle Antriebstechnik von heute und morgen.

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



Omron

WIRTSCHAFTLICHE SERVOLÖSUNG



Die neue C6-Serie erweitert das Omron-Portfolio um eine wirtschaftliche Servolösung mit moderner Technologie für Anwendungen mit geringeren Leistungsanforderungen.
Bild: Omron

Omron erweitern sein Portfolio für die Bewegungssteuerung um die neue C6-Serie. Das Wechselstrom-Servosystem wurde für Achsen mit geringer Belastung entwickelt und deckt einen Leistungsbereich von 50 W bis 7,5 kW ab. Verfügbar sind sowohl einphasige 230-V- als auch dreiphasige 400-V-Modelle.

Diese Servolösung adressiert die sich ständig weiterentwickelnden Anforderungen der modernen Maschinenautomatisierung und verbindet Leistung, Funktionalität und Wirtschaftlichkeit für moderne Maschinenanwendungen. Die C6-Serie unterstützt Maschinenbauer dabei, ihre Produktivität zu steigern, Entwicklungszeiten zu verkürzen und ihre Wettbewerbsfähigkeit auszubauen.

Die C6-Servoantriebe punkten zudem mit ihrer kompakten Bauweise und einer über den gesamten Leistungsbereich bis 3 kW konstanten Bauhöhe. Das vereinfacht die Planung von Schaltschränken, verkürzt die Montagezeit und senkt Installationskosten. Steckbare Anschlüsse für Stromversorgung, Motor, Encoder und integrierte E/A ermöglichen eine schnelle Installation und einen unkomplizierten Austausch. Der Encoder bietet eine Auflösung von 26 Bit und lässt sich wahlweise als inkrementaler oder absoluter Encoder mit Batterie-Backup konfigurieren.

Titelanzeige:
SEW-Eurodrive

Höhere Leistung bei gleicher Infrastruktur



Mehr Leistung, weniger Energie: Was zunächst wie ein Widerspruch klingt, setzt Gabler Thermoform gemeinsam mit SEW-Eurodrive in der Praxis um. Denn mit steigenden Taktzahlen wachsen in Thermoformmaschinen normalerweise auch Anschlussleistung, Infrastrukturaufwand und Energiebedarf. Mit Movi-C und Power and Energy Solutions (PES) nutzt die neue Maschinenplattform Bremsenergie intelligent im Prozess und reduziert so Anschlussleistung, Schaltschrankvolumen und Energiebedarf erheblich. Gleichzeitig steigen Produktivität und Stanzkraft deutlich. Wie moderne Antriebs- und Energiekonzepte neue Spielräume für hochdynamische Thermoformanlagen schaffen, zeigt die Titelstory dieser Ausgabe (Seite 6-7).

SEW-EURODRIVE GmbH & Co. KG
Ernst-Blickle-Straße 42
76646 Bruchsal, Deutschland
Telefon: +49 (0) 72 51 / 75-0
www.sew-eurodrive.de/movi-c

Nabtesco

Ihr **All-inclusive-Partner** für die Automatisierung

High-End-Präzision, Engineering und Premium-Service aus einer Hand:
Präzisionsgetriebe, **Aktuatoren** und **komplette mechatronische Systeme**.
Vom Standard bis zur Sonderlösung. Von Robotik bis Medizintechnik.

- Globaler Technologie- und Innovationsführer
- Mehr als 40 Jahre Erfahrung in Robotik und Automation
- Größtes Präzisionsgetriebe-Portfolio der Welt: Zykloidgetriebe, Wellgetriebe
- Drehmomentspektrum von 4,5 bis 70.000 Nm
- Mechatronische Systemkompetenz

#Mehr Innovation
#Mehr Erfahrung
#Mehr Service



Treffen Sie uns auf der SPS!
24. – 26.11.26 | Stand 3A – 426



Wir liefern die passende Lösung für Ihre Anwendung. Challenge us!

www.nabtesco.de



Thermoformanlagen von Gabler produzieren unter anderem Kaffeekapseln für moderne Kaffeevollautomaten in verschiedenen Formen und Größen.
Bild: Gabler

HÖHERE LEISTUNG BEI GLEICHER INFRASTRUKTUR

Mit steigenden Taktzahlen wachsen in Thermoformmaschinen normalerweise auch Anschlussleistung, Schaltschrankgröße und Energiebedarf. Gabler Thermoform wollte diesen Zusammenhang bei der Weiterentwicklung seiner Maschinenplattform durchbrechen. Gemeinsam mit SEW-Eurodrive entstand deshalb ein neues Energie- und Automatisierungskonzept auf Basis von Movi-C und Power and Energy Solutions. » **VON ANDREA BALSER**

Ob Joghurtbecher, Lebensmittelschalen, Deckel oder Blumentöpfe: Die Herstellung thermoformbarer Kunststoffverpackungen erfolgt heute mit hohen Taktzahlen und großer Wiederholgenauigkeit. Kunststofffolie wird erhitzt, geformt, gestanzt, transportiert und gestapelt. Steigende Produktivität erhöht dabei zwangsläufig die Anforderungen an die Antriebstechnik.



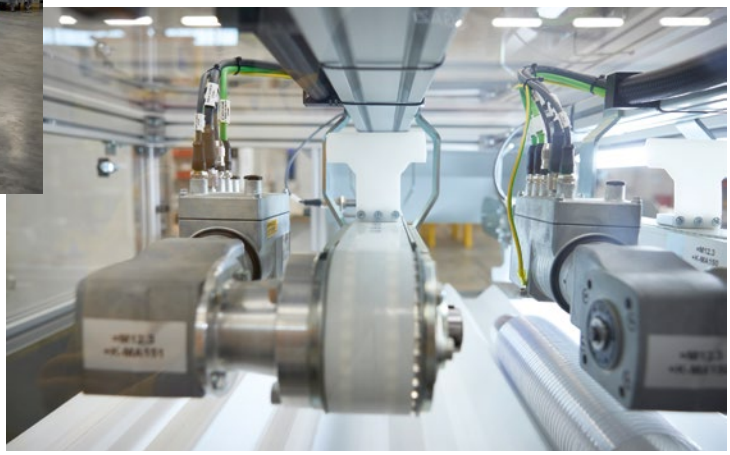
Mit der M100 Evo erreicht Gabler Produktionsleistungen von mehr als 250.000 Bechern pro Stunde bei deutlich reduziertem Energiebedarf des Antriebssystems. Bild: SEW-Eurodrive

Mit jeder Takterhöhung wachsen die Beschleunigungs- und Bremsvorgänge innerhalb der Maschine. Dadurch entstehen hohe Leistungsanforderungen und kurzzeitige Lastspitzen. Klassische Maschinenkonzepte müssen deshalb häufig mit entsprechend großen Anschlussleistungen, umfangreicher Schaltschranktechnik und aufwändigen Energieversorgungen ausgelegt werden.

Vor dieser Herausforderung stand auch der Lübecker Maschinenhersteller Gabler Thermoform bei der Weiterentwicklung seiner Maschinenplattform M-Line. Ziel war es, die Maschinenleistung deutlich zu steigern, ohne die elektrische Infrastruktur im gleichen Maße wachsen zu lassen.

Energie intelligent im Prozess nutzen

Im Mittelpunkt der Entwicklung stand daher die Frage, wie sich der hohe Leistungsbedarf während der dynamischen Prozess-



Die dezentralen Kompakt-Kleinspannungsantriebe Movimot Performance ELV schaffen Freiräume für ein platzsparendes Maschinenkonzept.
Bild: SEW-Eurodrive

phasen bereitstellen lässt, ohne die gesamte Energieversorgung dauerhaft auf diese Spitzen auszulegen.

Die Lösung von SEW-Eurodrive basiert auf dem modularen Automatisierungsbaukasten Movi-C in Kombination mit Power and Energy Solutions (PES). Das Konzept nutzt die im Maschinenprozess entstehende generatorische Energie und speichert diese in Energiespeichermodulen zwischen. Die Energie steht anschließend für den nächsten Prozesstakt erneut zur Verfügung.

» DER EINSATZ VON MOVI-C ERMÖGLICHT ES UNS, DEN PLATZBEDARF DES SCHALTSCHRANKS UM RUND ZWEI DRITTEL ZU REDUZIEREN.«

STEFFEN LÜKING, GABLER THERMOFORM

Dadurch verbleibt ein großer Teil der Bremsenergie innerhalb des Systems, anstatt ungenutzt abgeführt oder erneut aus dem Netz bezogen werden zu müssen. Gleichzeitig können die Speicher einen kurzfristigen Leistungsbedarf bedienen. Dies reduziert die erforderliche Netzanschlussleistung erheblich.

„Der Einsatz von Movi-C ermöglicht es uns, den Platzbedarf des Schaltschranks um rund zwei Drittel zu reduzieren. In der neuen Generation der M-Line setzen wir Energiespeicher ein, die generatorische Energie im Zwischenkreis zwischenpuffern und dynamisch für den nächsten Prozesstakt wieder zur Verfügung stellen", erläutert Steffen Lüking, Elektrokonstruktion und Entwicklung bei Gabler Thermoform.

THERMOFORMEN VON KUNSTSTOFFVERPACKUNGEN

Beim Thermoformen wird Kunststofffolie erwärmt und anschließend in die gewünschte Form gebracht. Nachgelagerte Prozessschritte umfassen je nach Anwendung das Stanzen, Transportieren, Stapeln und Verpacken der fertigen Produkte. Das Verfahren kommt unter anderem für Lebensmittelverpackungen, Becher, Schalen, Deckel sowie Gartenbauprodukte zum Einsatz. Hohe Ausbringungsmengen und kurze Zykluszeiten stellen dabei besondere Anforderungen an Maschinenbau, Automatisierung und Energieversorgung.

Anschlussleistung drastisch reduziert

Die Auswirkungen dieses Konzepts zeigen sich besonders deutlich bei der Energieversorgung der Maschine. Während die bisherige Ausführung eine antriebsseitige Anschlussleistung von rund 140 kW erforderte, kommt die neue Maschinenplattform mit lediglich 25 kW aus. Gleichzeitig sank der Energiebedarf des Antriebssystems um etwa 40 Prozent.

Darüber hinaus beeinflusst das neue Energiekonzept die gesamte elektrische Architektur der Maschine. Statt mehrerer Schaltschränke benötigt man nur noch einen Schaltschrank. Auch die Dimensionierung der Netzzuleitungen fiel deutlich schlanker aus: Der eingesetzte Kabelquerschnitt verringerte sich von 70 mm^2 auf 10 mm^2.

Neben den Energiespeicherlösungen kommen Movidrive Modular, Movitrac Advanced sowie dezentrale Kompakt-Kleinspannungsantriebe Movimot Performance ELV zum Einsatz. Insbesondere die dezentralen Antriebe tragen dazu bei, Verdrahtungsaufwand und Installationskosten zu reduzieren und gleichzeitig eine kompakte Maschinenarchitektur umzusetzen.

Mehr Leistung aus derselben Maschine

Das neue Energie- und Automatisierungskonzept eröffnet dem Maschinenbauer zusätzliche Freiheiten bei der Auslegung seiner Anlagen. Die neue Maschinenplattform erreicht Produktionsleistungen von mehr als 250.000 Bechern pro Stunde. Gleichzeitig konnte die Stanzkraft gegenüber der Vorgängergeneration um 25 Prozent erhöht werden. Die Leistung steigt auf bis zu 39 Takte pro Minute. Trotz dieser Leistungssteigerung sinken Energiebedarf und Infrastrukturaufwand deutlich.

Silviu-Gabriel Madsen, Gebietsverkaufsleiter bei Gabler Thermoform, beschreibt die Ergebnisse so: „In enger Zusammenarbeit mit SEW-Eurodrive konnten wir die Stanzkraft um 25 Prozent steigern, den Energiebedarf im Antriebssystem um rund 40 Prozent senken und die Leistung auf bis zu 39 Takte pro Minute erhöhen."

Modulare Basis für zukünftige Maschinen

Neben den unmittelbar messbaren Effekten bietet die Plattformarchitektur weitere Vorteile für die Maschinenentwicklung. Mit Movi-C steht ein durchgängiges System für Engineering, Antriebstechnik und Automatisierung zur Verfügung. Dies erleichtert die Skalierung von Maschinenkonzepten und die Umsetzung zukünftiger Varianten.



Das Energie- und Antriebskonzept auf Basis von Movi-C reduziert den Platzbedarf im Schaltschrank um rund 70 Prozent.
Bild: SEW-Eurodrive

Gerade bei hochdynamischen Produktionsanlagen zeigt sich, dass man Energieeffizienz nicht isoliert betrachten kann. Sie beeinflusst die Dimensionierung der gesamten Infrastruktur und wird damit zu einem wichtigen Bestandteil der Maschinenperformance.

Fazit: Das Projekt zeigt, wie sich durch die Kombination aus Automatisierungsbaukasten Movi-C und Power and Energy Solutions hohe Maschinenleistungen mit einer deutlich schlankeren Infrastruktur verbinden lassen. Durch die intelligente Nutzung und Zwischenspeicherung von Bremsenergie konnte Gabler Thermoform sowohl die Anschlussleistung als auch den Energiebedarf erheblich reduzieren. Gleichzeitig steigt die Produktivität der Maschine. Das Beispiel verdeutlicht, welches Potenzial in modernen Energie- und Automatisierungskonzepten für hochdynamische Thermoformanlagen steckt. **« RT**

Andrea Balser
ist Public Relations Manager bei SEW-Eurodrive in Bruchsal.



MEHR FLEXIBILITÄT FÜR DIE AUTOMATISIERUNG

Steigende Anforderungen an Flexibilität und Präzision stellen auch die Positionssensorik vor neue Herausforderungen. Programmierbare Drehgeber ermöglichen es, Auflösung, Zählrichtung und Ausgangssignal an unterschiedliche Anwendungen anzupassen. Die neue Sendix-K-Generation von Kübler vereinen Präzision, Flexibilität und ein attraktives Preis-Leistungs-Verhältnis. » **VON ARNOLD HETTICH**

Der inkrementale Drehgeber ist zwar ein etablierter Standard in der Automatisierung, doch Maschinenbauer erwarten zunehmend Lösungen, die sich an unterschiedliche Anwendungen und veränderte Anforderungen anpassen lassen.

Mit der neuen Sendix-K-Generation verfolgt Kübler diesen Ansatz: Bewährte Robustheit wird mit softwarebasierter Flexibilität verbunden. Der Drehgeber bleibt damit ein zuverlässiges Bauteil für die Positions- und Geschwindigkeitsmessung – wird durch seine Programmierbarkeit aber zugleich zu einem flexibleren Baustein der Maschine.

Ein Standard wird weiterentwickelt

Der inkrementale Drehgeber im 58-Millimeter-Bauformat gilt als etablierter Standard der Branche. Er lässt sich vielseitig zur Geschwindigkeits- und Positionsmessung einsetzen und hat sich im Laufe der Zeit zum Allrounder entwickelt.

Mit der Sendix-K-Serie wurde dieses bewährte Konzept technisch weiterentwickelt. Das Safety-Lock-2.0-Konzept kombiniert drei unterschiedliche Wirkprinzipien zu einer robusten Lagerbaugruppe. Hinzu kommen eine widerstandsfähige Flansch-Gehäuse-Verbindung und ein überarbeitetes Schirmungskonzept für eine höhere Störunempfindlichkeit. Das ist insbesondere bei hohen Schock- und Vibrationsbelastungen oder großen Temperaturbereichen relevant.

Schnittstellen und funktionale Sicherheit

Bei den Signalausgängen bleiben Gegentakt- und RS422-Schnittstellen die gefragtesten Varianten. Zuverlässigkeit und Ausfallsicherheit sind grundlegende Anforderungen an die Sendix-K-Serie.

Ein zentrales Merkmal der neuen Generation ist die Programmierbarkeit. Auflösung, Zählrichtung, Ausgangssignal (HTL oder TTL) sowie Länge und Verknüpfung des Nullimpulses lassen sich individuell konfigurieren – sowohl vor als auch nach der Installation. Dadurch können sich ändernde Anforderungen berücksichtigt werden, ohne den Drehgeber austauschen zu müssen.

DER INKREMENTALE DREHGEBER IM 58-MILLIMETER-BAUFORMAT GILT ALS ETABLIERTER STANDARD DER BRANCHE.

Wie sich dieser Ansatz konkret auswirkt, zeigen die Baureihen Sendix K58I und K80I. Beide zeichnen sich durch eine große Hohlwelle im Verhältnis zum Gehäusedurchmesser aus und erreichen eine Auflösung von bis zu 36.000 Impulsen pro Umdrehung. Der K58I bietet bei 58 Millimeter Gehäusedurchmesser eine Hohlwelle bis zu einem Durchmesser von einem Zoll (25,4 Millimeter), der K80I bei 80 Millimeter Gehäusedurchmesser eine durchgehende Hohlwelle bis 42 Millimeter. Zudem überzeugt der K58I mit einem großen Temperaturbereich von -40 bis +110 Grad Celsius für den zuverlässigen Einsatz auch unter anspruchsvollen Umgebungsbedingungen. Beide Baureihen gehören zur Performance-Line von Kübler.



Inkrementaler Drehgeber Sendix K80I mit großer Hohlwelle.

Erst testen, dann entscheiden

Die Programmierbarkeit bietet Vorteile bereits in der Entwicklungsphase einer Maschine. Steht zu Beginn eines Projekts noch nicht fest, mit welchen Parametern eine Applikation am besten läuft, kann derselbe Drehgeber mit unterschiedlichen Konfigurationen getestet werden. Hat sich eine Einstellung bewährt, lässt sich der Drehgeber für die Serie direkt in dieser Konfiguration ab Werk beziehen.



Inkrementaler Drehgeber Sendix K58I mit höherem Temperaturbereich.
Bilder: Kübler

Damit reduziert sich nicht nur die Zahl der benötigten Varianten. Auch Änderungen während der Entwicklung lassen sich flexibler umsetzen, ohne die Hardware wechseln zu müssen.

Schnelle Verfügbarkeit als Wettbewerbsfaktor

Neben der technischen Flexibilität spielt für Maschinenbauer die Lieferfähigkeit eine wichtige Rolle. Kübler setzt deshalb auf ein Baukastenprinzip: Individuell konfigurierte Drehgeber wie K58I und K80I werden innerhalb kurzer Zeit gefertigt und ausgeliefert. Das unterstützt Anlagenverfügbarkeit und Ersatzteilversorgung.

Typische Einsatzfelder sind die Antriebstechnik, die Stahl- und Aufzugsindustrie, Verpackungsmaschinen sowie Recycling-, Draht- und Ziehmaschinen – Anwendungen, in denen robuste Technik, ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis und kurze Reaktionszeiten gefragt sind.

Digitaler Zwilling und modulare Plattformen

Geplant ist zudem ein digitaler Zwilling nach IDTA-Standard: Über einen QR-Code auf dem Typenschild sollen Anwender künftig direkten Zugang zu den vollständigen Produktdaten erhalten.

EIN ZENTRALES MERKMAL DER NEUEN GENERATION IST DIE PROGRAMMIERBARKEIT.

Der Ansatz geht über einzelne Drehgeber hinaus. Kübler entwickelt modulare und flexible Plattformen, die unterschiedliche Anforderungen mit möglichst wenigen Grundvarianten abdecken sollen – von Drehgebern über Schleifringe bis hin zu lagerloser Sensorik.

Für Maschinenbauer bedeutet das mehr Flexibilität bei Anbauart, Bautiefe, Baugröße und Bauraum. Damit entwickelt sich der etablierte Drehgeber vom fest definierten Bauteil zu einem flexibel konfigurierbaren Baustein, der sich an unterschiedliche Maschinenkonzepte anpassen lässt. « RT



Arnold Hettich
ist Produktmanager Positions- und Bewegungssensorik bei Kübler.

Bonfiglioli

VISIT US AT SPS NUREMBERG
HALL 3A • BOOTH 450



Discover **Axia**, a family of drives

AxiaVert and AxiaAgile cover a wide range of applications - from medium to high-end performance, supporting all major fieldbus systems and delivering maximum flexibility through extensive parameterization options. The Axia Family combines built-in functional safety with top-level motion control enabled by encoder evaluation. Safety features ranges from Safe Torque Off (STO) to high-performance functions, including Safely Limited Position, Safe Brake Control, Safe Stop 1 and Safe Stop 2.

DISCOVER MORE

SPIN & CHARGE – SCHWUNG FÜR DIE VERKEHRSWENDE

Mit seinen Frequenzumrichtern unterstützt Sieb & Meyer die Transformation in Richtung E-Mobilität. Der SD2M der Lüneburger Hochgeschwindigkeitsspezialisten regelt die Schwungmassenspeicher von Adaptive Balancing Power. Diese wiederum ermöglichen Ladestationen in Regionen mit schwacher Netzinfrastruktur und bieten dort eine nachhaltige Alternative zum Batteriespeicher. » **VON TORSTEN BLANKENBURG**

Seit dem klaren politischen Bekenntnis zur E-Mobilität stellt sich immer wieder folgende Frage: Ist unser Stromnetz leistungsfähig genug, um flächendeckend rund um die Uhr eine Lademöglichkeit für Elektrofahrzeuge zu garantieren? Vor allem in Regionen mit schwacher Netzinfrastruktur wird das bezweifelt. Eine Lösung bietet hier der Einsatz eines Schwungmassenspeichers (Flywheel) zur Unterstützung der Ladesäule. Dieser speichert zwischen den Ladevorgängen Strom in Form von kinetischer Energie. Diese Bewegungsenergie treibt dann beim nächsten Laden einen Generator an, der eine große Strommenge für eine zügige „Betankung" bereitstellt.

DER SCHWUNGMASSENSPEICHER VON ADAPTIVE BALANCING POWER WIRD ÜBER EINEN E-MOTOR BESCHLEUNIGT UND DABEI ELEKTRISCHE IN MECHANISCHE ENERGIE UMGEWANDELT.

„Das Schwungrad ist die älteste bekannte Methode zur Energiespeicherung", erklärt Nicolai Meder, einer der beiden Gründer des Unternehmens Adaptive Balancing Power. „Schon die Töpferscheibe nutzte das Prinzip, Rotationsenergie zu speichern, ebenso wie das Schwungrad. Mit unserem modernen Schwungrad-Hochleistungsspeicher Adaptive Amperage heben wir dieses Prinzip auf ein neues Leistungsniveau."

Adaptive Balancing Power wurde 2016 von Nicolai Meder zusammen mit Dr. Hendrik Schaede-Bodenschatz gegründet, beide sind Experten in den Bereichen mechatronische Produktentwicklung und Energiespeicherung. Seit 2008 beschäftigt sich Dr. Hendrik Schaede-Bodenschatz mit der Technologie des Schwungmassenspeichers. 2016 starteten die beiden Gründer das gemeinsame Unternehmen mit dem Ziel, innovativen Anwendungen einen ökonomischen Mehrwert zu bieten und so über wirtschaftliche Hebel CO_2-Emissionen zu reduzieren.



Visualisierung des Flywheels, das magnetgelagert im Hochvakuum mit bis zu 18.000 Umdrehungen pro Minute rotiert.
Bild: Adaptive Balancing Power

Speichergeometrie ermöglicht Round-Trip-Wirkungsgrad über 92 Prozent

Der Schwungmassenspeicher von Adaptive Balancing Power wird über einen E-Motor beschleunigt und dabei elektrische in mechanische Energie umgewandelt. Umgekehrt fungiert der Motor beim Entladeprozess als Generator, der wiederum die Bewegungsenergie in Strom transformiert. Angesteuert und betrieben werden Motor beziehungsweise Generator über den Multi-Level-Frequenzumrichter SD2M von Sieb & Meyer.

„Der Rotor unseres Speichers ist ein energetisch optimierter High-Tech-Hohlzylinder aus Kohlenstoffmaterial, der sich mit bis zu 18.000 Umdrehungen pro Minute magnetgelagert im Vakuum dreht", fasst Nicolai Meder die Besonderheiten des Schwungradspeichers Adaptive Amperage zusammen. „Durch diese sogenannte Außenläufer-Bauform generieren wir im Vergleich zu anderen Schwungmassenspeichern nicht nur einen sehr großen Energieinhalt und eine elektrische Leistung bis 350 kW, sondern erreichen dabei auch einen Round-Trip-Wirkungsgrad von mehr als 92 Prozent. Die hohe Leistung wiederum ermöglicht es dem Nutzer, sein Fahrzeug zügig zu laden."

Weitere Vorteile des Speichers liegen in seinem einfachen modularen Aufbau, der weder Netzerweiterung noch Trafo erfordert, seiner Skalierbarkeit und einem minimalen Wartungsaufwand. Darüber hinaus lassen sich verschiedene erneuerbare Energiequellen ins System integrieren und priorisiert ansteuern. „Wir halten verschiedene internationale Patente zu Detaillösungen an unserem Schwungmassenspeicher", erklärt Nicolai Meder. „Ein erstes Patent zur Außenläufer-Bauform hat die NASA in den 1970er-Jahren angemeldet, nach unserem Kenntnisstand aber seitdem nicht funktional umsetzen können – genauso wie viele andere, die es auch versucht haben.

Entsprechend stolz sind wir, dass wir 2013 an der TU Darmstadt erstmals weltweit gezeigt haben, dass die Technologie Außenläufer-Schwungmassenspeicher tragfähig ist."

Höchste Anforderungen an die Frequenzumrichter

Einen nicht unerheblichen Anteil an diesem Erfolg haben die Frequenzumrichter aus der SD2M-Serie von Sieb & Meyer. Auf Basis von 16-kHz-PWM-Takt und Multi-Level-Technologie bieten die hocheffizienten Geräte eine sehr hohe Leistung bei gleichzeitig kompakter Bauform (40 x 40 x 100 Zentimeter). „Mit der Multi-Level-Technologie erreichen wir eine präzisere Stromregelung, einen sauberen Sinus und benötigen weniger Filter", erläutert Ralph Sawallisch, Leiter Vertrieb Antriebselektronik bei Sieb & Meyer. „Die Verluste im Rotor sind gering und die Wärmeentwicklung ist entsprechend minimal. Letzteres ist ein entscheidender Punkt für die Funktionsfähigkeit des Speichers, denn das System arbeitet nicht nur 24/7 mit 50 bis 100 Prozent seiner Drehzahl, sondern darüber hinaus auch magnetgelagert im Vakuum. Das heißt, die entstehende Wärme kann nur über Strahlung abgegeben werden."

» MIT DER MULTI-LEVEL-TECHNOLOGIE ERREICHEN WIR EINE PRÄZISERE STROMREGELUNG, EINEN SAUBEREN SINUS UND BENÖTIGEN WENIGER FILTER. «

RALPH SAWALLISCH, SIEB & MEYER

Der flüssigkeitsgekühlte 100 Kilogramm schwere SD2M mit DC-Einspeisung verfügt über eine Leistung von bis zu 430 kVA/500 A und ist – ebenso wie der Schwungmassenspeicher – in einem Doppelschaltschrank eingebaut. „Die große Herausforderung bei diesem Projekt waren die hohen Drehzahlen bei gleichzeitig sehr hoher Massenträgheit", erklärt Ralph Sawallisch. „Normalerweise treiben wir große Bearbeitungsspindeln oder Turbomaschinen mit einer verhältnismäßig geringen Massenträgheit an. Die Parameter für den Betrieb des Schwungmassenspeichers waren in unserer Regelung nicht vorgesehen und haben softwareseitig einige Anpassungen erfordert."

Nachhaltige Alternative zum Batteriespeicher

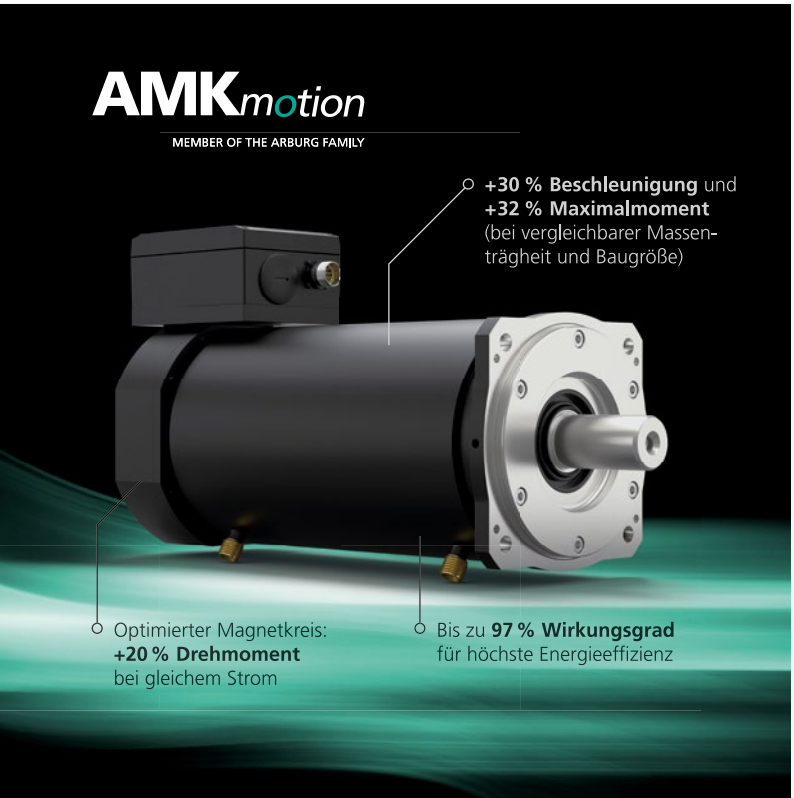
Die Verbindung zwischen Sieb & Meyer und Adaptive Balancing Power begann bereits in der Pilotphase des Schwungmassenspeichers und besteht inzwischen seit mehr als einem Jahrzehnt. Schon damals waren die hohe Leistung der Frequenzumrichter und ihre sehr gute Effizienz entscheidend für die Kooperation. „Unser Schwungmassenspeicher basiert auf der Voraussetzung, dass wir eine hohe Leistung zur Verfügung stellen, damit Energie schnell gespeichert und abgerufen werden kann", erklärt Nicolai Meder. „Die Frequenzumrichter von Sieb & Meyer sind dafür bestens geeignet. Darüber hinaus sind die Geräte aufgrund ihrer Drei-Level-Technologie und der 16-kH-PWM-Frequenz auch hocheffizient und passen deshalb perfekt zum Anspruch unseres Gesamtkonzepts."



Innovative Anwendungen wie der Schwungmassenspeicher, die im Zuge der Energiewende entwickelt werden, profitieren in hohem Maße von der Multi-Level-Technologie von Sieb & Meyer.
Bild: Sieb & Meyer

Das steht allem voran für Nachhaltigkeit und Verlässlichkeit und wird von Adaptive Balancing Power unter dem Slogan „Green Tech Made in Germany" zusammengefasst. „Unsere Speicher sind langlebig und enthalten keine Batteriechemie, wir stellen zuverlässig im deutschen Maschinenbau her, haben etablierte regionale Lieferketten und konkurrieren in der Beschaffung nicht mit Batterieherstellern", resümiert Nicolai Meder. „Batterien haben zwar bezüglich der Energiemenge Vorteile, dafür sind unsere Speicher zyklenfest. Das heißt, die Kapazität ist nicht nach fünf Jahren erschöpft, sondern wir liefern 25 Jahre lang genau das, was wir versprechen." **« RT**

Torsten Blankenburg ist CTO bei Sieb & Meyer.



Maximale Performance.
Minimaler Bauraum.

DIP Synchron-Servomotor flüssigkeitsgekühlt – hochdynamisch mit hoher Leistungsdichte

Wenn Bauraum die Grenze setzt, verschiebt der DIP die Physik – optimierte Vektorregelung und maximale Kühlung holen das Absolute aus jedem Millimeter.

Skalieren Sie Ihre Leistung neu: Datenblatt herunterladen und Bauraum-Potenzial berechnen unter amk-motion.com.

AMKmotion GmbH + Co KG 73230 Kirchheim unter Teck



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

INTELLIGENTE ANTRIEBE, MEHR EFFIZIENZ

Wie entwickeln sich Antriebe zu intelligenten, vernetzten Systemkomponenten? Welche Chancen bietet die Entkopplung von Hard- und Software, und wie wirkt sich dieser Wandel auf die Antriebstechnik aus? Und wo liegen die größten Potenziale, Energie zu sparen? 16 Experten geben Einblicke in Trends, Herausforderungen und Lösungen für die industrielle Antriebstechnik von heute und morgen. » **VON KARIN FAULSTROH**

FRAGEN AN DIE EXPERTEN:

1. **Welche technologischen Entwicklungen werden die industrielle Antriebstechnik in den kommenden Jahren besonders prägen?**
2. **Software Defined Automation (SDA) verändert die Architektur von Automatisierungssystemen. Welche Auswirkungen hat dieser Wandel auf die Antriebstechnik?**
3. **Energieeffizienz und Nachhaltigkeit gewinnen weiter an Bedeutung. Wo sehen Sie aktuell die größten Potenziale, den Energieverbrauch von Antriebssystemen zu reduzieren, und welche Technologien sind dafür besonders relevant?**



VOLKER SCHWARZKOPF

Produktmanager
bei AMKmotion

Bild: AMKmotion GmbH + Co. KG

1 Die Zukunft der Antriebstechnik liegt in intelligenten hybriden Architekturen, die die Vorteile zentraler und dezentraler Antriebslösungen kombinieren. Ein Vorteil ist die deutliche Reduzierung von Schaltschrankvolumen sowie bessere Skalierbarkeit.

2 Die Hardware bleibt die Basis für Leistung und Zuverlässigkeit, während Funktionen wie Regelung, Kommunikation und Diagnose zunehmend in der Software realisiert werden. Das schafft mehr Flexibilität und ermöglicht eine schnellere Anpassung an neue Anforderungen.

»Die Zukunft der Antriebstechnik liegt in intelligenten hybriden Architekturen, die die Vorteile zentraler und dezentraler Antriebslösungen kombinieren.«

3 Große Effizienzpotenziale liegen in der intelligenten Nutzung und Rückgewinnung von Energie. Multiachs-Servosysteme ermöglichen einen effizienten Energieaustausch zwischen den Achsen. Rückspeisefähige Antriebe machen Bremsenergie wieder nutzbar, anstatt sie in Wärme umzuwandeln. Ergänzend können Energiespeicher Lastspitzen reduzieren und die benötigte Anschlussleistung der Maschine senken.



FABRIZIO DI STASIO

Solution Marketing Manager
bei Bonfiglioli

Bild: Bonfiglioli

1 Die wichtigste Veränderung ist der Blick auf die Maschine als Gesamtsystem statt auf einzelne Komponenten. Der Antrieb wird Teil einer integrierten Einheit aus Getriebe, Motor, Encoder und

Steuerung. Drei Entwicklungen prägen diesen Wandel: skalierbare Plattformen für unterschiedliche Anwendungen mit einheitlichen Software-Tools, Konnektivität über Industrial-Ethernet-Protokolle und integrierte Sicherheit wie FSoE. Zunehmend wichtig wird auch die Cybersicherheit: Mit dem europäischen Cyber Resilience Act wird sie bereits bei der Produktentwicklung zur Pflicht.

2. Die Trennung von Steuerungslogik und Hardware verlagert den Mehrwert zunehmend in die Software. Der Antrieb muss deshalb als offener, standardisierter Knoten fungieren – mit Profilen wie DS402, integrierten Positionierfunktionen und Schnittstellen für automatisierte Konfiguration und Updates. Gleichzeitig müssen zeitkritische Funktionen wie Drehmoment-, Drehzahl- und Positionsregelung sowie Sicherheitsfunktionen direkt im Antrieb ausgeführt werden. Entscheidend sind außerdem die Weitergabe von Motormodellen, die zuverlässige Steuerung von Fremdmotoren und eine einfache Inbetriebnahme, auch über mobile Endgeräte.

»Die Trennung der Steuerungslogik von der Hardware verlagert den Mehrwert zunehmend in Richtung Software.«

3. Das größte Potenzial bietet die Kombination aus hocheffizienten Motoren und passend abgestimmten Antrieben. Synchron-Reluktanzmotoren der Klassen IE4 und IE5 erreichen hohe Effizienz ohne Seltenerdmagnete. Die Evox-Serie setzt auf diese Technologie. Spezielle Regelalgorithmen sind entscheidend, um das Potenzial auszuschöpfen. Axia Vert unterstützt deshalb Asynchron-, Permanentmagnet-Synchron- und Reluktanzmotoren. Weitere Einsparungen ermöglicht die Rückspeisung von Energie bei häufigen Bremsvorgängen oder ziehenden Lasten. Auch die richtige Dimensionierung und Optimierung der gesamten Antriebskette vermeiden Verluste. Dafür bietet Bonfiglioli den Smart Sizer. Das digitale Tool unterstützt bei der Auswahl und dem Effizienzvergleich geeigneter Kombinationen aus Getriebe, Motor und Frequenzumrichter.



CHRISTOPH BASCHNAGEL

Gruppenleiter Business Development IIoT & Services bei Dunkermotoren

Bild: Dunkermotoren GmbH

1. Die Antriebstechnik wird durch die Verschmelzung von Elektronik, Software und Mechanik geprägt werden. Ein Trend ist die Integration von Safety-Funktionen direkt in den Antrieb. Funktionen wie STO (Safe Torque Off), SLS (Safely Limited Speed) oder SS1 (Safe Stop 1) werden den Bedarf an externer Sicherheitstechnik reduzieren. Zudem entwickelt sich der Motor zum Sensor. Über die Auswertung von Strom-, Spannungs- und Temperaturdaten können Lastzustände, Verschleiß oder Blockaden erkannt werden. Das ermöglicht Predictive Maintenance und eine höhere Anlagenverfügbarkeit.

»Ein Trend ist die Integration von Safety-Funktionen direkt in den Antrieb.«

2. Software Defined Automation verlagert Funktionen zunehmend von zentralen Steuerungen in softwarebasierte und vernetzte Komponenten. Für die Antriebstechnik bedeutet das mehr Intelligenz direkt im Antrieb, kürzere Entwicklungszyklen und eine einfachere Integration in digitale Ökosysteme. Mit Motion Code und Nexofox verfolgt Dunkermotoren diesen Ansatz bereits heute. Der Mehrwert entsteht dabei zunehmend durch Software, über die sich Funktionen und Anwendungen flexibel an Kundenanforderungen anpassen und jederzeit erweitern lassen. Antriebe bleiben die physische Basis der Automatisierung, werden jedoch zunehmend zu softwaredefinierten Systemen.

3. Die Potenziale zur Reduzierung des Energieverbrauchs liegen im optimal ausgelegten Gesamtsystem. Durch die Integration der Elektronik in den Motor sind Motor und Regelung bereits sehr gut abgestimmt. Gezielte Applikationsunterstützung verhindert Überdimensionierungen und erlaubt kleinere, effizientere Antriebslösungen. Eine moderne Regelung, wie Vector-Control, ermöglicht eine präzise Anpassung von Drehmoment und Drehzahl an den tatsächlichen Bedarf und sorgt so für einen energieeffizienten Betrieb über den gesamten Lastbereich.



STEFAN SCHUBERT

Branchenmanager Antriebstechnik bei der Kübler Group

Bild: Fritz Kübler GmbH

1. Antriebstechnik wird zunehmend durch Digitalisierung und Vernetzung geprägt: intelligente, sensorbasierte Antriebe liefern Echtzeitdaten für Zustandsüberwachung und Predictive Maintenance. Hochpräzise, robuste Sensorik und Motor-Feedback-Systeme werden zur Grundlage für Automatisierung, Robotik und

Robotic Joints von KOCO MOTION

Robotic Joints sind ein wichtiger Bestandteil der Automatisierung und Antriebstechnik.

Sie beinhalten alle notwendigen Komponenten und sind somit einfach und direkt in den Roboter integrierbar.

Robotic Joints ermöglichen Robotern Bewegungsgrade sowie das Ausüben von komplexen Tätigkeiten.

Besuchen Sie uns:

SPS
Nürnberg Messe
Halle 1, Stand 644
24. - 26. November





KOCO MOTION

Unser Expertenteam berät Sie sehr gerne.

FRAGEN AN DIE EXPERTEN:

1. **Welche technologischen Entwicklungen werden die industrielle Antriebstechnik in den kommenden Jahren besonders prägen?**
2. **Software Defined Automation (SDA) verändert die Architektur von Automatisierungssystemen. Welche Auswirkungen hat dieser Wandel auf die Antriebstechnik?**
3. **Energieeffizienz und Nachhaltigkeit gewinnen weiter an Bedeutung. Wo sehen Sie aktuell die größten Potenziale, den Energieverbrauch von Antriebssystemen zu reduzieren, und welche Technologien sind dafür besonders relevant?**

funktionale Sicherheit. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an Miniaturisierung, Konnektivität (z. B. Single-Cable-Technology) und KI-gestützte Datenauswertung direkt am Antrieb.

2 Software Defined Automation entkoppelt Funktionalität von der Hardware und verlagert Intelligenz in die Software. Für die Antriebstechnik bedeutet das: Motor-Feedback-Systeme und Sensorik müssen offene, standardisierte Schnittstellen bieten, damit Steuerungsfunktionen flexibel und herstellerunabhängig konfiguriert werden können. Encoder werden so vom reinen Messgeber zum intelligenten, softwarekonfigurierbaren Datenlieferanten im System.

»Encoder werden vom reinen Messgeber zum intelligenten, softwarekonfigurierbaren Datenlieferanten im System.«

3 Große Potenziale liegen in einer präziseren Antriebsregelung: Hochauflösende, robuste Sensorik ermöglicht eine feinere Regelung und vermeidet Energieverluste durch unnötige Sicherheitsreserven oder Überdimensionierung. Auch die Verkabelung spielt eine Rolle: Single-Cable-Technology reduziert Materialeinsatz und Übertragungsverluste. Zustandsüberwachung auf Basis von Antriebsdaten deckt zudem ineffiziente Betriebspunkte frühzeitig auf, bevor sie unnötig Energie kosten.



DOMINIK KULT

Head of Product Management
bei Halstrup-Walcher

Bild: Halstrup-Walcher

1 Die Antriebstechnik wird zunehmend von intelligenten, vernetzten und dezentralen Systemen geprägt. Treiber dieser Entwicklung sind Industrial Ethernet, datenbasierte Zustandsüberwachung sowie höhere Anforderungen an die Flexibilität von Produktionsanlagen. Besonders an Bedeutung gewinnen dabei smarte Positioniersysteme, die sich schnell integrieren, flexibel parametrieren und effizient betreiben lassen. Vollintegrierte Lösungen bieten nicht nur bei Formatverstellungen, sondern in zahlreichen Positionieraufgaben klare Vorteile hinsichtlich Engineering-Aufwand, Inbetriebnahme und Betriebskosten. Die Nachfrage nach solchen Systemen wird daher weiter steigen.

»Mit Software Defined Automation wird die einfache softwareseitige Integration zum entscheidenden Merkmal von leistungsstarken Positioniersystemen.«

2 Mit Software Defined Automation wird die einfache softwareseitige Integration zum entscheidenden Merkmal von leistungsstarken Positioniersystemen. Halstrup-Walcher setzt auf standardisierte Kommunikation, digitale Parametrierung und Diagnose sowie ein durchgängiges Firmware-Management, um Systemveränderungen optimal zu begleiten. So lassen sich Positionieranwendungen wie z.B. die Formatverstellung flexibel automatisieren und der Engineering- und Serviceaufwand über den gesamten Lebenszyklus reduzieren.

3 Ein hoher Wirkungsgrad reduziert Verluste und ermöglicht kompaktere, leichtere Antriebe mit geringerem Rohstoff- und Bauraumbedarf. Der größere Hebel liegt jedoch oftmals in der Anwendung selbst. Hier kann durch eine automatisierte und reproduzierbare Verstellung, die Verkürzung der Rüstzeiten gewährt, Fehlstellungen vermieden sowie Ausschuss und Materialverbrauch verringert werden. Vernetzte Positioniersysteme erhöhen in diesem Zusammenhang die Anlagenverfügbarkeit und unterstützen eine ressourceneffiziente Produktion.



DR.-ING. ARNO WÖRN

Leiter Entwicklung
bei Jakob Antriebstechnik

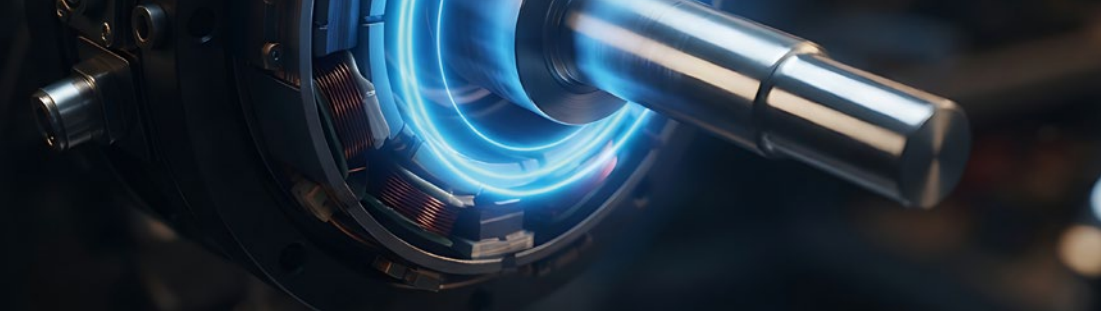
Bild: Jakob Antriebstechnik

1 Die industrielle Antriebstechnik wird durch drei Trends geprägt: Digitalisierung, neue Werkstoffe und Leistungsdichte. Der „fühlende Antriebsstrang" erfasst Kräfte, Schwingungen, Drehmomente und Temperaturen. Edge Computing und digitale Zwillinge ermöglichen KI-gestützte Optimierung und prädiktive Instandhaltung. Ausfälle werden so früh erkannt. Neue Werkstoffe, additive Fertigungsverfahren und KI-gestützte Konstruktion ermöglichen bionischen Leichtbau und machen 3D-Druck bei kleinen Losgrößen wettbewerbsfähig. Funktionsoptimierte Geometrien und integrierte Sensoren steigern die Leistungsdichte – entscheidend für Hochleistungsanwendungen in der industriellen Antriebstechnik.

»Die industrielle Antriebstechnik wird durch drei Trends geprägt: Digitalisierung, neue Werkstoffe und Leistungsdichte.«

2 Bei Software Defined Automation verschmelzen Software mit Datenquellen. Der Einsatz starrer Feldbusse wird überflüssig. Strom-, Drehmoment- und Schwingungsmesswerte werden mit hoher Abtastrate an den Edge übertragen und von KI-Algorithmen in Echtzeit analysiert. Anomalien wie Lagerverschleiß, Temperaturanstieg oder kritische Schwingungen werden erkannt. Der Antrieb passt seine Regelparameter selbstständig und situationsgerecht im laufenden Betrieb an – ein Schritt zu prädiktiver Instandhaltung und autonomer Optimierung. Besonders vorteilhaft ist dies in sicherheitskritischen Anwendungen wie explosionsgefährdeten Bereichen wie Lackieranlagen oder bei funktionskritischen Antrieben z. B. Pumpen und Kühlanlagen.

3 Die größten Potenziale zur Steigerung von Energieeffizienz und Nachhaltigkeit bei Antriebssystemen sehen wir in Leichtbau, Funktionsintegration und einer bedarfsgerechten Auslegung über den gesamten Antriebsstrang. Durch den Einsatz neuer Leichtbauwerkstoffe, additiver Fertigung (3D-Druck) und neuer Fügeverfahren lässt sich die Masse deutlich reduzieren und der Energiebedarf



senken. Funktionsintegration – etwa von Ausgleichselementen direkt in die Kupplungsstruktur – macht Kupplungen effizienter, während reibungsarme Lagerkonzepte und eine präzise, laserbasierte Geometrieausrichtung des Antriebsstranges Reibungsverluste, Wärmeentwicklung und Verschleiß minimieren. Der Einsatz recycelbarer Werkstoffe und die modulare Konstruktion erhöhen die Kreislauffähigkeit und Nachhaltigkeit von Antriebselementen. Eine lastprofilbasierte, simulationsunterstützte Dimensionierung des Antriebsstranges und der Einsatz drehzahlregelbaren Hocheffizienzmotoren ermöglicht deutliche Effizienzgewinne – insbesondere bei Hydraulikpumpen- und Ventilatorantrieben.



JÖRG BRINKEMPER

Strategischer Produktmanager Antriebssysteme bei Keba Industrial Automation

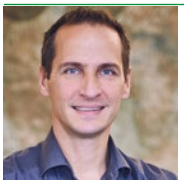
Bild: Keba Industrial Automation

1. Die Antriebstechnik wird künftig durch drei zentrale Trends geprägt: Offene und modulare Automatisierungsarchitekturen, eine durchgängige Digitalisierung sowie die intelligente Nutzung von Energie. Gleichzeitig ermöglichen neue Leistungshalbleiter wie SiC und GaN höhere Schaltfrequenzen, geringere Verluste und kompaktere Geräte. Dadurch werden Anwendungen mit hohen Dynamikanforderungen, hohen Motordrehzahlen und verbesserter Regelgüte wirtschaftlich realisierbar. Parallel gewinnen dezentrale Antriebskonzepte und industrielle DC-Netze an Bedeutung, um Energie effizienter zwischen Maschinenmodulen auszutauschen und regenerative Energie optimal zu nutzen. Die Antriebstechnik koordiniert somit nicht nur die Achsbewegungen, sondern zukünftig auch den Energiefluss innerhalb der Maschine.

»Zukünftige industrielle DC-Netze ermöglichen einen nahezu verlustfreien Energieaustausch zwischen Antrieben, Speichern und erneuerbaren Energiequellen.«

2. Software Defined Automation verlagert die Wertschöpfung zunehmend von der Hardware in die Software. Antriebe werden zu offenen Plattformen, die Bewegungs-, Safety-, Diagnose- und Energiefunktionen flexibel bereitstellen. Standardisierte Kommunikationsschnittstellen und leistungsfähige Engineering-Werkzeuge ermöglichen eine nahtlose Integration in unterschiedliche Automatisierungsumgebungen. Gleichzeitig gewinnen datenbasierte Funktionen wie Condition Monitoring, virtuelle Inbetriebnahme und digitale Zwillinge an Bedeutung. Dadurch lassen sich Maschinen schneller entwickeln, einfacher skalieren und über ihren gesamten Lebenszyklus effizient optimieren.

3. Die größten Potenziale zur Energieeinsparung liegen heute in der ganzheitlichen Betrachtung des Antriebssystems. Entscheidend sind die direkte Nutzung generatorischer Energie über DC-Verbundsysteme, intelligente Energiespeicher sowie aktive Netzschnittstellen zur Spitzenlastreduktion. Zukünftige industrielle DC-Netze ermöglichen einen nahezu verlustfreien Energieaustausch zwischen Antrieben, Speichern und erneuerbaren Energiequellen. Ergänzend reduzieren moderne Leistungselektronik, Active Frontends und neue Halbleitertechnologien die Umwandlungsverluste. Energie wird dadurch zu einer aktiv steuerbaren Ressource, mit der sich Betriebskosten, CO_2-Emissionen und Netzanschlussleistungen nachhaltig reduzieren lassen.



SVEN KARPSTEIN

Geschäftsführer von KBK Antriebstechnik

Bild: KBK Antriebstechnik

1. Die Antriebstechnik wird sich in unserem Bereich immer mehr den Anforderungen der Automatisierung anpassen müssen. Diese geht immer mehr in die Breite und zieht auch zunehmend in den Alltag ein (z. B. bei Servicerobotern, etc.). Das bedeutet, dass je nach Branche unterschiedliche Anforderungen an die Antriebstechnik und somit auch an die Kupplung gestellt werden. Dies kann unter anderem Korrosionsschutz, hohe Betriebssicherheit, Drehmomentbegrenzung, maximale Produktivität und oft auch eine Kombination aus mehreren dieser Aspekte sein.

»Oftmals werden Antriebselemente unnötigerweise überdimensioniert oder etwas Altbewährtes wird nach dem „Copy-Paste-Prinzip" in neue Anwendungen eingeplant.«

2. Maschinen und Anlagen werden immer produktiver und flexibler. Einen direkten Einfluss auf

TKD
an INFINITE brand



Die passenden Kabel- und Leitungslösungen für Ihre Anforderungen.

Produktion, Distribution, Konfektion
Alles aus einer Hand, von der Herstellung bis zur individuellen Lösung.

Global präsent
In über 40 Ländern mit starken Partnern.

Produktfinder für schnelle Auswahl
shop.tkd-kabel.de



Mehr als nur **Kabel**. **Lösungen** für Ihre **Branche**.

Mehr Informationen:
TKD KABEL GmbH
An der Kleinbahn 16
41334 Nettetal
info@tkd-kabel.de

www.tkd-kabel.de

FRAGEN AN DIE EXPERTEN:

1. **Welche technologischen Entwicklungen werden die industrielle Antriebstechnik in den kommenden Jahren besonders prägen?**
2. **Software Defined Automation (SDA) verändert die Architektur von Automatisierungssystemen. Welche Auswirkungen hat dieser Wandel auf die Antriebstechnik?**
3. **Energieeffizienz und Nachhaltigkeit gewinnen weiter an Bedeutung. Wo sehen Sie aktuell die größten Potenziale, den Energieverbrauch von Antriebssystemen zu reduzieren, und welche Technologien sind dafür besonders relevant?**

die Komponenten im Antriebsstrang hat dies, zumindest in unserem Bereich, nicht. Unsere Kupplungen, Drehmomentbegrenzer und Welle-Nabe-Verbindung sind spielfrei, dauerfest und wartungsfrei und werden auch zukünftig zuverlässige Elemente für eine Vielzahl an Anwendungen sein.

3 Für unsere Produkte ist dies ganz besonders der direkte Kontakt zwischen Entwicklungs- bzw. Konstruktionsabteilung des Kunden und unserem Vertrieb vor Ort. Oftmals werden Antriebselemente unnötigerweise überdimensioniert oder etwas Altbewährtes wird nach dem „Copy-Paste-Prinzip" in neue Anwendungen eingeplant. Durch den Austausch mit uns als Hersteller und Entwicklungspartner stellt sich oft heraus, dass sich in Bezug auf Masse, Massenträgheit und Dynamik noch einiges herausholen und sich somit ein positiver Effekt auf die Energieeffizienz erzielen lässt.



CHRISTIAN SEUME

Strategic Business Development,
Maxon Motor

Bild: Maxon Motor GmbH

1 Der entscheidende Innovationshebel liegt künftig nicht mehr allein in der einzelnen Antriebskomponente, sondern im intelligenten Zusammenspiel von Mechanik, Elektronik, Software und Daten über den gesamten Lebenszyklus hinweg. Besonders die Robotik, autonome Systeme und softwarezentrierte Automatisierung treiben diesen Wandel voran. Gleichzeitig wachsen die Anforderungen an Functional Safety, Vernetzung und Skalierbarkeit. Gefragt sind intelligente Antriebslösungen, die sich schnell in neue Anwendungen einbinden lassen.

2 Aus Sicht von Maxon bedeutet Software Defined Automation, dass sich die Intelligenz zunehmend von einzelnen Hardwarekomponenten auf das Gesamtsystem verlagert. Moderne Antriebe müssen daher weit mehr leisten als Bewegung erzeugen: Sie werden zu intelligenten, vernetzten Systembausteinen, die Daten bereitstellen, Zustände überwachen und sich nahtlos in übergeordnete Automatisierungsarchitekturen integrieren lassen.

»Moderne Antriebe müssen weit mehr leisten als Bewegung erzeugen.«

3 Die nachhaltigsten Antriebssysteme entstehen dort, wo hohe Effizienz, intelligente Software und eine lange Lebensdauer konsequent zusammengedacht werden. Entscheidend ist nicht nur der Wirkungsgrad einzelner Komponenten, sondern das perfekte Zusammenspiel von Motor, Getriebe, Elektronik, Sensorik und Regelung. Zusätzlich gewinnen datenbasierte Technologien an Bedeutung. Mit Condition Monitoring und Predictive Maintenance können ineffiziente Betriebszustände frühzeitig erkannt und Anlagen dauerhaft im optimalen Arbeitspunkt betrieben werden. Gleichzeitig ermöglichen moderne Regelungsverfahren eine immer präzisere Anpassung des Energieeinsatzes an die tatsächliche Aufgabe.



DANIEL OBLADEN

Director Sales & Marketing
bei Nabtesco Precision Europe

Bild: Nabtesco

1 Wir arbeiten intensiv an digitalen Getrieben und innovativen mechatronischen Lösungen, die Präzisionsmechanik, Sensorik, Elektronik und Software verbinden. Betriebsdaten ermöglichen Zustandsüberwachung und vorausschauende Wartung. Ziel ist die Steigerung der Produktivität unserer Kunden. Ein weiterer Schwerpunkt ist Physical AI. Damit sollen Robotersysteme – insbesondere für Logistik, mobile und humanoide Robotik – intelligenter, präziser und effizienter werden. Wir unterstützen dies mit Echtzeitdaten aus der Hardware und einer umfangreichen Datenbasis aus über 40 Jahren Antriebstechnik.

2 Automatisierungssysteme werden zunehmend softwarebasiert, modular und über standardisierte Schnittstellen vernetzt. So lassen sich Maschinen und Roboter schneller an neue Anforderungen anpassen. Für Nabtesco Precision bedeutet das, dass Präzisionsgetriebe künftig noch stärker als Teil integrierter mechatronischer Lösungen betrachtet werden. Die Kombination aus Mechanik, Sensorik, Elektronik und Software ermöglicht Funktionen wie Zustandsüberwachung, vorausschauende Wartung und eine optimierte Regelung von Robotern und Maschinen.

»Wir betrachten Präzisionsgetriebe künftig noch stärker als Teil integrierter mechatronischer Lösungen.«

3 Langlebige Komponenten wie Nabtesco-Getriebe verlängern die Nutzungsdauer von Robotern, reduzieren Wartungs- und Austauschaufwand und vermeiden Ressourcenverbrauch. So kann ein zweiter Lebenszyklus von Robotern ermöglicht werden, z.B. in Logistik oder allgemeiner Automatisierung. Zudem unterstützen unsere Präzisionsgetriebe energieeffiziente Robotik durch kompakte Bauweise sowie hohe Leistungsdichte und Zuverlässigkeit. Nachhaltigkeit betrachten wir ganzheitlich über den gesamten Produktlebenszyklus – von der Herstellung über die Nutzung bis zur Wiederverwendung.



CLEMENS MAURER

Head of Business Development Management
bei Neugart

Bild: Neugart GmbH

1 Wir sehen zwei Entwicklungen parallel. Die Robotik, insbesondere die humanoide, treibt die Integration: Getriebe, Motor, Sensorik und Elektronik verschmelzen zu kompakten, hocheffizienten Aktuatoren mit maximaler Leistungsdichte. Gleichzeitig bleibt im



klassischen Maschinenbau die Nachfrage nach optimal ausgelegter Mechanik hoch. Dort zählt kompromisslose Performance in der jeweiligen Anwendung. Beide Welten brauchen präzise Mechanik als Fundament.

»Software kann nur so präzise steuern, wie die Hardware es zulässt.«

2. Wenn die Intelligenz in die Software wandert, steigen die Anforderungen an die Mechanik, nicht umgekehrt. Software kann nur so präzise steuern, wie die Hardware es zulässt. Zugleich wird der digitale Zwilling zur Pflicht: Jede Komponente braucht exakte Modelle und Daten für Auslegung, Simulation, Inbetriebnahme und Zustandsüberwachung. Wer sich nicht nahtlos in digitale Engineering-Prozesse einfügt, wird austauschbar.

3. Energieeffizienz beginnt bei der Qualität. Präzise gefertigte Getriebe erreichen höhere Wirkungsgrade und halten länger, und genau das ist gelebte Nachhaltigkeit. Der zweite Hebel ist die Auslegung: Viele Antriebe sind überdimensioniert. Gute Auslegungstools helfen, für jede Anwendung das effizienteste Produkt zu platzieren. Künftig fließen dabei immer mehr reale Betriebsdaten ein. So wird die Auslegung präziser und der Energieverbrauch sinkt weiter.



KNUT NISCH
Business Development Manager Drives
bei Schneider Electric
Bild: Schneider Electric GmbH

1. Die Zustandsüberwachung wird eines der zentralen Zukunftsthemen sein. Dabei werden bestehende Lösungen, die zusätzliche Hardware und Installationen erfordern, zunehmend ersetzt. Der Frequenzumrichter, der bereits installiert ist, dient dabei als Sensor für Strom- und Leistungsdaten. Mit Altivar Predict lassen sich Abweichungen im Pumpenbetrieb erkennen, ohne dass zusätzliche Sensoren oder Verkabelungen nötig sind. Entscheidend ist, dass die Informationen dem Instandhalter direkt zugänglich gemacht werden.

2. Bei SDA wird die Steuerungslogik von der Hardware getrennt. Eine Anwendung wird einmal programmiert und kann anschließend dort ausgeführt werden, wo es am sinnvollsten ist, etwa direkt im Antrieb. Mithilfe der Altivar dPAC-Karte wird der Frequenzumrichter selbst zur Steuerung, die beispielsweise mehrere Förderbänder koordinieren kann. Solche Entwicklungen eröffnen Maschinenbauern und Endkunden vielfältige neue Anwendungsmöglichkeiten. Gleichzeitig stellt der Cyber Resilience Act verbindliche Anforderungen an jeden vernetzten Antrieb. Unsere Sicherheitsexperten helfen dabei, diese Anforderungen zu verstehen und in praxisgerechte Lösungen umzusetzen.

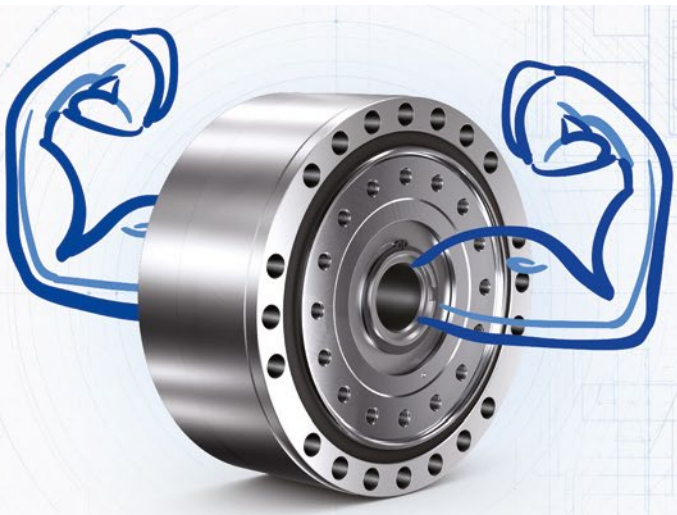
»Das größte Einsparpotenzial liegt nach wie vor bei großen Antrieben, die noch über Drosseln oder Klappen geregelt werden.«

3. Das größte Einsparpotenzial liegt nach wie vor bei großen Antrieben, die noch über Drosseln oder Klappen geregelt werden. Hier senkt ein Frequenzumrichter den Energieverbrauch deutlich. Aber auch der Umrichter selbst wird effizienter. Active Front Ends sorgen für eine hohe Netzqualität, sind aber weniger effizient als einfache Diodengleichrichter. Mit unserem 3-Level-AFE verbinden wir geringe Oberschwingungen mit einem höheren Wirkungsgrad.

KLEINES GETRIEBE MIT STARKEN ARGUMENTEN

Fine Cyclo® B-Serie – das Präzisionsgetriebe der nächsten Generation

Technische Details entdecken



Kompakt. Präzise. Unaufhaltsam.

sps
smart production solutions

24-26 November 2026
Halle 3A, Stand 456

Sumitomo Drive Technologies

FRAGEN AN DIE EXPERTEN:

1. **Welche technologischen Entwicklungen werden die industrielle Antriebstechnik in den kommenden Jahren besonders prägen?**
2. **Software Defined Automation (SDA) verändert die Architektur von Automatisierungssystemen. Welche Auswirkungen hat dieser Wandel auf die Antriebstechnik?**
3. **Energieeffizienz und Nachhaltigkeit gewinnen weiter an Bedeutung. Wo sehen Sie aktuell die größten Potenziale, den Energieverbrauch von Antriebssystemen zu reduzieren, und welche Technologien sind dafür besonders relevant?**



TORSTEN BLANKENBURG

Chief Technical Officer
bei Sieb & Meyer

Bild: Sieb & Meyer/Fotograf: Thorsten Scherz

1 Aus unserer Sicht sind es zwei Aspekte, die prägend sein werden. Zum einem der Einzug von KI-Funktionen in die Drive Controller und zum anderen die Effizienzsteigerung der Drive Controller durch den Einsatz von SiC oder GaN-Leistungshalbleitern.

»Aus unserer Sicht liegt das größte Potenzial in der ganzheitlichen Effizienzbetrachtung von Antriebssystemen.«

2 Zum einen gewinnt das Thema der Systemvernetzung eine noch größere Bedeutung und zum anderen muss applikationsabhängig entschieden werden, auf welcher Systemkomponente entsprechende Softwarefunktionen optimal realisiert werden können. Immer leistungsfähigere Netzwerke ermöglichen zukünftig eine Bündelung von Softwarefunktionen auf zentralen Steuerungseinheiten oder sogar in der Cloud, sodass Systemkomponenten nur noch ihre rudimentären Grundfunktionen bereitstellen müssen.

3 Aus unserer Sicht liegt das größte Potenzial in der ganzheitlichen Effizienzbetrachtung von Antriebssystemen, d.h. der Fokus liegt nicht auf einer einzelnen Komponente, sondern auf dem Gesamtsystem. Hierbei auch applikationsspezifisch auf der Wahl der Systemtopologie, z.B. Einsatz eines direkt angetriebenen Turbokompressors auf Basis von Hochgeschwindigkeits-Drive-Controllern und -motoren anstelle eines klassischen Schraubenkompressors.



JENS NEUNER

Produktlinienleiter Sinamics Regelungs- und Applikationssoftware bei Siemens

Bild: Siemens

1 Die Antriebstechnik entwickelt sich zunehmend zu einem intelligenten, datenbasierten Bestandteil der Automatisierung. Im Fokus stehen leistungsfähige Umrichterplattformen wie Sinamics, die Antriebsregelung, integrierte Safety- und Security-Funktionen und digitale Datenbereitstellung in einem System vereinen. Gleichzeitig gewinnt die nahtlose Integration in industrielle Softwareumgebungen an Bedeutung. Dadurch lassen sich Maschinen flexibler projektieren, schneller in Betrieb nehmen und einfacher über ihren gesamten Lebenszyklus optimieren.

2 Mit Software Defined Automation werden Funktionen zunehmend softwarebasiert und interoperabel umgesetzt. Für die Antriebstechnik bedeutet das eine engere Verzahnung zwischen Umrichter, Steuerung und Engineering. Moderne Umrichter sind darauf ausgelegt, sich durchgängiger in digitale Automatisierungsumgebungen einzubinden. Anwender profitieren von konsistentem Engineering, einer vereinfachten Inbetriebnahme und der Möglichkeit, Antriebsdaten für Diagnose- und Optimierungsaufgaben effizient zu nutzen.

»Aktuelle Umrichtersysteme ermöglichen es, Motoren exakt entsprechend dem tatsächlichen Prozessbedarf zu betreiben und unnötige Energieverluste zu vermeiden.«

3 Die größten Einsparpotenziale liegen in der bedarfsgerechten Drehzahlregelung und in der optimalen Auslegung von Antriebssystemen. Aktuelle Umrichtersysteme ermöglichen es, Motoren exakt entsprechend dem tatsächlichen Prozessbedarf zu betreiben und unnötige Energieverluste zu vermeiden. Zusätzliche Potenziale ergeben sich durch Energierückspeisung in geeigneten Anwendungen sowie durch Transparenz über Energieverbräuche. Digitale Analyse- und Monitoringfunktionen unterstützen Betreiber dabei, Optimierungsmöglichkeiten zu identifizieren und die Effizienz ihrer Anlagen kontinuierlich zu verbessern.



MICHAEL BERGER

Teamleiter Business Development
bei Sumitomo Drive Technologies

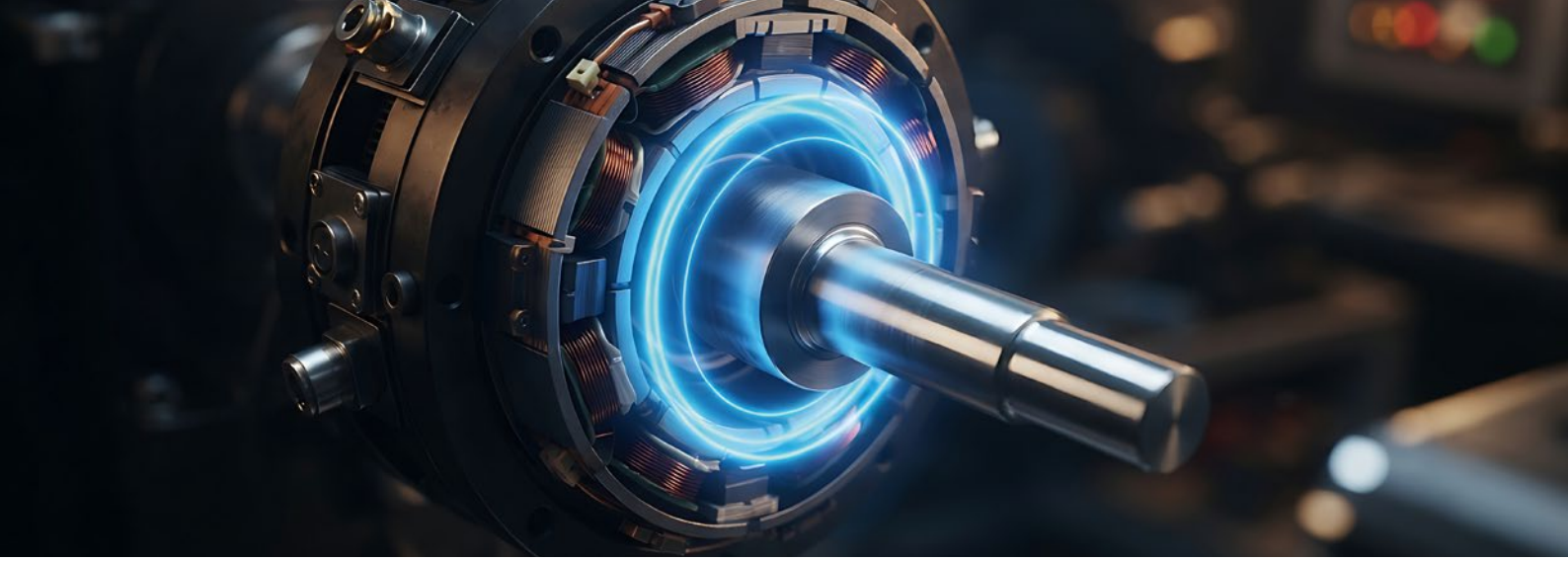
Bild: Sumitomo Drive Technologies

1 Aus meiner Sicht entwickelt sich die Antriebstechnik in Richtung höherer Leistungsdichte und intelligenter Systeme. Maschinen sollen kompakter und dynamischer werden. Dafür müssen Getriebe auf kleinerem Bauraum höhere Drehmomente übertragen, hohe Eingangsdrehzahlen ermöglichen und große äußere Lasten aufnehmen. Sensorik liefert Daten zu Drehmoment, Temperatur, Position und Betriebszustand. Der Antrieb erzeugt nicht nur Bewegung, sondern wird Teil des Automatisierungssystems. Das zeigt sich bei Aktuatoren, die Getriebe, Motor, Sensorik und Regelung kompakt zusammenführen.

»Auch die beste Software kann Defizite bei Präzision, Torsionssteifigkeit, Dynamik oder Zuverlässigkeit nicht vollständig ausgleichen.«

2 Software Defined Automation verändert die Rolle des Antriebs. Getriebe, Motor, Sensorik und Regler müssen zusammenspielen, Echtzeitdaten liefern und sich flexibel an Maschinenfunktionen anpassen. Die mechanische Basis bleibt entscheidend: Auch die beste Software kann Defizite bei Präzision, Torsionssteifigkeit, Dynamik oder Zuverlässigkeit nicht vollständig ausgleichen. Ein Beispiel ist die Fine Cyclo B-Serie, deren modularer Aufbau die kompakte Anbindung unterschiedlicher Motoren ermöglicht.

3 Bei der Energieeffizienz kommt es auf die Anwendung an. Im Dauerbetrieb bietet der Gesamtwirkungsgrad von Getriebe und Motor das größte Potenzial. Motoren der Klasse IE5 oder besser können mit einem passenden Getriebe den Verbrauch



senken. Das zeigt das BBB-H-IE5-Antriebspaket mit Permanentmagnetmotor von Lafert und Frequenzumrichter von Invertek. Im Zyklusbetrieb zählen die richtige Dimensionierung, geringe Verluste über den Lastzyklus und die Abstimmung der Komponenten. Bei mobilen Anwendungen verlängert jede Energieeinsparung die Batterielaufzeit. Entscheidend ist, den Antriebsstrang je Betriebsprofil zu optimieren.



SASCHA REUS

General Manager Business Unit Motion Controls
bei Yaskawa Europe – Drives Motion Controls Division

Bild: Yaskawa Europe

1. Konnektivität, dezentrale Intelligenz und KI werden die Antriebstechnik prägen. Servoantriebe erfassen Zustandsdaten direkt an der Maschine und schaffen damit die Basis für Condition Monitoring, vorausschauende Wartung und adaptive Regelung. Gleichzeitig wachsen Motion Control, Steuerung und Robotik zu integrierten Plattformen zusammen. Mit Sigma-X und iCube Control verbindet Yaskawa hochdynamische Bewegung, intelligente Datenverarbeitung und durchgängige Systemintegration.

2. Software Defined Automation bildet Funktionen modular in Software ab und macht Maschinen leichter anpassbar und erweiterbar. Yaskawa realisiert diesen Ansatz mit iCube Control auf Basis von PLCnext Technology. Die offene Plattform führt PLC, Motion, Safety, HMI, Servoantriebe und Robotik in einer Engineering- und Steuerungsumgebung zusammen. Dadurch wird der Servoantrieb Teil einer flexiblen Maschinenplattform; Echtzeitfähigkeit, Cybersecurity und Softwarekompetenz gewinnen weiter an Bedeutung

»Konnektivität, dezentrale Intelligenz und KI werden die Antriebstechnik prägen.«

3. Für Yaskawa liegt der größte Hebel im intelligenten Zusammenspiel von Servotechnik, Maschinenmechanik und Bewegungsprofil. Präzise ausgelegte Servosysteme vermeiden Überdimensionierung, während die hochdynamische Regelung Bewegungen exakt an den Prozessbedarf anpasst und Lastspitzen reduziert. In integrierten Mehrachs-Servoreglern kann Bremsenergie von anderen Achsen genutzt werden; das senkt Energiebezug und Wärmeverluste. Ergänzend schaffen Last-, Bewegungs- und Energiedaten Transparenz und ermöglichen eine kontinuierliche Optimierung der Maschine über ihren Lebenszyklus.



SMARTE FEATURES FÜR PRÄZISE ANWENDUNGEN

Mit dem Servosystem Sigma-X erweitert Yaskawa die technischen Möglichkeiten in der Halbleiterfertigung: Sowohl spezialisierte Maschinen- und Anlagenbauer als auch Anwender in der Elektronikindustrie profitieren damit von noch smarteren Features. » **VON MARTIN HOOP UND MEHMED HANDAGANIC**

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

Komplexe Applikationen meistern

Beim Crimppressen/Crimpen zum Beispiel – einem Fügeverfahren, bei dem zwei Komponenten durch plastische Verformung miteinander verbunden werden – sind die Servosysteme gleich mehrfach gefordert: Sie müssen jederzeit den exakten Druck halten und auf mehrere synchronisierte Achsen verteilen. Zudem ist es erforderlich, dass sich die Bewegung in jeder gewünschten Position stoppen lässt – und das bei gleichbleibender Prozessstabilität über den gesamten Produktionszyklus hinweg.

Bei der Beschichtung (Coating) werden, als zweites Beispiel, rotierende Tische mit hoher Geschwindigkeit gleichmäßig mit Flüssigkeit besprüht. Um ein präzises Ergebnis zu erzielen, ist dabei eine gezielte Anpassung und Reduktion der Geschwindigkeitswelligkeit notwendig. Darüber hinaus lassen sich maßgeschneiderte Lösungen auch für weitere spezifische Anwendungen und Anforderungen realisieren.

High-End-Servosystem Sigma-X

Das Servosystem Sigma-X von Yaskawa unterstützt diese spezifischen Anforderungen durch smarte Features wie einen optimierten Drehmomentausgleich, automatische Lastanpassung, Vibrationsunterdrückung und synchronisierte Achsensteuerung.

Ziel der Weiterentwicklung war es, dass Maschinenbauer wie Anwender die Konkurrenzfähigkeit ihrer Maschinen weiter ausbauen und den technischen Vorsprung gegenüber ihrem Wettbewerb halten können: Durch die kompakten Servomotoren lassen sich Maschinen noch kompakter konstruieren. Gleichzeitig können die vielseitigen Tuningfunktionen sehr leicht erlernt und angewendet werden.

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

DIE YASKAWA-SERVOPACKS KÖNNEN NOCH MEHR VIBRATIONSFREQUENZEN UNTERDRÜCKEN ALS BISHER.

Smarte Features

Die Smart Features sind darauf ausgelegt, den Betrieb und die Steuerung zuverlässig zu optimieren, gleichzeitig die Produktivität zu erhöhen und die Anlagenverfügbarkeit zu verbessern. Eine Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit ist somit gewährleistet. So hat Yaskawa gegenüber der bisherigen Servo-Baureihe Sigma-7 diese intelligenten Funktionen nochmals verbessert: Beispielweise kann Sigma-X das Drehmoment noch genauer steuern – und damit signifikant präziser als seine Vorgänger. Beim Polieren in der Wafer-Herstellung und -bearbeitung ist eine Vibrationsunterdrückung besonders wichtig. Sigma-X ist auch in weiteren spezifischen Anwendungen wie Wafer-Handling,



Um branchenspezifischen Richtlinien in der Halbleiterfertigung zu entsprechen, müssen auch die in den Maschinen und Anlagen eingesetzten Servomotoren höchste Präzisionsstandards erfüllen.
Bild: genkur/iStock, Yaskawa Europe



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

Drahtbonden (wire bonding), Wafer-Nassätzen (wafer wet etching), Pfadverfolgung (path tracking), Schleifpolieren (grinding polishing), Wafer-Vereinzelung (wafer dicing) oder zerspanende Bearbeitung (cutting machining) im Einsatz.

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

Eine weitere Funktion kann anhand mehrerer als Eingangssignal parametrierter Ist-Werte die Drehzahlwelligkeit kompensieren. Für Yaskawa-Motoren ist diese Funktion standardmäßig aktiviert. Für alle anderen Motortypen lässt sich diese Funktion mit der Software SigmaWin+ aktivieren und anpassen.

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

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

Yaskawa als Lösungsanbieter

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

Servoverstärker zum gleichzeitigen Anschluss von bis zu drei Servomotoren sind nun ebenso erhältlich wie Modelle mit spezieller Firmware zum Einsatz in Gantry-Systemen. Als Schnittstellen werden Analog/Pulse sowie EtherCAT und Mechatrolink-4/III angeboten. Alle Servoverstärker haben als funktionale Sicherheit STO (Safe-Torque-Off) on-board.

Die Sigma-X-Komponenten sind für eine optimale Performance technisch aufeinander abgestimmt und in die iCube Control-Plattform integriert. Der entsprechende Controller iC9226 arbeitet mit dem Industriechip Triton von Yaskawa und kann bis zu 64 Servoachsen synchron ansteuern. Er lässt sich über das Software-Tool iCube Engineer programmieren und kann mit oder ohne integrierten FSoE Safety Master ausgestattet werden. « RT

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



WENN EFFIZIENZ AUF KOMPAKTHEIT TRIFFT

Die komplexe Rundtaktmaschine Wolf TSM 280 eignet sich für mittlere und große Losgrößen. Für die neue Generation dieser Baureihe setzt Wolf Maschinenbau auf die hybride Antriebstechnik von AMKmotion: Diese kombiniert zentrale und dezentrale Antriebslösungen, um die Vorteile beider Konzepte zu nutzen. » **VON ANJA SCHABER**



Für die neue Generation der Rundtaktmaschine TSM 280 setzt Wolf Maschinenbau auf hybride Antriebstechnik von AMKmotion und die Expertise von SM Motion Control.

Zu unseren Kunden gehören viele kleinere erfolgreiche Zulieferbetriebe für ganz unterschiedliche Branchen – von Automotive über Medizin- bis Elektrotechnik. Ihre Maschinen müssen nicht nur sehr präzise arbeiten, sondern vor allem zuverlässig sein", sagt Andreas Weber. Er ist Technischer Leiter bei Wolf Maschinenbau in Brackenheim, nur wenige Kilometer von Heilbronn entfernt. Dazu kommen Themen, die in den vergangenen Jahren immer weiter an Bedeutung gewonnen haben, wie Energieeffizienz und schnelles Umrüsten bei kleinen Losgrößen.

Mit 35 Mitarbeitern fertigt Wolf Maschinenbau zukunftsweisende Rund- und Linearartaktmaschinen inklusive passender Peripheriegeräte. Anwender erhalten kompakte, flexible und hochgenaue Maschinen, mit denen sie metallische Ring- und Stangenmaterialien, Drehteile, Rohre oder auch Fließpressteile bearbeiten können. „Unser Leistungsspektrum umfasst die Entwicklung, Konstruktion, Herstellung, den Vertrieb und die Wartung dieser kundenspezifischen Automatisierungslösungen", beschreibt Weber. „Der Trend zur Individualisierung spielt uns als Sondermaschinenbauer natürlich besonders in die Karten."

> **» WIR KÖNNEN DAMIT DEUTLICH KOMPAKTER BAUEN. KOMMEN MEHR ANZUSTEUERNDE ACHSEN DAZU, IST AUCH KEIN ZWEITER SCHALTSCHRANK NÖTIG.«**
>
> FABIAN GEORG

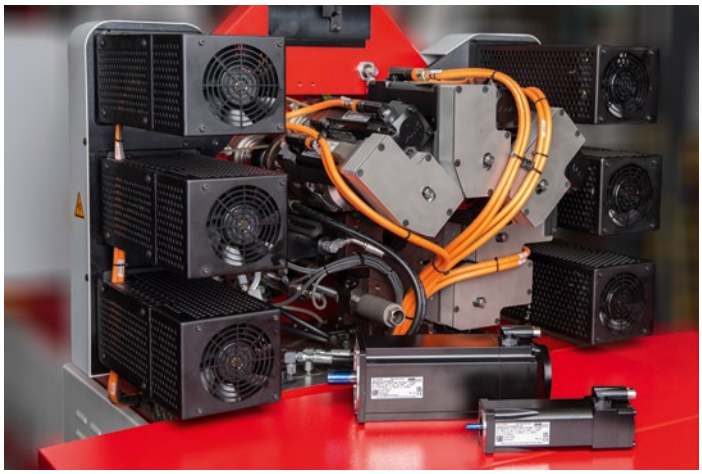
Das zeigt sich etwa in der Teller-Schalttisch-Maschine Wolf TSM 280, einer hochflexiblen Produktionseinheit für komplexe Fertigungsprozesse. Der Schaltteller taktet von Bearbeitungsstation zu Bearbeitungsstation, an denen die stehenden, nicht rotierenden Werkstücke gleichzeitig mit angetriebenen Werkzeugen bearbeitet werden. Der modulare Aufbau ermöglicht eine individuelle Prozessgestaltung. „Die Maschine lässt sich schnell rüsten und ist beim Werkzeugwechsel gut zugänglich", verspricht Weber. „Damit können Anwender auf ein und derselben Maschine ganz unterschiedliche Bauteile fertigen." Zentrales Element ist der in der Mitte senkrecht angeordnete Spannteller mit acht oder 16 hydraulisch betätigten Werkstückaufnahmen.

Die richtigen Partner an Bord

„Bei Wolf Maschinenbau fertigen wir mit einer hohen Wertschöpfung – von den Grundgestellen der Maschinen bis zu den einzelnen Baugruppen – sprich: alles, was die Kundenbauteile berührt und spezifisch anzupassen ist", erklärt Weber. Doch alles kann der Betrieb nicht im eigenen Haus herstellen. Dafür setzt er auf ausgewählte Lieferanten – bevorzugt auf lokale Unternehmen, weil diese eine bessere Verfügbarkeit versprechen. Der Maschinenbauer verbaute lange Antriebs- und Automatisierungstechnik eines Großanbieters. Während der Corona-Pandemie kam es jedoch zum Versorgungsengpass. Antriebsspezialist AMKmotion aus dem knapp 90 Kilometer entfernten Kirchheim unter Teck half dem Maschinenbauer damals aus der Klemme und ist seitdem im Boot.

Mit hybrider Antriebstechnik Platz gespart

Die neue Maschinengeneration der Wolf TSM 280 sollte komplett auf die Antriebstechnik von AMKmotion umgestellt werden. Denn in der Vorgängerversion befand sich die komplette Antriebs- und Steuerungstechnik in einem Schaltschrank. Das erhöhte



Die Kombination zentraler und dezentraler Antriebslösungen steigert sowohl die Flexibilität als auch die Energieeffizienz der Maschine.
Bilder: AMKmotion

» DER TREND ZUR INDIVIDUALISIERUNG SPIELT UNS ALS SONDERMASCHINENBAUER NATÜRLICH BESONDERS IN DIE KARTEN.«

ANDREAS WEBER

die Installationskosten und den -aufwand, beanspruchte sehr viel Platz, und je nach Komplexität der Maschine waren sogar zwei Schaltschränke erforderlich. An individuelle Bedürfnisse anpassen? Das war schwierig zu realisieren.

„Genau dafür liefern wir unsere hybride Antriebstechnik", sagt AMKmotion-Experte Fabian Georg, der Wolf Maschinenbau betreut. „Das ist die Kombination aus zentraler und dezentraler Antriebstechnik." Dabei ist ein Teil der Antriebskomponenten im Schaltschrank verbaut, der andere Teil befindet sich dezentral in der Maschine. Für die Bewegungen der Achsen kommen die hochpoligen Synchron-Servomotoren der DT-Serie zum Einsatz. Diese sind auf hohe Drehmomente ausgelegt und haben hohe Eigenträgheitsmomente. Die Motoren können auch größere Lasten ohne Getriebe als Direktantrieb hochdynamisch beschleunigen und so die Leistungsfähigkeit der Maschine steigern. Dazu kommt mit dem ihXT3 ein Synchronservomotor mit integriertem Wechselrichter. Dieser eignet sich optimal für geringen Platzbedarf. Er ist mit einem Hybridkabel ausgestattet, das gleichermaßen Leistung, STO (Safe Torque Off), 24 Volt sowie die Kommunikationsdaten überträgt und im Daisy-Chain-Verfahren alle angeschlossenen ihXT3-Komponenten verbindet. Das reduziert den Installationsaufwand deutlich.

„Die zentrale Antriebstechnik in der Maschine ist das KE/KW-System, das aus zwei Komponenten besteht", sagt Fabian Georg. „Die Kompakteinspeisung KE erzeugt die Zwischenkreisspannung und versorgt die Kompaktwechselrichter KW mit Leistung." Dabei vereinfacht der Hybridverteiler KHY die Zusammenführung verschiedener Signale und Versorgungsspannungen aus der zentralen Antriebsebene. Er dient als intelligente Schnittstelle zwischen der zentralen zur dezentralen Antriebswelt. Die Echtzeit-Kommunikation erfolgt ebenfalls über die intelligente Schnittstelle des Hybridverteilers.

Zusätzlich überwacht der KHY den Zwischenkreisstrom und den dezentralen Antriebsstrang über einen I^2t-Zähler. Sein Abschaltverhalten lässt sich individuell konfigurieren. Der KHY ist nach dem Daisy-Chain-Verfahren mit den Synchronservomotoren mit integrierten Wechselrichtern ihXT verka-



Die Synchron-Servomotoren mit integriertem Wechselrichter ihXT und Hybridkabelanschluss (li.) sind optimiert für geringen Platzbedarf – und reduzieren die Verkabelungskosten.







Für die Bewegungen der Achsen kommen die hochpoligen Synchron-Servomotoren der DT-Serie zum Einsatz. Dazu gehört die Baureihe DT3 (links) und die Synchron-Servomotoren der Baureihe DT4.

belt. „Wir können damit deutlich kompakter bauen. Kommen mehr anzusteuernde Achsen dazu, ist auch kein zweiter Schaltschrank nötig", erläutert Fabian Georg. „Wir haben zudem die Hauptachse der Maschine komplett neu konstruiert." Verbaut ist nun ein kompaktes Winkelplanetengetriebe statt – wie vorher – ein mechanisch aufwändigeres Kegelstirnradgetriebe.

Perfekter Partner für die perfekte Steuerung

Für die komplexe Steuerung ihrer Maschinen setzt Wolf Maschinenbau auf die Expertise von SM Motion Control, Hersteller von Steuerungstechnik und Systemintegrator. Besonders kleinere und mittelständische Maschinenbauer profitieren von den flexiblen Lösungen aus Villingen-Schwenningen. „Wir realisieren perfekte Bewegungen für Maschinen", sagt Markus Grimm, Mitglied der Geschäftsleitung von SM Motion Control. „Dafür haben wir das Know-how in Steuerungstechnik, Antriebskomponenten und Software." Gemeinsam mit AMKmotion-Kundenbetreuer Fabian Georg entwickelte er bereits zahlreiche Projekte. So entstand auch die Zusammenarbeit mit Wolf Maschinenbau.



Die Wolf TSM 280: Zentrales Element ist der in der Mitte senkrecht angeordnete Spannteller mit acht oder 16 hydraulisch betätigten Werkstückaufnahmen. Bild: Wolf Maschinenbau AG

„Bei der TSM 280 setzen wir unsere Steuerung smmx.tp15hd mit einem integrierten 15-Zoll-Farbtouch-Panel ein", berichtet Grimm: „Die Steuerungsfamilie basiert auf einem RT Linux-Betriebssystem mit harten Echtzeiteigenschaften, in das wir die offene Automatisierungsplattform Codesys V3 und unseren eigenen CNC-Kern integriert haben." Diese Kombination bietet klare Vorteile: So wird auf der einen Seite mit der gängigsten offenen Automatisierungsplattform Codesys die SPS-Funktionalität und die Visualisierung umgesetzt. Auf der anderen Seite bietet SM Motion Control mit seinem CNC-Kern die Möglichkeit, neben dem bereits vorhandenen Befehlsumfang (DIN66025), auch kundenspezifische Sonderbefehle zu integrieren, die die Maschinen optimieren oder die Programmierung erleichtern. Durch die Verschmelzung von CNC-Kern und Codesys entsteht ein gemeinsamer Variablenraum von SPS, CNC und Visualisierung. Dadurch lassen sich alle drei Funktionen einfach und direkt miteinander verknüpfen. Wolf Maschinenbau hatte die Anforderung, jede der bis zu 16 Stationen ihrer TSM 280 flexibel über CNC-Funktionen anzusteuern. Grimm: „Wir haben die Stationen mit konfigurierbaren Funktionseinheiten ausgestattet, den sogenannten CNC-Units – mit eigenem Programmiereditor, Hand- und Automatikbetrieb sowie Programm- und Rezeptverwaltung." Früher waren dafür 16 einzelne Steuerungen erforderlich. Die Units lassen sich je nach Ausstattung frei konfigurieren. Mit seinem Team konnte Grimm auch alle optionalen Funktionen wie Web-Visualisierung oder OPC-UA-Kommunikation in einem Gerät unterbringen. Dazu trägt die enorme Leistungsfähigkeit des verwendeten Quad-Core 1,6 GHz Prozessors bei.

HERAUSFORDERUNG:

Wolf Maschinenbau wollte bei der neuen Maschinengeneration der Wolf TSM 280 die Antriebs- und die Steuerungstechnik komplett umstellen. Sie sollte flexibler sein sowie Installationsaufwand und Platz im Schaltschrank sparen.
Lösung: Die hybride Antriebstechnik von AMKmotion erfüllt gemeinsam mit der Steuerung von SM Motion Control nicht nur alle gestellten Anforderungen an Flexibilität und Wirtschaftlichkeit, sondern vereinfacht auch die Verkabelung und schafft Platz im Schaltschrank.

Entwicklung in Rekordzeit

„Als uns Wolf Maschinenbau damals anrief, haben wir uns natürlich sehr gefreut", erinnert sich Markus Grimm. Doch dann kam ein kleiner Schreck, als er nach dem Zeitrahmen fragte: Die erste Maschine sollte schon auf der EMO im September gezeigt werden. „Es war bereits Juni – nur noch wenige Wochen bis zur Messe", sagt Grimm. Aber gemeinsam mit AMKmotion konnten sie das Projekt erfolgreich umsetzen. „Die Maschine war noch nicht verkaufsbereit, aber sie lief", ist Fabian Georg zufrieden. „Das war schon sensationell. Wir haben eine komplett neue Antriebs- und eine komplett neue Steuerungstechnik für eine so hochgradig komplexe Maschine realisiert, die bis zu 34 Achsen auf einer Standfläche von nur knapp 2,5 Quadratmetern bewegen kann." « KF

Anja Schaber ist Marketing-Managerin bei AMKmotion.

DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN

IM FOKUS: KABEL & LEITUNGEN



Sponsor Innentitel/Bild: U.I. Lapp GmbH

LAPP

ULMER WERKZEUGSCHLEIFTECHNIK BAUT AUF KABELKONFEKTIONEN VON LAPP

Präzision beginnt bei der Verbindungstechnik

PRÄZISION BEGINNT BEI DER VERBINDUNGSTECHNIK

Ulmer Werkzeugschleiftechnik entwickelt und produziert hochpräzise Werkzeugschleifmaschinen für Anwendungen von der Automobilindustrie bis zur Medizintechnik. Um sich stärker auf Konstruktion, Montage und Service konzentrieren zu können, setzt das Unternehmen auf Lapp als Partner. Der Geschäftsbereich Lapp Harnessing Solutions liefert individuelle Servokonfektionen und unterstützt Ulmer mit Know-how sowie bei der Optimierung von Logistik- und Montageprozessen.

» **VON VIVIAN BULLINGER**



Mit ihrem hohen Automatisierungs- und Flexibilitätsniveau erfüllt die WZS 8 Reinecker die Anforderungen moderner Produktionsumgebungen.

Seit jeher verbindet Ulmer seine Maschinenentwicklung mit dem Anspruch, Lösungen zu schaffen, die sich flexibel auf unterschiedliche Kundenanforderungen anpassen lassen. Dazu zählt heute auch ein hoher Automatisierungsgrad, um Produktivität und Effizienz zu steigern. Die neueste Maschinengeneration WZS 8 Reinecker von Ulmer folgt genau diesem Ansatz.

Um sich bei der Entwicklung und Fertigung von Maschinen wie der WZS 8 Reinecker auf die eigenen Kernkompetenzen fokussieren zu können, entschied sich Ulmer dafür, einzelne Arbeitsschritte gemeinsam mit einem erfahrenen Partner umzusetzen. Mit Lapp fand der Spezialist für Werkzeugschleifmaschinen einen zuverlässigen Experten für individuelle Kabelkonfektionen samt passenden Steckverbindern.

Rafael da Costa Carneiro, Elektrokonstrukteur bei Ulmer, ist begeistert: „Dass Lapp uns bei diesem Teil unserer Arbeit fachkräftig unterstützt, hat für uns enorme Vorteile. Wir sparen viel Zeit, sind flexibler in der Montage, konnten Fehlerquellen weitgehend eliminieren und können im Servicefall schnell ein fertig konfektioniertes Kabel schicken."

ZWISCHEN ULMER UND LAPP HAT SICH EINE ENGE PARTNERSCHAFT ENTWICKELT.

Mit Spezialisierung und Innovation am Markt

Ulmer Werkzeugschleiftechnik mit Sitz in Ulm-Einsingen ist ein Traditionsunternehmen mit hoher Fertigungstiefe und einem hohen Qualitätsanspruch. Hervorgegangen aus dem renommierten Maschinenbauunternehmen J.E. Reinecker Maschinenbau AG fertigt bei Ulmer ein spezialisiertes Team Maschinen vornehmlich zur Herstellung rotationssymmetrischer Präzisionswerkzeuge. Auch kundenspezifische Anpassungen und Sonderlösungen gehören zum Portfolio.

Seit Mitte 2025 ist die jüngste Entwicklung auf dem Markt: Die WZS 8 Reinecker wurde speziell für kleine Werkzeuge und Nachschärfprozesse entwickelt. Elektrokonstrukteur Da Costa Carneiro beschreibt die Hintergründe so: „Im Markt sind mehr denn je kleinere Werkzeuge gefragt, besonders in der Medizin- und Elektrotechnik. Außerdem gewinnt das Nachschärfen an Bedeutung, denn der Preis für Hartmetall ist hoch. Dieser Entwicklung tragen wir mit der WZS 8 Reinecker Rechnung."

Gemeinsam optimierte Prozesse und Standards

Bei einer solchen Maschine hängen Prozessstabilität und Präzision auch davon ab, dass die Verbindungstechnik zuverlässig arbeitet. Für Ulmer bedeutet das vor allem: robuste Motor- und Geberleitungen, saubere Schirmung, stabile Steckverbinder und gleichbleibende Qualität – und das auch bei engen Platzverhältnissen im Maschineninneren. Gerade die gemeinsame Führung von Leistungs- und Geberleitungen macht die Maschine empfindlich gegenüber Störungen. „Eine unsauber ausgeführte Schirmung kann zu Fehlfunktionen, Störungen im Regelkreis und im schlimmsten Fall zu ungeplanten Stillständen führen. Das müssen wir bei unseren weltweit ausgelieferten Maschinen unbedingt vermeiden", erklärt Da Costa Carneiro.

Gemeinsam analysierten Ulmer und die Expertinnen und Experten von Lapp Harnessing Solutions die Herausforderungen, insbesondere bei Variantenvielfalt, Verfügbarkeit und Beschaffungsprozessen. Daraus entstanden optimierte Kabelkonzepte sowie angepasste Logistik- und Produktionsabläufe.

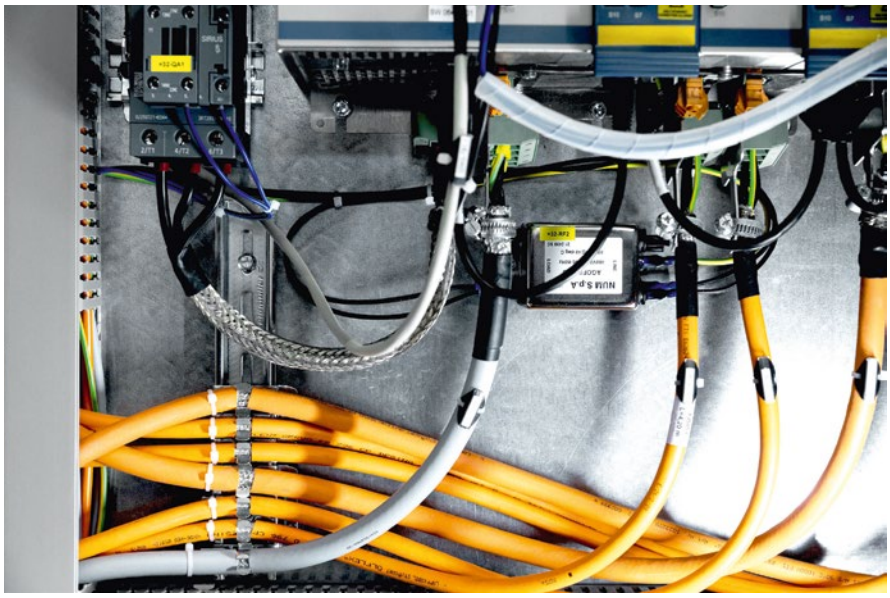
„Lapp kam genau zur richtigen Zeit auf uns zu und hat uns mit kompetenter Beratung und Verständnis für unsere spezifischen Anforderungen überzeugt. Wir beziehen schon lange unsere Leitungen von Lapp. Dass wir jetzt ganze Kabelsätze von Lapp einkaufen, ist für uns ein naheliegender Schritt, und einer von dem wir stark profitieren", betont Manuel Arbeiter, Leiter Einkauf und Materialwirtschaft bei Ulmer.



In enger Zusammenarbeit reduzierten Ulmer und Lapp die Variantenvielfalt der Servokonfektionen und verbesserten Beschaffungs- und Produktionsprozesse.
Bilder: Lapp

Effizienzgewinne entlang der gesamten Wertschöpfungskette

Die Zusammenarbeit wirkt sich vor allem auf die Fertigung aus. Statt Leitungen selbst zuzuschneiden, zu konfektionieren und zu montieren, greifen die Mitarbeitenden heute auf vormontierte Kabelsätze zurück.



Für eine hohe Prozessstabilität setzt Ulmer auf individuell konfektionierte Servo- und Anschlussleitungen von Lapp Harnessing Solutions.

„Früher war ein Mitarbeiter pro Maschine oft einen ganzen Tag damit beschäftigt, Leitungen zuzuschneiden, Schirme abzusetzen, Adern zu crimpen und Stecker zu montieren. Heute holt sich der Monteur einfach einen kompletten Kabelsatz vom Regal und verbaut ihn. Das verkürzt die Durchlaufzeiten spürbar und macht den Produktionsplan verlässlicher", so Da Costa Carneiro.

Zusätzliche Sicherheit bietet die Prüfung jeder Kabelkonfektion in den Testzentren von Lapp. Da Schirmung, Übergangswiderstände und Steckverbinder bereits getestet sind, kann Ulmer die Leitungen direkt verbauen und potenzielle Fehlerquellen reduzieren.

Auch im Service ergeben sich Vorteile. Die vorkonfektionierten Leitungen werden bevorratet und lassen sich bei Bedarf schnell austauschen. Dies reduziert die Stillstandszeiten.

Positive Effekte zeigt die Zusammenarbeit zudem in der Logistik. Statt vieler Einzelkomponenten werden heute komplette Kabelkonfektionen mit einer Artikelnummer beschafft. Das verringert den Bestellaufwand, senkt die Lagerkomplexität und minimiert das Risiko fehlender Komponenten.

Enge Partnerschaft mit Zukunftsaussichten

Zwischen Ulmer und Lapp hat sich eine enge Partnerschaft entwickelt. Manuel Arbeiter fasst es so zusammen: „Für uns ist entscheidend, dass ein Lieferant nicht nur zuverlässig liefert, sondern versteht, wie wir arbeiten. Bei Lapp stimmt die Qualität, die Zuverlässigkeit und die Betreuung. Wir haben kurze Wege, klare Ansprechpartner und das Gefühl, dass unsere Anforderungen verstanden und ernst genommen werden. Deshalb wollen wir die Zusammenarbeit auch fortführen und intensivieren."

STATT LEITUNGEN SELBST ZUZUSCHNEIDEN, ZU KONFEKTIONIEREN UND ZU MONTIEREN, GREIFEN DIE MITARBEITENDEN BEI ULMER HEUTE AUF VORMONTIERTE KABELSÄTZE ZURÜCK.

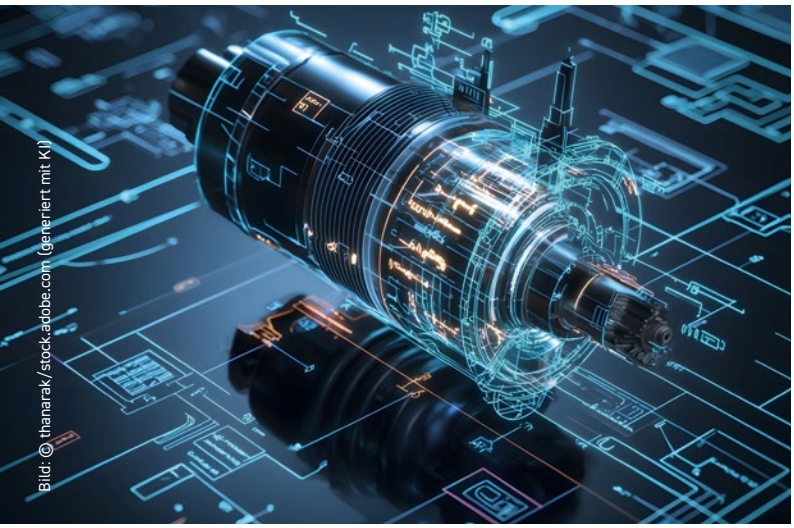
Auch bei Lapp gilt die Partnerschaft mit Ulmer als Beispiel für eine erfolgreiche Zusammenarbeit. Der Kunde wird dabei von Joachim Hentschel, Account Manager bei Lapp für die Region Ulm, und Anna Schüller begleitet. Anna Schüller, Business Development Managerin im Geschäftsbereich Harnessing Solutions bei Lapp, betont: „Wir stehen eng im Austausch mit unseren Kunden und spüren sehr genau, was der Markt braucht. Bei Ulmer sehen wir einen Partner, der mit hoher Kompetenz, Pragmatismus und Innovationsfreude arbeitet. Solche Unternehmen motivieren uns besonders, weil man gemeinsam technisch wirklich etwas bewegen kann."

Für die kommenden Jahre ist ein kontinuierlicher Ausbau der Kooperation geplant – mit mehr Effizienz, mehr Standardisierung und weiteren gemeinsamen Lösungen, die zu noch leistungsfähigeren Maschinen führen und den Kunden von Ulmer im täglichen Einsatz einen spürbaren Mehrwert bieten. « RT

Vivian Bullinger verantwortet den Bereich Press Communications Global & EMEA Marketing Communications bei Lapp.

ASYNCHRONMASCHINEN MULTIPHYSIKALISCH AUSLEGEN

Eigenschaften wie Kosteneffizienz und Robustheit machen Asynchronmaschinen zu einer der am meisten verbreiteten Arten von elektrischen Maschinen. Der Grundstein zur Ausschöpfung ihres Leistungspotenzials wird mit dem virtuellen Prototyp in der frühen Entwicklungsphase per multiphysikalischer Simulation gelegt. » **VON PETER DÜCK**



Bei elektrischen Maschinen (E-Maschinen) haben sich im Wesentlichen zwei Arten durchgesetzt: Synchronmaschinen und Asynchronmaschinen. Im Gegensatz zu Synchronmaschinen dreht sich der Rotor bei Asynchronmaschinen (ASM) mit einer leicht abweichenden Drehzahl, bezogen auf die Frequenz des Statorfelds.

Dieser Schlupf sorgt für unterschiedliche Betriebseigenschaften und Anwendungsgebiete. ASM werden hauptsächlich als Fahr- und Industrieantriebe eingesetzt. In der E-Mobilität sind beide Maschinenarten als Hauptantriebe vertreten.

Besonderheiten bei der Auslegung von Asynchronmaschinen

Aufgrund des Schlupfes erfolgt die Auslegung von ASM nicht wie bei Synchronmaschinen, deren eingeschwungener Zustand über 2D-FEM-Berechnungen und in überschaubaren Rechenzeiten schnell erreicht wird.

Eine ASM lebt dagegen von den Wirbelströmen im Rotorkäfig, deren Berechnung zeitaufwändig ist. Die Konsequenz ist, dass der Konstrukteur die ASM idealerweise

→ zuerst analytisch auslegt,
→ dann die Ergebnisse numerisch verifiziert und
→ abschließend physikbedingte Optimierungen vornimmt.

E-Maschinen sollten generell nicht nur rein magnetisch betrachtet werden. Ihre Auslegung erfordert auch einen Blick auf die Drehmomentgleichung, das heißt das Zusammenwirken der elektrischen Klemmengrößen und der mechanischen Größen, sprich: Drehmoment und Drehzahl.

Wenn die Entwurfsphase einen bestimmten Reifegrad erreicht hat, stellen sich Fragen zu anderen physikalischen Domänen. So erwärmen sich E-Maschinen oft stark, was eine aktive Kühlung notwendig macht. Rotorfestigkeit und Akustik sind ebenfalls relevant.

Mit speziell für die Motorenauslegung entwickelten Software-Tools können Ingenieure sämtliche Fragestellungen aus verschiedenen physikalischen Domänen simulativ beantworten. Im Folgenden wird Ansys Motor-CAD verwendet, ein hybrides Tool, das E-Maschinen sowohl umfassend analytisch berechnen als auch den Feinentwurf numerisch – und multiphysikalisch - simulieren kann.

Analytische Berechnung: Das Ersatzschaltbild der Asynchronmaschine

Die eigentliche Herausforderung der analytischen Berechnung ist, die vor über 100 Jahren entwickelte Analytik einer ASM so nachzuvollziehen, dass die Berechnung korrekt aufgesetzt und deren Ergebnisse interpretiert werden können.

Für den analytischen Ansatz wird das sogenannte T-Ersatzschaltbild verwendet: ein elektrisches Netzwerk aus zwei Maschengleichungen und einer Knotengleichung. Damit lassen sich beliebige Arbeitspunkte berechnen.

In der Vergangenheit ging es bei der Auslegung von E-Maschinen vor allem um den so genannten Bemessungspunkt. Das Design hat man so gewählt, dass dort bei der zu erwartenden Belastung das Maximum des Wirkungsgrads erzielt wird. Heute werden E-Maschinen bei unterschiedlichen Drehzahlen genutzt, man denke an E-Autos oder Förderbänder.

Wirkungsgrad und andere Größen

Um die Leistungsfähigkeit der Maschine einzuschätzen, werden Drehmoment-Drehzahl-Kennfelder (M-n-Kennfelder) verwendet, die Ansys Motor-CAD für diverse Maschinenarten berechnet. Ein Vergleich, zum Beispiel zwischen einer ASM und einer Synchronmaschine, zeigt wann welcher Maschinentyp überlegen ist.

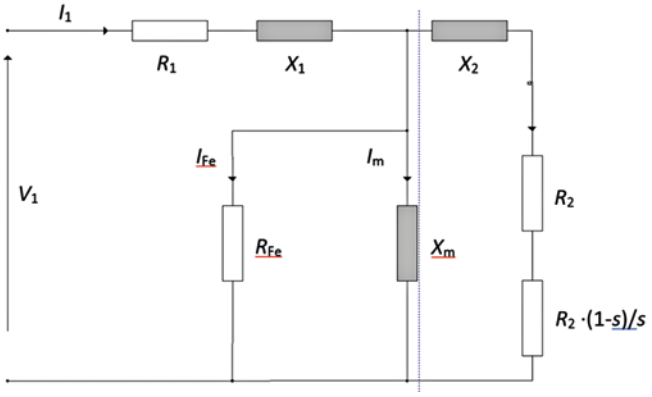


Bild 1: Ersatzschaltbild einer Asynchronmaschine.

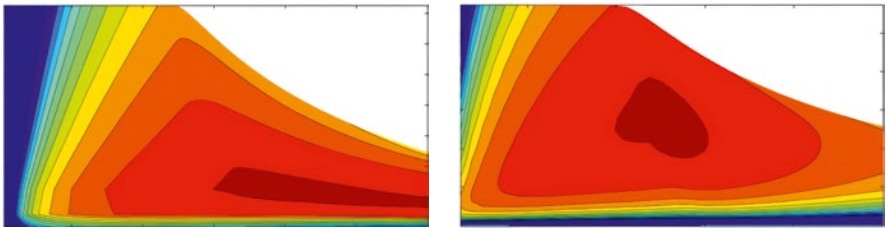


Bild 2: Schematisches Wirkungsgradkennfeld einer ASM (links) und einer Synchronmaschine (rechts).

Kennfelder numerisch simulieren – Beispiel E-Auto

Nimmt man das Beispiel eines E-Auto Motors, so werden Informationen zu einem Fahrzyklus benötigt, bei dem die Maschine einen möglichst hohen Wirkungsgrad erreichen soll. Eine gängige Grundlage dafür ist der WLTP (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure) Fahrzyklus.

Die Ableitung der Drehmomentanforderung für bestimmte Drehzahlen aus dem Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm und einem Fahrzeugmodell, führt zur Punktewolke im M-n-Kennfeld in Bild 3.

Ziel bei der Auslegung der ASM im variablen Betrieb ist also, den Bereich des höchsten Wirkungsgrads optimal zu platzieren, so dass die meisten Arbeitspunkte des Fahrzyklus darin liegen. Dazu sind viele Iterationen notwendig, die sich mit Ansys Motor-CAD schnell und effizient vornehmen lassen. Dies kann zum einen rein magnetisch betrachtet geschehen oder unter Berücksichtigung der Temperaturverteilung der Maschine. Dazu wird für jeden blau markierten Arbeitspunkt im Fahrzyklus ein thermisches Wärmequellennetzwerk in einer schwachen Kopplung mit dem elektromagnetischen Modell mitsimuliert. Damit ergeben sich Aufheizkurven und Aussagen der Art, nach welcher Zeit man beispielsweise eine bestimmte Geschwindigkeit auf der Autobahn nicht mehr halten kann, da Überhitzung droht.

Parallel dazu lässt sich das akustische Verhalten in Form eines Wasserfalldiagramms unter Annahme eines Ringmodells für den Stator untersuchen. Werden dabei kritische Frequenzen mit hohen Amplituden des Schalldruckpegels ermittelt und treten diese dann im Fahrzyklus für längere Zeit auf, liegt möglicherweise ein kritisches Systemverhalten vor, das man noch vor dem Bau von Prototypen mithilfe von Simulationen erkennen und beheben kann.

Wechselwirkungen erfordern multiphysikalischen Simulationsansatz

Im Hinblick auf weitere physikalischer Einflussfaktoren ist beispielsweise auch zu berücksichtigen, dass breitere Nuten im Stator zwar den Einbau von mehr Windungen in der Wicklung erlauben, gleichzeitig aber die Statorzähne schmaler werden und schneller in Sättigung gehen.

Bild 3 zeigt die Auswirkungen im Kennfeld (links: Original-Geometrie, rechts mit um 30 Prozent schmaleren Statorzähnen).

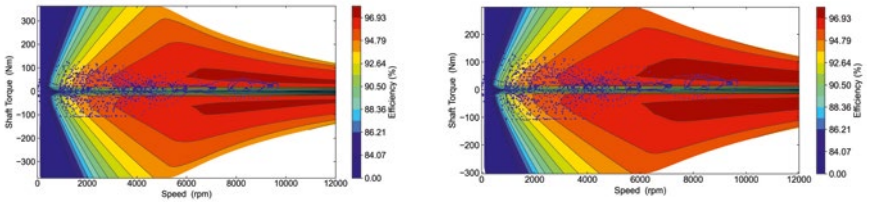


Bild 3: Wirkungsgradkennfeld einer ASM mit unveränderten (links) und reduzierten Statorzähnen (rechts).

Bilder: Cadfem Germany

SEMINAR-TIPP: AUSLEGUNG ELEKTRISCHER MASCHINEN MIT ANSYS MOTOR-CAD

Dieses Einsteiger-Seminar und eLearning vermittelt, wie Motoren und Generatoren mit einfachen Simulationsverfahren schnell und zuverlässig entworfen werden. Es umfasst die Berechnung von Kennlinien, Kennfeldern und Fahrzyklen von Motoren, die Modellierung und Simulation von multiphysikalischen Wechselwirkungen sowie die Entwicklung automatisierter Optimierungs-Workflows.

>> *cadfem.net/em-seminar*

Es ist zu sehen, dass sich der Bereich hoher Wirkungsgrade hin zu betragsmäßig höheren Drehmomenten aufweitet. Dadurch verbessert sich der Wirkungsgrad einiger in blau eingezeichneter Arbeitspunkte des WLTP. Die Tatsache, dass sich dadurch das thermische Verhalten verschlechtert, ist ein Beispiel für die vielen Wechselwirkungen in einem Motor.

Fazit: Der Weg zur fundierten Auslegung einer Asynchronmaschine unter Berücksichtigung aller Parameter führt nur über einen multiphysikalischer Simulationsansatz. « **KF**

Peter Dück ist Berechnungsingenieur bei Cadfem Germany.

we **couple** the drive.

sps
smart production solutions
Besuchen Sie uns
in Halle 1 auf dem Stand 318

Bei uns bekommen Sie die optimale Präzisionskupplung für Ihre Anwendung.

- Metallbalgkupplungen
- Schlitzkupplungen
- Elastomerkupplungen
- Gelenkkupplungen
- Kreuzschieberkupplungen

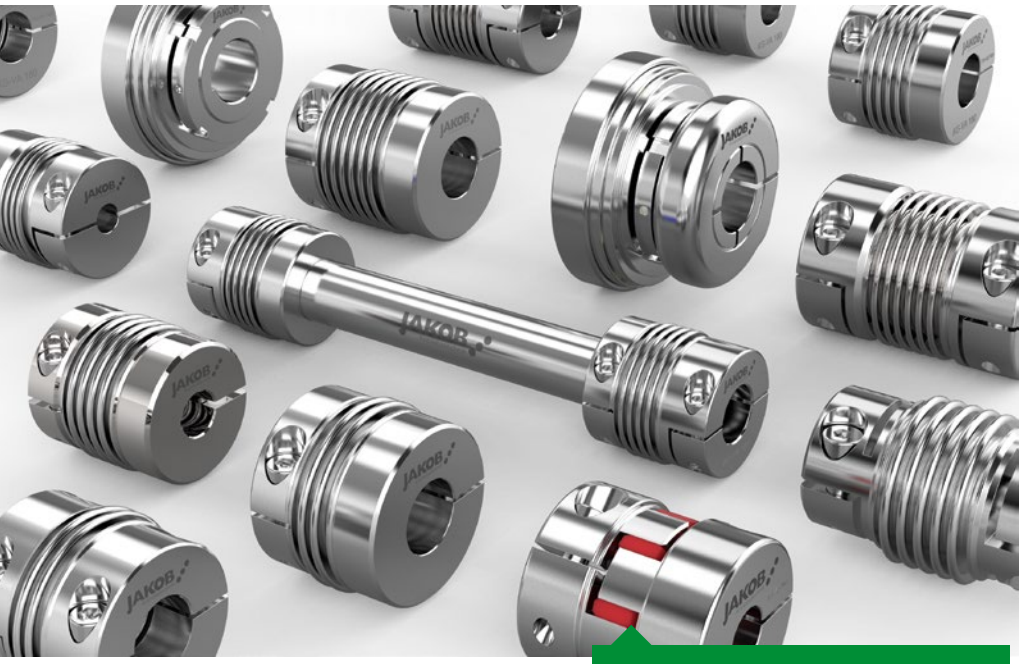
kbk-antriebstechnik.de

KBK



EDELSTAHLKUPPLUNGEN: ROBUST UND PRÄZISE

Wellenkupplungen übertragen Drehmomente sicher und präzise. Sie gleichen Fluchtungsfehler, Schwingungen sowie axiale, radiale und winkelige Wellenversätze aus. Edelstahlkupplungen: langlebig, zuverlässig und wirtschaftlich. Dank ihrer Widerstandsfähigkeit eignen sie sich besonders für anspruchsvolle Anwendungen in zahlreichen Industriebereichen, in denen Standardmaterialien an ihre Grenzen stoßen. » **VON JAN MÖLLER**



Das Portfolio der Edelstahlkupplungen umfasst Metallbalg-, Distanz-, Elastomer- und Sicherheitskupplungen.

Edelstahl wird vor allem aufgrund seiner ausgezeichneten Korrosionsbeständigkeit eingesetzt. Im Vergleich zu herkömmlichen Stahlkupplungen ist er deutlich widerstandsfähiger gegenüber Feuchtigkeit, aggressiven Reinigungsmedien, chemischen Einflüssen und starken Temperaturschwankungen. Dadurch bleiben die Kupplungen auch unter schwierigen Umgebungsbedingungen langfristig funktionsfähig und wartungsarm. Dies erhöht die Betriebssicherheit der gesamten Anlage und reduziert gleichzeitig Ausfallzeiten und Wartungskosten.

Darüber hinaus erfüllt Edelstahl hohe hygienische Anforderungen. Aus diesem Grund kommen Edelstahlkupplungen bevorzugt in der Lebensmittel-, Getränke- und Pharmaindustrie sowie in der Medizintechnik zum Einsatz. In diesen Bereichen müssen Maschinenkomponenten regelmäßig gereinigt werden und dauerhaft beständig gegenüber Reinigungs- und Desinfektionsmitteln sein. Edelstahloberflächen lassen sich besonders leicht reinigen und bieten zudem eine hohe Resistenz gegen Korrosion und Materialermüdung.

Beständig bei Korrosion und extremen Temperaturen

Neben hygienischen Anwendungen werden Edelstahlkupplungen auch in chemischen Anlagen, der Verpackungstechnik, der Automatisierungstechnik sowie im Offshore- und Marinebereich eingesetzt. Gerade in salzhaltiger Luft oder in feuchten Produktionsumgebungen stoßen viele Werkstoffe schnell an ihre Belastungsgrenzen. Edelstahl hingegen überzeugt durch seine hohe Widerstandsfähigkeit und sorgt auch unter anspruchsvollen Bedingungen für eine dauerhaft zuverlässige Drehmomentübertragung.

Ein weiterer Vorteil ist ihre hohe Lebensdauer. Durch die Kombination aus mechanischer Stabilität und Korrosionsbeständigkeit bleiben die Kupplungen auch bei dauerhafter Belastung zuverlässig im Einsatz. Dies macht sie besonders wirtschaftlich, da Wartungsintervalle verlängert und ungeplante Anlagenstillstände reduziert werden können. Die Baureihen ohne Elastomer sind zudem besonders temperaturbeständig und können sowohl in Ofenanlagen als auch in Kälteanwendungen eingesetzt werden. Während viele Standardkupplungen bei extremen Temperaturen an Leistungsfähigkeit verlieren, gewährleisten Edelstahlkupplungen auch unter thermischer Belastung eine hohe Funktionssicherheit.

Vielfältige Bauarten, montagefreundliche Lösungen

Zum Portfolio von Jakob Antriebstechnik zählen Metallbalgkupplungen, Distanzkupplungen, Elastomerkupplungen sowie Sicherheitskupplungen aus Edelstahl. Die verschiedenen Bauarten ermöglichen eine optimale Anpassung an individuelle Anforderungen hinsichtlich Drehmoment, Drehzahl, Temperaturbeständigkeit und Einbausituation. Einige dieser Kupplungen sind zudem als ATEX-zertifizierte Variante für explosionsgefährdete Bereiche erhältlich, wie etwa für chemische Anlagen, Lackieranlagen oder Umgebungen mit explosionsfähigen Gasen oder Stäuben.

Besonders hervorzuheben ist, dass sowohl die Metallbalgkupplung KGH-VA als auch die WD-VA-Reihe in einer montagefreundlichen Halbschalennabenausführung gefertigt

MIT IHREN VIELSEITIGEN EIGENSCHAFTEN BIETEN EDELSTAHLKUPPLUNGEN EINE IDEALE KOMBINATION AUS PRÄZISION, ROBUSTHEIT, HYGIENE UND LANGLEBIGKEIT.

werden. Diese Konstruktion ermöglicht eine einfache Montage und Demontage selbst unter beengten Platzverhältnissen. Die festen Nabenhälften werden auf die Welle aufgelegt und anschließend mit den losen Halbschalenstücken verschraubt. Gerade bei feststehenden Wellenzapfen bietet diese Bauweise erhebliche Vorteile, da die zeitaufwendige Demontage von Antriebs- oder Abtriebseinheiten entfällt. Dadurch reduzieren sich Montagezeiten und Wartungsaufwand deutlich. Gleichzeitig sorgen die hochwertigen Materialien für eine hohe Laufruhe und eine präzise, spielfreie Drehmomentübertragung.

Metallbalgkupplungen für unterschiedliche Anforderungen

Im technischen Detail bietet das Sortiment maßgeschneiderte Lösungen für jede Anforderung: Die Baureihe KG-VA kann bei Temperaturen bis 350 °C eingesetzt werden und ist für Wellendurchmesser von 10 bis 90 mm sowie Drehmomente von 30 bis 1.000 Nm ausgelegt. Die KGH-VA-Reihe arbeitet verschleiß- und wartungsfrei, ist ebenfalls bis 350 °C einsetzbar und deckt Wellendurchmesser von 7 bis 85 mm sowie Drehmomente von 10 bis 1.200 Nm ab. Sie ist zudem in variabler Baulänge mit zwei oder vierwelligem Balg erhältlich. Die MKG-VA ist eine kompakte Miniaturmetallbalgkupplung mit Klemmnabe. Sie ist ebenfalls mit zwei- oder vierwelligem Balg erhältlich, kann Drehmomente bis 15 Nm übertragen und ist bis 350 °C temperaturbeständig. Aufgrund ihrer kompakten Bauweise eignet sie sich besonders für präzise Anwendungen mit begrenztem Bauraum.

Dämpfung, Distanz und zuverlässiger Überlastschutz

Neu im Sortiment ist die Elastomerkupplung EKM-VA, die Drehmomente bis 500 Nm übertragen kann und bis zu Temperaturen von 90 °C einsetzbar ist. Sie verfügt über eine montagefreundliche Klemmnabe und eignet sich besonders für Anwendungen, bei denen Schwingungsdämpfung und Ausgleich von Lastspitzen gefordert sind. Die Distanzkupplung WD-VA ist in variablen Längen bis zu drei Metern erhältlich und gewährleistet eine spielfreie Drehmomentübertragung. Sie ist bis 350 °C einsetzbar und eignet sich für Wellendurchmesser von 7 bis 85 mm bei Drehmomenten von 10 bis 1.200 Nm. Die Sicherheitskupplungen der Baureihen SKVA-N und SKVA-K sind für indirekte Antriebe ausgelegt, während die Baureihen SKVA-EK und SKVA-KG speziell für direkte Antriebe entwickelt wurden. Die Überlastbegrenzer überzeugen durch hohe Korrosionsbeständigkeit, Wartungsfreundlichkeit und ihre zuverlässige Schutzfunktion in der Lebensmittelindustrie und Medizintechnik.



Die Sicherheitskupplungen der Baureihen SKVA-N und SKVA-K sind für indirekte Antriebe ausgelegt, die Baureihen SKVA-EK und SKVA-KG für direkte Antriebe.
Bilder: Jakob Antriebstechnik/Jan Möller



Die Metallbalgkupplung KGH-VA wird in der besonders montagefreundlichen Halbschalennabenausführung gefertigt.

Individuell ausgelegt für zuverlässige Antriebslösungen

Edelstahlkupplungen verbinden Präzision, Korrosionsbeständigkeit und lange Lebensdauer. Sie kommen in unterschiedlichen Branchen zum Einsatz. Jakob Antriebstechnik legt Kupplungen passend zu Drehmoment, Temperatur und Einbausituation aus und fertigt auch Sonderlösungen. Vertrieb und Konstruktion begleiten Projekte von der Klärung bis zur Umsetzung; Beratung ist telefonisch oder persönlich möglich. « TB

Jan Möller arbeitet im Marketing bei Jakob Antriebstechnik.



Lenze

MOVE STRONGER.

Einfacher integriert. Besser bewegt.

Die Beste Achse verbindet optimal abgestimmte Komponenten mit Software und Engineering. So wird aus komplexer Antriebstechnik eine Bewegungslösung, die sich einfacher auslegen und in die Maschine integrieren lässt.

Erleben Sie die Beste Achse live auf der SPS 2026. Halle 7, Stand 391.

Mehr unter:
lenze.com

KBK-KUPPLUNGEN FÜR AGRAR- UND GESUNDHEITSROBOTIK

Wegen des Fachkräftemangels schreitet die Automatisierung besonders in Branchen voran, die bisher eher von Handarbeit geprägt waren. Gleichzeitig fehlt vielen jungen Ingenieuren die Erfahrung in der Konstruktion von Automatisierunglösungen für diese Einsatzbereiche. Eines der Probleme ist fehlendes Wissen über die verschiedenen Kupplungstypen: Welche Ausführung hat welche Eigenschaften? » **VON HOLGER SEIDEL**



Für den Einsatz in Fütterungsrobotern in der Landwirtschaft eignen sich besonders Gelenkkupplungen der Serie KBGK.
Bild: © Countrypixel/stock.adobe.com

Der demographische Wandel wirkt sich zunehmend auf Wirtschaft und Gesellschaft aus und hat in vielen Berufen bereits zu einem Fachkräftemangel geführt. Besonders viele Arbeitskräfte fehlen im Gesundheitswesen, aber auch die Landwirtschaft findet immer schwerer geeignetes Personal. In beiden Branchen werden deshalb immer mehr Tätigkeiten automatisiert, wie etwa durch Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTS), autonom fahrende Traktoren oder Ernte-Roboter.

„Die rasante Entwicklung Künstlicher Intelligenz macht das möglich", erzählt Dipl.-Ing. (FH) Sven Karpstein, Geschäftsführer der KBK Antriebstechnik GmbH. Sein Unternehmen beliefert nicht nur Maschinen- und Anlagenbauer, sondern auch Hersteller von Automatisierungslösungen mit Industriekupplungen.

Hohes Drehmoment auf engen Raum

Spielfreie Kupplungen machen einen großen Teil des Sortiments von KBK aus: Zu der Gruppe zählen neben Metallbalg- auch Schlitz- und Klauenkupplungen. Metallbalgkupplungen von KBK bieten Drehmomente von 0,05 bis 5.000 Nm und sind auch in einer steckbaren, einer kompakten und einer längenverstellbaren Version lieferbar. Die längenverstellbaren und kompakten Varianten eignen sich besonders für den Einsatz in Anwendungen mit engen Bauräumen – wie zum Beispiel in autonomen Transportfahrzeugen für Krankenhäuser oder Pflegerobotern.

Seit Sommer 2024 hat KBK darüber hinaus die Metallbalgkupplung KB4HCK im Programm: Eine Kombination aus den bei den Kunden beliebten Kupplungen KB4HC und KB4K. Bei der KB4HC handelt es sich um die kompakteste, montagefreundlichste Halbschalenkupplung am Markt, bei der

WEGEN DES FACHKRÄFTEMANGELS SCHREITET DIE AUTOMATISIERUNG BESONDERS IN BRANCHEN VORAN, DIE BISHER EHER VON HANDARBEIT GEPRÄGT WAREN.



Gelenkkupplungen von KBK sind so spielarm, dass sie auch in Positionieranwendungen eingesetzt werden können.
Bild: KBK Antriebstechnik



Kreuzschieberkupplungen sorgen unter anderem für eine präzise Ausrichtung der Gelenke von OP-Robotern: Kreuzschieberkupplungen. Bild: KBK Antriebstechnik

KB4K um eine drehmomentstarke, sehr kurz bauende Variante. Die KB4HCK verfügt daher über eine hohe Drehmomentkapazität und ist zugleich leicht und kompakt. Mit diesen Eigenschaften eignet sich die Kupplung sehr gut für den Einsatz an hochdynamischen Servomotoren.

Lösung für hygienekritische Anwendungen

Schlitzkupplungen von KBK bauen aufgrund ihrer speziellen Geometrie ebenfalls sehr kompakt und übertragen auf engstem Raum Drehmomente zwischen drei und 240 Nm. Da dieser Kupplungstyp in einem Stück gefertigt wird, ist er zudem unempfindlich gegenüber äußeren Einflüssen wie Hitze oder Reinigungsmitteln. Die Schlitzkupplungen können daher problemlos auch in hygienekritischen Anwendungen - so auch in der Medizintechnik verbaut werden.

KBK bietet seine Schlitzkupplungen in einer Ausführung mit Klemmnaben und in einer Variante mit Halbschalen an. Die Kupplungen mit Klemmnaben werden axial auf die Welle gesteckt, sind für Drehzahlen von 3.500 bis 10.000 min-1 ausgelegt und können mit Außendurchmessern von 16 bis 80 mm geliefert werden. Dieser Schlitzkupplungstyp überträgt das Drehmoment mit hoher Präzision und kann selbst in Applikationen mit komplizierter Einbausituation leicht montiert werden.

Noch flexibler sind Konstrukteure mit den Schlitzkupplungen in Halbschalen-Bauweise: Sie ermöglichen es, die Wellen vor der Installation optimal zueinander auszurichten und dadurch Fluchtungsfehler zu verhindern. Im Wartungsfall lassen sich diese Kupplungen zudem schnell austauschen, da sie radial auf der Welle befestigt werden. Die Schlitzkupplungen in Halbschalen-Ausführung gibt es mit Außendurchmessern von 25 bis 80 mm und für Drehzahlbereiche von 3.500 bis 6.000 min^{-1}.

Flexibel anpassbar: Elastomerkupplungen

In einem besonders breiten Anwendungsbereich sind die Elastomerkupplungen von KBK einsetzbar: Dieser Kupplungstyp deckt Drehmomentbereiche von 0,5 Nm bis 825 Nm ab und eignet sich für den Einsatz an Antrieben mit Drehzahlen von 3.000 min^{-1} bis 47.500 min^{-1}. Die Elastomerkupplungen

SCHLITZKUPPLUNGEN IN HALBSCHALEN-BAUWEISE ERMÖGLICHEN ES, DIE WELLEN VOR DER INSTALLATION OPTIMAL ZUEINANDER AUSZURICHTEN UND DADURCH FLUCHTUNGSFEHLER ZU VERHINDERN.

werden mit Zahnkränzen aus Polyurethan ausgestattet, die in unterschiedlichen Shorehärten erhältlich sind (64 ShD bis 98 ShA). Mit ihrer Hilfe können die Kupplungseigenschaften modifiziert und an wechselnde Anforderungen angepasst werden. KBK bietet zudem auch Elastomerkupplungen in einer Kompaktvariante an – sie ist 20 Prozent kürzer als vergleichbare Kupplungen.

Ideale Lösung für Linearantriebe

Wenn es um den Ausgleich von radialem Wellenversatz geht, sind dagegen Kreuzschieberkupplungen oder Gelenkkupplungen die beste Lösung. KBK hat drei verschiedene Gelenkkupplungen im Programm: Die Kupplungen der Baureihe KBGK verfügen über einen axial steifen Aufbau und gleichen sehr hohen Radial- und Winkelversatz aus (±2,5 mm/6°). Ein weiteres Merkmal dieses Kupplungstyps ist die Fähigkeit, Axialkräfte von bis zu 13.000 N aufzunehmen.

Gelenkkupplungen der Serie KBGK eignen sich für alle Anwendungen, in denen Linearantriebe verbaut sind – beispielsweise in Fütterungsrobotern in der Landwirtschaft oder an Fahrerlosen Transportfahrzeugen in der Intralogistik größerer Krankenhäuser. Neben der KBGK fertigt KBK die Modelle GK-T und GK-TH, die Drehmomente bis 580 Nm übertragen. Die Baureihe KBGK-TH besitzt geteilte Klemmnaben, sodass die zu verbindenden Antriebe und Aggregate bei der Montage nicht mehr gelöst werden müssen.

Hohe Positioniergenauigkeit für sichere Operationen

Für den unteren Drehmomentbereich zwischen 0,9 und 20 Nm wurden die Kreuzschieberkupplungen von KBK konzipiert. Die drehstarren Kupplungen sind für Wellendurchmesser von 2 bis 50 mm lieferbar. Kreuzschieberkupplungen können einen Versatz von bis zu 3,2 mm ausgleichen und erzielen deshalb eine hohe Positioniergenauigkeit. Diese Eigenschaft prädestiniert die Kupplungen für den Einsatz an kleinen Servomotoren und Schrittmotoren, die auch die Gelenke von OP-Robotern antreiben. In diesen Anwendungen ist Präzision überlebenswichtig. « **TB**

Holger Seidel arbeitet im Vertrieb bei KBK Antriebstechnik.

KUGELDREHVERBINDUNGEN IN PEINER-SCHWENKWERKEN

Sie sorgen für Bewegung im Frachtumschlag: Kugeldrehverbindungen (KDV) in Schwenkwerken von Mobilkranen. In den Schwenkwerken von Peiner sorgen spezielle Kugeldrehverbindungen von Rodriguez für das reibungslose Bewegen von Gütern, beispielsweise im Hafen. Selbst unter Heavy-Duty-Bedingungen übertragen sie sicher und spielfrei Kräfte, senken den Instandhaltungsaufwand und überzeugen durch eine hohe dynamische Lebensdauer. » **VON NICOLE DAHLEN**

Peiner SMAG Lifting Technologies aus Salzgitter zählt zu den weltweit führenden Herstellern von Greifern für das Be- und Entladen von Massengutfrachtern und steht seit über 70 Jahren für robuste, ausgereifte und zuverlässige Technik. Das Unternehmen entwickelt individuelle Lösungen für nahezu jede Umschlagaufgabe, von mechanischen Vierseilgreifern bis zu funkferngesteuerten Modellen, und verfügt über ein internationales Produktions- und Servicenetz. Mit rund 5.000 Varianten bietet Peiner für jede Anwendung den passenden Greifer. Ergänzend sorgen die Schwenkwerke des Unternehmens für präzises Drehen und Positionieren von Lasten und gehören heute zur Grundausstattung moderner Hafenkrane.

Der richtige Dreh dank Rodriguez

Eine der mechanischen Hauptkomponenten eines Schwenkwerks ist die Drehverbindung. Sie sorgt dafür, dass zwei Baugruppen auch unter sehr hohen Axial- und Radiallasten sowie Kippmomenten noch präzise gegeneinander gedreht oder geschwenkt werden können. In den Peiner-Schwenkwerken werden spezielle Kugeldrehverbindungen von Rodriguez eingesetzt, damit hohe Lasten auch bei langer Betriebsdauer am Kranhaken kontrolliert gedreht und präzise positioniert werden können.



Im Containerumschlag sind vor allem die Tragfähigkeit und eine lange Lebensdauer der Greifer und Schwenkwerke entscheidend, denn im rauen Hafenbetrieb werden die Lastgrenzen oft ausgereizt.
Bild: © Cozirlak/stock.adobe.com

Besondere Anforderungen an Tragfähigkeit und Stabilität

Hohe Tragfähigkeiten von bis zu 308 Tonnen, dabei ein äußerst begrenzter Bauraum – die eingesetzte Drehverbindung muss unter anspruchsvollen Bedingungen performen. Hier bewähren sich robuste Vierpunktlager mit zwei getrennten Kugelreihen. Sie tragen sehr hohe Lasten, brauchen dabei vergleichsweise wenig Platz und sind kostengünstig in der Fertigung. Zweireihige Vierpunktlager nehmen sowohl Axiallasten in beide Richtungen als auch Radiallasten sicher auf – ideal, weil der Drehkranz das Gesamtgewicht trägt. Gegenüber einreihigen Lagern haben sie zudem den Vorteil einer deutlich höheren Momenttragfähigkeit und Kippsteifigkeit. Bei Kippmomenten übernimmt die obere Reihe Zug sowie Druck und die untere Reihe die Gegenkräfte, woraus sich eine hohe Bidirektionalität ergibt. Martin Stremmel, Produktmanager bei Rodriguez, erläutert die Vorteile für den Anwender: „Zweireihige Vierpunktlager sind im dynamischen Schwenkbetrieb äußerst zuverlässig. Sie verkraften häufiges Anfahren und Abbremsen ebenso wie wechselnde Lasten. Im Vergleich zu Kreuzrollenlagern reagieren sie insgesamt unempfindlicher, sind stoßtoleranter und zudem unkompliziert in der Montage."

Passend ausgelegt für Schwerstarbeit

Für den Einsatz bei Peiner passten die Experten von Rodriguez eine zweireihige, außenverzahnte Kugeldrehverbindung, die trotz ihrer kompakten Abmessungen mit den sehr hohen Lastanforderungen zurechtkommt, an die kundenspezifischen Gegebenheiten an. „Hier sind vor allem die Tragfähigkeit und eine lange Lebensdauer entscheidend, denn unsere Schwenkwerke sind einem rauen Hafenbetrieb ausgesetzt, bei dem die Lastgrenzen, aber auch Wartungsperioden oft ausgereizt werden", so Tobias Biel, Technischer Einkäufer bei Peiner. Insbesondere die Laufbahnen, Schrauben und Verzahnung wurden für diese spezielle Anwendung passend ausgelegt.

HOHE TRAGFÄHIGKEITEN VON BIS ZU 308 TONNEN, DABEI EIN ÄUSSERST BEGRENZTER BAURAUM – DIE EINGESETZTE DREHVERBINDUNG MUSS UNTER ANSPRUCHSVOLLEN BEDINGUNGEN PERFORMEN.

Die richtige Kugeldrehverbindung am richtigen Platz

In den Kugeldrehverbindungen von Rodriguez zeigt sich die jahrzehntelange Erfahrung seiner Ingenieure in der praktischen Konstruktion hochpräziser Wälzlager. Diese sind vergleichsweise einfach zu montieren und besonders für hochpräzise Anwendungen geeignet, zum Beispiel im Sondermaschinenbau oder in der Luftfahrtindustrie.

Kugeldrehverbindungen von Rodriguez zeichnen sich nicht nur durch ihre hohe Leistungsfähigkeit aus, sondern auch durch ihre besonderen Maße: Die Eschweiler Antriebsexperten liefern eine große Bandbreite mit Innendurchmessern von 30 mm bis zu einem Außendurchmesser von über 6.000 mm. Extrem kleine oder besonders große Kugel- und Rollendrehverbindungen werden speziell



Drehverbindungen werden in Greifern und Schwenkwerken eingesetzt, um Baugruppen auch unter sehr hohen Lasten reibungslos gegeneinander drehen oder schwenken zu können.
Bild: © Irene/stock.adobe.com

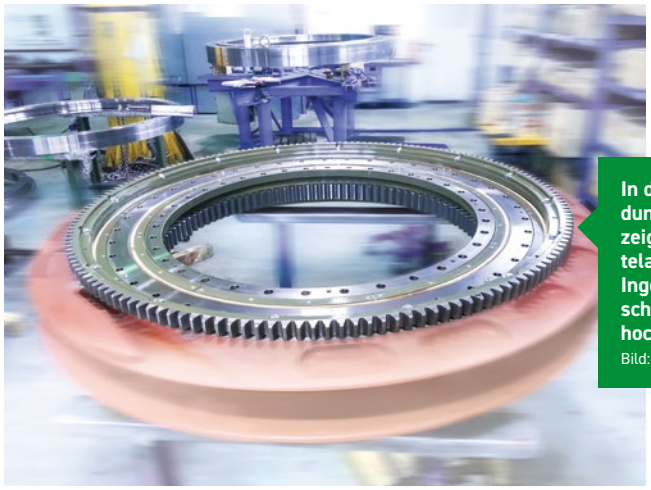
nach Kundenwunsch produziert. So kann gewährleistet werden, dass Anwender jeweils die optimale Lösung für die jeweilige Anwendung erhalten. „Unsere Kernkompetenz sind Lösungen jenseits des Standards. Wir entwickeln individuelle Antriebskomponenten und fertigen auch selbst. Der Eigenfertigungsanteil beträgt inzwischen über 50 Prozent und soll noch weiter ausgebaut werden," so Produktmanager Stremmel.

Zum Portfolio zählen einreihige, zweireihige und dreireihige Kugel- und Rollendrehverbindungen sowie Kreuzrollenlager. Die Kugeldrehverbindungen sind speziell für axiale, radiale sowie kombinierte axiale und radiale Belastungen konzipiert. Sie sind in verschiedenen Wälzkörperkonfigurationen mit Innen- oder Außenverzahnung oder auch unverzahnt lieferbar. Korrosionsgeschützte Lager oder kundenspezifische Sonderausführungen nach Maß liefert Rodriguez jederzeit kurzfristig.

Bewährte Verbindung

Seit vielen Jahren setzt der Schwenkwerk-Hersteller Peiner auf Drehverbindungen von Rodriguez – als Standardkomponenten ebenso wie regelmäßig auch in speziellen Ausführungen für anspruchsvolle Einsätze. „Wir schätzen insbesondere die Lieferperformance und konstruktive Unterstützung. Dank der hervorragenden Lagerhaltung und Logistik von Rodriguez werden wir jederzeit zuverlässig beliefert," berichtet Tobias Biel. Der Mehrwert dieser langjährigen Partnerschaft zeigt sich besonders dann, wenn Sonderschwenkwerk-Anwendungen kurzfristig anstehen. „Es kommen immer wieder spezielle Anwendungen vor, die von Rodriguez rasch bewertet und auf Eignung geprüft werden. Falls nötig, fertigt Rodriguez weitere Sonder-Kugeldrehverbindungen, passend für unsere jeweilige Anwendung", sagt Biel. Weiter betont er, dass die Kommunikation zwischen Peiner und Rodriguez vertrauensvoll und auf Augenhöhe erfolgt: „Wir sind vollkommen zufrieden mit Beratung und Service, weil wir einen Partner an der Seite haben, auf den wir uns verlassen können." « TB

Nicole Dahlen ist Geschäftsführerin von Rodriguez.

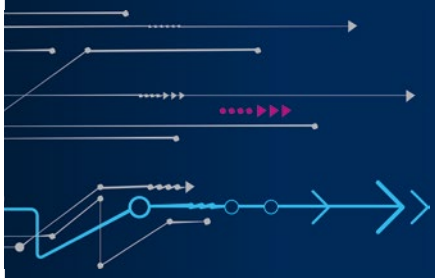


In den Kugeldrehverbindungen von Rodriguez zeigt sich die jahrzehntelange Erfahrung seiner Ingenieure in der praktischen Konstruktion hochpräziser Wälzlager.
Bild: Rodriguez

SPN SCHWABEN PRAEZISION
www.spn-drive.de

Neue Aktuator-generation
Extreme Torque-Density

sps
Halle 4, Stand 390
24. - 26.11.2026





Fritz-Hopf-Straße 1
86720 Nördlingen
Telefon: +49 9081 214-0

SHORTGETRIEBE: MEHR LEISTUNG AUF GLEICHEM BAURAUM

120 Prozent Drehmoment und 140 Prozent Lebensdauer bei gleicher Baugröße: Die neuen Shortgetriebe von Nabtesco liefern einen Leistungssprung und setzen die neue Benchmark für Wellgetriebe in kurzer Bauform. Anwender profitieren von höherer Verfügbarkeit, mehr Effizienz und Produktivität, kompakteren Konstruktionen sowie Material- und Kosteneinsparungen. Best-in-Class bei extrem begrenztem axialem Bauraum. » **VON JENNIFER HAGMEYER**

Anwendungen wie Exoskelette, humanoide Roboter und Cobots stellen höchste Anforderungen an die Drehmomentdichte, während der verfügbare Bauraum – insbesondere in axialer Richtung – stark begrenzt ist. Wellgetriebe in kurzer Bauform sind hier oft die erste Wahl. Gegenüber Standardbauformen sind sie rund 35 Prozent kürzer und damit eine ideale Lösung für kompakte Achsen und Gelenke. Die Kurzbauweise ist jedoch mit Limitierungen verbunden, da Drehmomentkapazität und Lebensdauer reduziert sind. Mit der neuen Shortgetriebe-Technologie sprengt Nabtesco bisherige Grenzen und eröffnet der Robotik und Automation völlig neue Spielräume in Bezug auf Kompaktheit, Effizienz, Verfügbarkeit und Produktivität.

Mehr Leistung bei gleicher Baugröße

Die Shortgetriebe sind eine konsequente Neuentwicklung auf Basis des innovativen Nabtesco Wellgetriebe-Konzepts. Sie zeichnen sich durch absolute Spielfreiheit, hervorragende Wiederholgenauigkeit, einen gleichmäßigen Lauf sowie Wartungsfreiheit über die gesamte Lebensdauer aus und bieten im Vergleich zu konventionellen Kurzbauformen eine wesentlich höhere Leistungsfähigkeit: 120 Prozent Drehmoment und 140 Prozent Lebensdauer (10.000 h statt Marktstandard 7.000 h) bei gleicher Baugröße. Das ist ein signifikantes Leistungsplus.

Konstruktion für minimale axiale Einbaulänge

Die Entwicklung der Shortgetriebe baut auf Nabtescos Erfahrung mit Wellgetrieben auf. Die spielfreien Antriebslösungen sind auf Anforderungen wie hohe Drehmomentdichte, Präzision, Lebensdauer und anwendungsspezifische Anpassbarkeit ausgelegt. Einsatzbereiche sind Robotik und Automation.

„Die Robotikbranche steht unter wachsendem Performance- und Effizienzdruck und verlangt nach kontinuierlicher Optimierung. Kompakter, leistungsfähiger, wirtschaftlicher – das ist die Richtung. Entsprechend war unser Konstruktionsziel maximale Performance bei minimaler axialer Einbaulänge", so Alexander Wolf, Leiter Engineering im Limburger Werk (Ovalo GmbH, Teil der Nabtesco Gruppe), und ergänzt: „Innovationen entstehen, wenn man etablierte Denkmuster hinterfragt und neue technische Ansätze zulässt. Wir haben deshalb nicht einfach ein bestehendes Wellgetriebe verkürzt, sondern sind technologisch einen Schritt weitergegangen und haben die zentralen Komponenten – Well-Generator, Flexspline und Hohlrad (Circular Spline) – grundlegend überarbeitet." Entscheidend für den Performancegewinn sind unter anderem eine neu ausgelegte Verzahnung, gezielte Detailoptimierungen der Bauteilgeometrien und weiterentwickelte Materialeigenschaften.

DIE NEUEN SHORTGETRIEBE SPIELEN IHRE STÄRKEN ÜBERALL DORT AUS, WO JEDER MILLIMETER AXIALER BAURAUM ZÄHLT UND ZUGLEICH HOHE LEISTUNGSDICHTE GEFORDERT IST.

Übrigens: Das höhere Nenndrehmoment wirkt sich auch positiv auf das wiederholbare Spitzenmoment, das Beschleunigungsmoment sowie die Grenzmomente für Not-Aus, Ratcheting, Buckling und Kollision aus und erhöht diese um rund 20 Prozent. Das ist ein wichtiges Plus an Überlastreserve und Dynamik und stärkt Betriebssicherheit sowie Verfügbarkeit.

Einsatzbereiche von Exoskeletten bis Werkzeugmaschinen

Die neuen Shortgetriebe spielen ihre Stärken überall dort aus, wo jeder Millimeter axialer Bauraum zählt und zugleich hohe Leistungsdichte gefordert ist. Zu den Kernanwendungen gehören Wearables wie Exoskelette sowie kompakte Robotergelenke für humanoide Roboter und Cobots, insbesondere in den Endachsen. Wichtige Einsatzbereiche



Die Wellgetriebe-Innovation eröffnet der Robotik und Automation neue Perspektiven in Bezug auf Performance, Effizienz und Kompaktheit.
Bild: Nabtesco Precision Europe,
© MH/stock.adobe.com,
© apopium/stock.adobe.com



Die neuen Shortgetriebe von Nabtesco liefern 120 Prozent Drehmoment und 140 Prozent Lebensdauer bei gleicher Baugröße. Bild: Nabtesco Precision Europe, © MH/stock.adobe.com

sind außerdem medizintechnische Systeme wie OP-Roboter, Dentalfräsmaschinen und Detektor- bzw. Optikverstellungen in bildgebenden Systemen. Auch Industrieroboter, Positionier- und Drehachsen, Werkzeugmaschinen sowie die Uhrenfertigung profitieren von den kompakten Wellgetrieben.

„Der zentrale Vorteil ist die höhere Leistungsdichte", fasst Alexander Wolf zusammen. „Verglichen mit herkömmlichen Wellgetrieben in kurzer Bauform liefern unsere Shortgetriebe mehr Drehmoment bei gleichem Bauraum bzw. denselben Output bei kleinerer Baugröße. Das erweitert die Möglichkeiten in der Konstruktion – von einer kleineren Baugröße über leichtere, filigranere Anschlusskonstruktionen bis hin zu Material- und Kosteneinsparungen. Zudem erhöht die längere Lebensdauer die Maschinenverfügbarkeit durch weniger Stillstand und Wartung. In Summe steigert das die Produktivität."

ANWENDUNGEN WIE EXOSKELETTE, HUMANOIDE ROBOTER UND COBOTS STELLEN HÖCHSTE ANFORDERUNGEN AN DIE DREHMOMENTDICHTE, WÄHREND DER VERFÜGBARE BAURAUM – INSBESONDERE IN AXIALER RICHTUNG – STARK BEGRENZT IST.

Drehmomentspektrum von 4,5 bis 115 Nm

Die Shortgetriebe decken ein Drehmomentspektrum von 4,5 bis 115 Nm ab und sind als Hutgetriebe (Hat type gear, HTG) und Topfgetriebe (Cup type gear, CTG) realisierbar. Sie verfügen über eine Hohlwelle und bieten ausreichend Platz, Versorgungsleitungen, Kabel und Schläuche durch das Innere des Getriebes zu führen. Das erlaubt eine platzsparende Medienführung. Die Wellgetriebe können zusätzlich individuell ausgelegt und Performance, Geometrie, Material sowie Schnittstellen exakt auf die jeweilige Applikation abgestimmt werden, bei Bedarf inkl. Funktions-, Bauteil- und Systemintegration. So muss der Kunde keine Kompromisse bei der Konstruktion der Maschine oder des Roboters eingehen. Das Motto: Nicht die Applikation muss an das Getriebe angepasst werden, sondern das Getriebe an die Anforderungen.

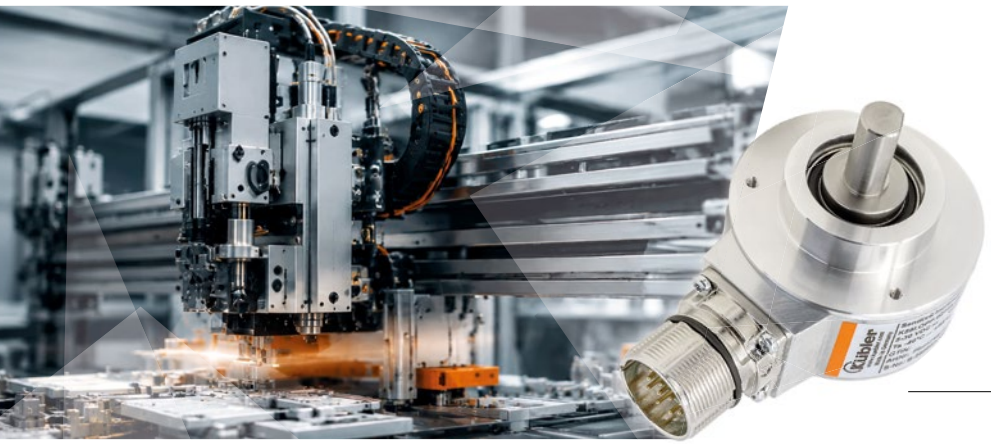
Fertigung und Prüfung nach Automotive-Standard

Die Fertigung erfolgt am Standort Ovalo GmbH Limburg (Lahn) nach Automotive-Standard (IATF-Zertifizierung 16949) auf modernen Fertigungsanlagen inklusive aktueller Prüf- und Messtechnik und patentierter Fertigungsverfahren. Sie zeichnet sich durch einen hohen Automatisierungsgrad, größtmögliche Flexibilität sowie einen hohen Sauberkeitsstandard aus und garantiert große Volumina, kurze Entwicklungszyklen, vollständige Rückverfolgbarkeit (Traceability) sowie ein hohes Maß an Wirtschaftlichkeit – von One-Piece-Flow bis Großserie. Lean-Management-Methoden und ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess stellen dabei höchste Qualität und Effizienz sicher. Vor der Auslieferung findet eine 100 Prozent Kontrolle statt: Jedes einzelne Getriebe wird auf Herz und Nieren getestet. « **TB**

Jennifer Hagmeyer ist Team Lead Marketing bei Nabtesco Precision Europe.



Wellgetriebe in kurzer Bauform sind die Basis kompakter, leistungsstarker Antriebslösungen für die Gelenke von humanoiden Robotern. Bild: Nabtesco Precision Europe, © DIgilife/stock.adobe.com



Kübler

NEUE GENERATION
SENDIX DREHGEBER

Flexibel. Leistungsstark. Zukunftssicher.
Programmierbarkeit für maximale Performance
und einfache Anpassung an Ihre Anwendung.
Langlebig dank Safety-Lock™-Technologie.

kuebler.com

NEUGART UND DER WEG ZUR PASSENDEN ANTRIEBSLÖSUNG

Wer einen Antriebsstrang auslegt, sucht nicht einfach nur nach einem Getriebe. Motor, Getriebe, Lastfall und Bewegungsprofil müssen zusammenpassen. Gleichzeitig spielen Faktoren wie Drehmoment, Verdrehspiel, Steifigkeit, Bauraum und Wirtschaftlichkeit eine Rolle. Die eigentliche Herausforderung liegt deshalb häufig darin, aus einer Vielzahl möglicher Komponenten die für die konkrete Anwendung passende Kombination zu bestimmen. » **VON CLEMENS MAURER**



Das modulare Portfolio von Neugart umfasst Planeten- und Winkelgetriebe für unterschiedliche Anwendungen.

Für Getriebehersteller bedeutet das: Die Qualität des Produkts allein reicht nicht aus. Ebenso wichtig wird die Frage, wie Anwender bei Auswahl und Auslegung unterstützt werden. Neugart verfolgt hier einen Ansatz, bei dem Getriebetechnik, Engineering und digitale Werkzeuge ineinandergreifen.

Getriebetechnik für vielfältige Anwendungen aus Kippenheim

Der Unternehmensclaim „We Shape Motion“ beschreibt damit nicht nur die Bewegung in der späteren Anwendung, sondern den Weg dorthin. Die Basis bildet ein über Jahrzehnte gewachsenes Produktportfolio. Neugart wurde 1928 gegründet und wird heute in vierter Generation als Familienunternehmen geführt. Weltweit beschäftigt der Getriebehersteller mehr als 840 Mitarbeiter, davon über 700 am Stammsitz im südbadischen Kippenheim. Entwickelt und produziert werden dort Planetengetriebe sowie kundenspezifische Sondergetriebe für zahlreiche industrielle Anwendungen.

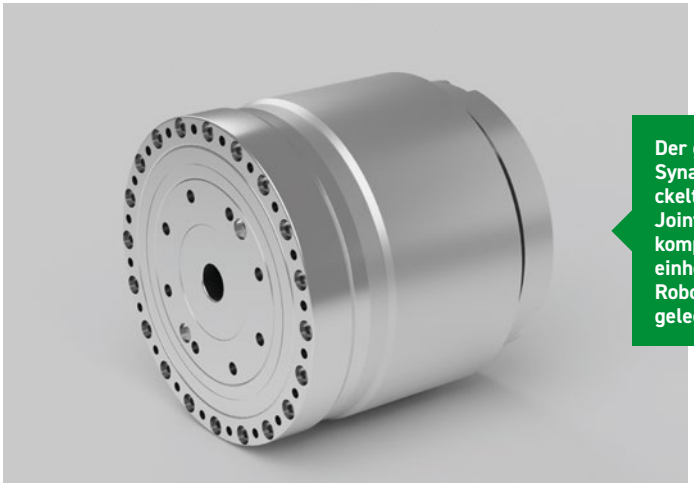
WIE STARK SICH DIE ANFORDERUNGEN AN MODERNE ANTRIEBSTECHNIK VERÄNDERN, ZEIGT SICH BESONDERS IN DER HUMANOIDEN ROBOTIK.

Das Einsatzspektrum reicht von Automation und Robotik über Verpackungs- und Werkzeugmaschinen bis hin zu Lebensmittelindustrie, Medizintechnik, Pharmazie und Intralogistik. Entsprechend unterschiedlich fallen die Anforderungen aus. Während es bei Werkzeugmaschinen beispielsweise auf hohe Steifigkeit, Drehmomente und geringes Verdrehspiel ankommt, stehen bei Anwendungen in der Lebensmittelindustrie Hygiene und Reinigbarkeit stärker im Vordergrund.

Diese Bandbreite spiegelt sich im Produktportfolio wider. Ein modulares Baukastensystem ermöglicht es, aus verschiedenen Komponenten eine passende Getriebelösung zusammenzustellen. Das Spektrum reicht von wirtschaftlichen Planeten- und Winkelgetrieben der Economy-Line über hochpräzise Getriebe bis zu applikations- und kundenspezifischen Lösungen. Für lineare Antriebe gehören zudem Ritzel und Zahnstangen sowie abgestimmte Getriebe-Ritzel-Zahnstangen-Kombinationen zum Portfolio.

Präzision hängt von der Anwendung ab

Was unter einer präzisen Antriebslösung zu verstehen ist, entscheidet sich letztlich an



Der gemeinsam mit Synapticon entwickelte High-Density-Joint-Actuator ist als kompakte Antriebseinheit für humanoide Robotergelenke ausgelegt. Bilder: Neugart



Das Neugart Calculation Program NCP 5.0 unterstützt bei der Auslegung von Antriebssträngen und der Analyse von Bewegungszyklen.

der jeweiligen Maschine. Ein möglichst geringes Verdrehspiel kann ebenso ausschlaggebend sein wie hohe Steifigkeit, Belastbarkeit, Drehmoment oder eine bestimmte Bauform.

Dort, wo Standardgetriebe an ihre Grenzen kommen, setzt Neugart auf applikationsspezifische Lösungen. Ein Beispiel ist die NDF-Serie, die speziell für den Einsatz in Delta-Robotern entwickelt wurde und auf deren hohe Anforderungen an Dynamik und Präzision ausgelegt ist. Für Anforderungen, die sich auch damit nicht abdecken lassen, entwickelt das Unternehmen kundenspezifische Sondergetriebe als Planeten-, Stirnrad- oder Kegelradgetriebe.

Doch je größer die Zahl der möglichen Varianten wird, desto anspruchsvoller wird auch die Auswahl. Welches Getriebe passt zu welchem Motor? Welche Übersetzung ist sinnvoll? Und hält die gewählte Kombination den Belastungen des tatsächlichen Bewegungszyklus stand? An dieser Stelle verschiebt sich der Blick vom einzelnen Produkt auf den gesamten Auslegungsprozess.

Vom Produktkatalog zur digitalen Auslegung

Unter dem Begriff „Sizing in Motion" bündelt Neugart digitale Werkzeuge, die Anwender bei diesem Prozess unterstützen. Dabei geht es nicht um ein einzelnes Tool, sondern um unterschiedliche Schritte auf dem Weg zur passenden Antriebskonfiguration.

Ein erster Zugang ist der Tec Data Finder (TDF). Über das webbasierte Werkzeug lässt sich eine passende Kombination aus Motor und Getriebe bestimmen. Statt technische Daten verschiedener Komponenten manuell miteinander abzugleichen, können Anwender die Auswahl auf geeignete Kombinationen eingrenzen.

Deutlich tiefer in die konkrete Anwendung geht das Neugart Calculation Program NCP 5.0. Hier steht nicht mehr nur die Frage im Mittelpunkt, welche Komponenten grundsätzlich zusammenpassen, sondern wie sich die gewählte Kombination unter realen Einsatzbedingungen verhält. Praxisnahe Bewegungszyklen können abgebildet, Getriebeauslastungen über Kennfelder beurteilt und der Antriebsstrang entsprechend dimensioniert werden. Damit entsteht eine digitale Kette: von der Suche nach einer geeigneten Motor-Getriebe-Kombination bis zur detaillierten Auslegung für den konkreten Bewegungsablauf. Gerade bei wiederkehrenden Auslegungsaufgaben können solche Werkzeuge Entwicklungsprozesse vereinfachen und technische Entscheidungen frühzeitig absichern.

Wenn aus Daten technischer Support wird

Digitale Unterstützung endet bei Neugart allerdings nicht mit der Berechnung. Mit Karl hat das Unternehmen einen KI-Agenten auf seiner Website integriert, der Wissen rund um Produkte und Getriebelösungen rund um die Uhr verfügbar macht. Anwender können ihn für die Informationssuche, bei der Produktauswahl und für technische Fragen nutzen.

Damit übernehmen die digitalen Angebote unterschiedliche Aufgaben: Der Tec Data Finder unterstützt bei der Vorauswahl, NCP 5.0 bei der technischen Dimensionierung und Karl beim Zugang zu Produkt- und Anwendungswissen. Die persönliche Beratung wird dadurch nicht überflüssig. Gerade bei komplexen oder kundenspezifischen Anwendungen bleibt Engineering-Erfahrung entscheidend. Vertriebs- und Entwicklungsingenieure begleiten deshalb weiterhin die Auslegung kompletter Antriebsstränge. Digitale Werkzeuge können diesen Prozess vorbereiten und beschleunigen, während individuelle Fragestellungen gemeinsam mit den technischen Ansprechpartnern geklärt werden.

So lässt sich auch der Claim „We Shape Motion" konkreter fassen. „Precision in Motion" beschreibt die technische Seite der Produkte, „Sizing in Motion" deren Auswahl und Auslegung. Hinzu kommt mit „People in Motion" die persönliche technische Begleitung. Entscheidend ist weniger der einzelne Baustein als deren Zusammenspiel. « TB

Clemens Maurer ist Head of Business Development Management bei Neugart.

heinrichs drehteile

ROBUST. KOMPAKT. SICHER.

Unsere Lösung für den anspruchsvollen Getriebebau



HN OSG | Ölschauglas

Die „heavy duty"-Lösung für anspruchsvolle Anwendungen. Doppelt abgefedertes Glas gegen Erschütterungen. Zum Gehäuse durch integrierten Formring abgedichet. Schon ab M 10x1!

heinrichs.de

LEISTUNG GANZHEITLICH GEDACHT

Moderne Maschinenkonzepte verlangen nach Antriebslösungen, die nicht nur einzelne Komponenten optimieren, sondern das Zusammenspiel des gesamten Systems verbessern. Mit der Erweiterung der Axia-Antriebsfamilie um Axia Agile bietet Bonfiglioli einen kompakten und kosteneffizienten Frequenzumrichter für allgemeine Automatisierungs- und Motion-Control-Anwendungen bis 11 kW und eine Ergänzung zur etablierten Axia Vert-Serie. » **VON FABRIZIO DI STASIO**

Steigende Anforderungen an Produktivität, schnellere Formatwechsel, höhere Flexibilität, kontinuierliche Prozessüberwachung, vorausschauende Wartung und Energieeffizienz stellen die Antriebstechnik vor neue Herausforderungen. Leistung muss daher ganzheitlich auf Systemebene betrachtet werden: Getriebe, Motor, Antrieb und Steuerung wirken als Gesamtsystem zusammen und bestimmen gemeinsam die Leistungsfähigkeit der Maschine.

Um die Entwicklung der Systeme zu unterstützen, erweitert Bonfiglioli die Axia-Antriebsfamilie mit der Einführung der neuen Baureihe Axia Agile. Zusammen mit der bereits etablierten Axia Vert-Serie vervollständigt Axia Agile das Portfolio und bildet die ideale Lösung für einen breiten Einsatz in der Automatisierung und im Motion-Control. Während sich Axia Vert dank der modularen Architektur, der zahlreichen Optionen für funktionale Sicherheit und der fortschrittlichen Motion-Control-Funktionen an komplexe Hochleistungsanwendungen richtet, zeichnet sich Axia Agile durch Kompaktheit und Kosteneffizienz aus und eignet sich perfekt für allgemeine Anwendungen mit Leistungen bis zu 11 kW. Axia Agile ist in vier Varianten erhältlich - Basic, Standard, Enhanced und Advanced – die unterschiedlichen Anwendungsanforderungen gerecht werden, von sensorlosen Konfigurationen zu einfachen Closed-Loop-Lösungen, mit Unterstützung verschiedener Feldbussysteme. Beide Serien teilen sich dasselbe Industriedesign, dieselben Inbetriebnahme- und Diagnosetools mittels einer benutzerfreundlichen Softwareumgebung (Axia Manager und Axia Manager Mobile) und gewährleisten damit eine intuitive Benutzererfahrung sowie eine nahtlose Integration. Die Verwendung gemeinsamer Zubehörteile und Software vereinfacht Konfiguration, Parametrierung und Wartung und bewahrt gleichzeitig das anwendungsspezifische Know-how des Kunden.

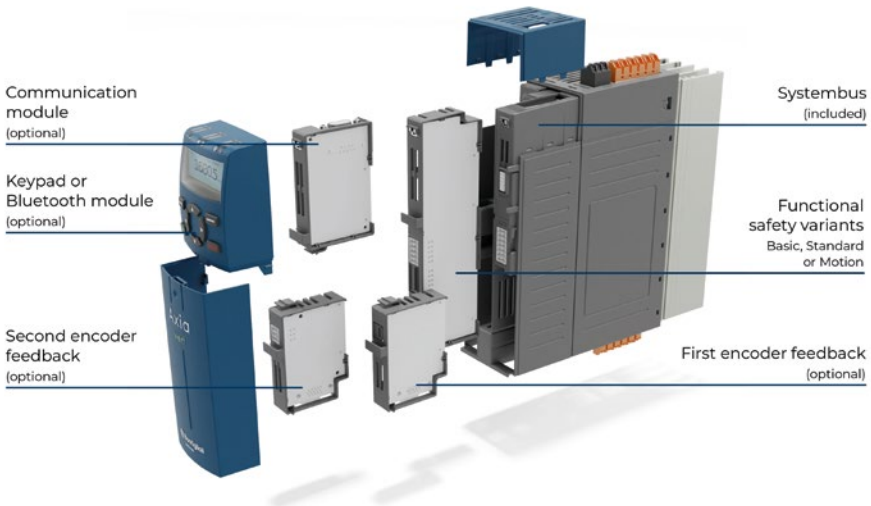
Smarter Frequenzumrichter für moderne Antriebssysteme

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

DIE VERWENDUNG GEMEINSAMER ZUBEHÖRTEILE UND SOFTWARE VEREINFACHT KONFIGURATION, PARAMETRIERUNG UND WARTUNG UND BEWAHRT GLEICHZEITIG DAS ANWENDUNGSSPEZIFISCHE KNOW-HOW DES KUNDEN.

Vielseitigkeit und Modularität für die höchste Anpassbarkeit

Axia Vert punktet mit einem vollständig modularen Design, das eine nahtlose Integration mit den unterschiedlichen Antriebstechnologien von Bonfiglioli sowie mit den gängigsten Automatisierungsarchitekturen ermöglicht. Um den unterschiedlichen Komplexitätsgraden von Anwendungen in zahlreichen Bereichen gerecht zu werden, bietet die Axia Vert-Serie eine umfassende Palette von Vorteilen:



Frequenzumrichter Axia Vert für komplexe Anwendungen im Explosionsmodell.
Bilder: Bonfiglioli



Premium-Umrichter Axia Vert (li.)bis 15 kW und Allround-Umrichter Axia Agile bis 11 kW.

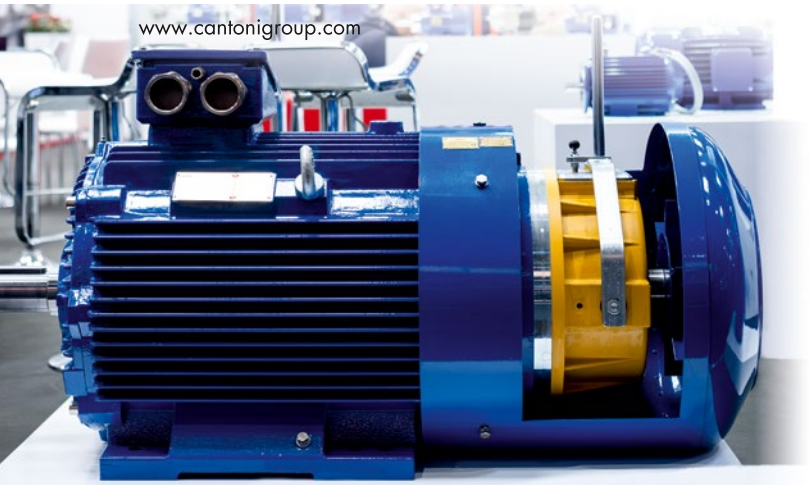
- **Dedizierte Kommunikations- und Überwachungsfunktionen** über flexible Kommunikationsprotokolle, die den Automatisierungsstandards und Industrie 4.0 entsprechen. Axia Vert lässt sich nahtlos in jedes Automatisierungsnetzwerk integrieren und gewährleistet maximale Kompatibilität mit den meistverwendeten Protokollen - Profinet, EtherCAT, Ethernet/IP und Powerlink - über eine einzige Multi-Protokoll-Karte.
- **Integrierte fortschrittliche Funktionen der funktionalen Sicherheit.** Axia Vert ist in drei Varianten der funktionalen Sicherheit – Basic, Standard und Motion – erhältlich und bietet die notwendige Flexibilität, um sich an unterschiedlichen Anwendungsszenarien anzupassen. Dieser Vorteil erlaubt es, die Sicherheitsarchitekturen zu optimieren, den Platzbedarf und den Einsatz externer Sicherheitskomponenten zu reduzieren, während gleichzeitig ein sicherer und kontrollierter Betrieb verschiedener Bewegungen garantiert ist. Bonfiglioli stellt alle gängigen und meistgenutzten Sicherheitsfunktionen bereit, darunter STO, SS1, SBC, SLS, SLP und SOS. Die Sicherheitsfunktionen von Axia Vert ermöglichen eine höhere Betriebsverfügbarkeit durch kontinuierliche Überwachung, gemäß den Branchenstandards. Außerdem bietet Axia Vert die Integration in FsoE-Kommunikation, die die Arbeits- und Verkabelungskosten erheblich reduziert, indem die komplette Sicherheitskommunikation zwischen Frequenzumrichter und SPS über den Feldbus übertragen wird.
- **Motion-Control-Funktion:** Dank der hohen Leistungsfähigkeit bei der Regelung von Drehmoment, Geschwindigkeit und Position im Closed-Loop erfüllt Axia Vert die anspruchsvollsten Anforderungen in Sache Effizienz und Produktivität. Die Unterstützung des DS402-Protokolls ermöglicht eine schnelle Integration in synchronisierten Motion-Control-Systeme von Drittanbietern. Alternativ können jederzeit die im Antrieb integrierten Punkt-zu-Punkt-Positionierungsfunktionen genutzt werden, für Architekturen, die auf nicht-deterministischen Feldbusse basieren. Die Funktionen zur Steuerung von Spindelmotoren, die Auswertung verschiedener Geberprotokolle für Drehzahl- und Lagerregler sowie die Multi-Motor-Parametrierung runden das Angebot ab und ermöglichen es, auch die anspruchsvollsten Anforderungen zu erfüllen.

Lösungen für unterschiedliche Anwendungsbereiche

Der Axia-Antrieb ist in vielen der von Bonfiglioli angebotenen kompletten mechatronischen Pakete enthalten. Sie bestehen aus Motor, Getriebemotor und Inverter und sie wurden für zahlreiche Anwendunge, etwa im Paket-&-Post-Bereich, entwickelt. Für Flow-Pack-Prozesse bietet Bonfiglioli eine Lösung an, die einen synchronen BMD-Servomotor, einen Kegelstirnradgetriebemotor der A-Baureihe und den Axia Vert-Inverter integriert. Der gleiche Motor und Frequenzumrichter, jedoch mit einem anderen Getriebe, kommen in Palettierern zum Einsatz – hier gehört das Präzisions-Planetengetriebe zur TQ-Reihe, die für ihre hohe Drehmomentdichte, hohe Tragfähigkeit, außergewöhnliche Präzision und niedrige Vibrationswerte geschätzt wird. Für kompakte Lagerlifte integriert die Lösung neben dem BMD-Motor und Axia Vert auch einen Stirnrad-Parallelwellengetriebemotor der F-Reihe, der hohe Effizienz, Zuverlässigkeit und einen geräuscharmen Betrieb garantiert. Für Intralogistikprozesse, insbesondere Förderbänder, bietet Bonfiglioli eine Komplettlösung, die das schrägverzahnte Evox-CP-Getriebemotor mit einem modularen, zuverlässigen und energieeffizienten IE3-MXN-Asynchronmotor sowie dem Premium-Axia Vert-Frequenzumrichter kombiniert. Abschließend umfasst die ideale Lösung für Smart Conveyors ein Kegelstirnradgetriebemotor der A-Baureihe, einen synchronen BSR-Reluktanzmotor und einen sensorisierten dezentralen DGM-Wechselrichter. « **KF**

Fabrizio Di Stasio ist Solution Marketing Manager bei Bonfiglioli.

www.cantonigroup.com



IE4-Motor für explosionsgefährdete Bereiche in doppelter Ex-Ausführung für die Gaszone 2 (3G) und die Staubzone 22 (3D) mit elektromagnetischer Ex-Bremse NEX100

CANTONI MOTOR ®

ELEKTROMOTOREN 0,04 kW – 7000 kW

Der CANTONI Motor für explosionsgefährdete Bereiche bringt die **IE4-Super-Premium-Effizienz** direkt in die Gaszone **2 (3G)** und die Staubzone **22 (3D)** – mit einer perfekt integrierten **elektromagnetischen Bremse NEX100** sorgt es für präzise Positionierung und hohe Sicherheit.

sps smart production solutions

Nuremberg, 24-26.11.2026
Besuchen Sie uns: Stand 4-241

MEHR DYNAMIK FÜR DIE KUPFERBEARBEITUNG

Die Kupferstanzmaschine „CuMaster" von Boschert bearbeitet lange Kupfer-, Aluminium- und Stahlschienen hochdynamisch und präzise. Dafür setzt der Maschinenbauer auf Planeten- und Servowinkelgetriebe sowie neue Zahnstangentriebe von Stöber. Gegenüber den bisherigen Spindelantrieben bieten diese mehr Flexibilität, kompaktere Bauweise, höhere Geschwindigkeit und Dynamik. » **VON SILVIA FEDER**



Die Zahnstangentriebe der Baureihe ZR hat große, schrägverzahnte Ritzel mit Lochkreis. Dies ermöglicht hohe Vorschubgeschwindigkeiten.

Die Anforderungen unserer Kunden sind deutlich gestiegen", stellt Manuel Kunzelmann, Konstrukteur bei Boschert, schon seit längerem fest. „Sie erwarten nicht nur langlebige Maschinen in hoher Qualität. Wichtiger wird auch eine höhere Leistung bei einem niedrigen Preis." Dazu kommt, dass die Anlagen komplexer werden, da sie immer mehr Möglichkeiten bieten sollen. Das Unternehmen passt seine Maschinen konsequent an die Herausforderungen der Kunden an. Kunzelmann: „Durch den steigenden Konkurrenzdruck steht uns dafür allerdings immer weniger Zeit zur Verfügung."

Mit seinen 125 Beschäftigten fertigt Boschert in Lörrach im Südschwarzwald Stanzmaschinen, die unter anderem bei Blechverarbeitern und Schaltschrankbauern zum Einsatz kommen. Das badische Unternehmen ist weltweit tätig: Die Anlagen finden in Europa ebenso erfolgreich Absatz wie in Asien oder den USA.

Zu den neuesten Entwicklungen gehört die CuMaster. Diese Kupferstanzmaschine eignet sich für Materialdimensionen bis 310 × 20 × 6.000 Millimeter. „Zum Einsatz kommt die hochdynamische und flexible Baureihe, um Kupfer-, Alu- und Stahlschienen zu bearbeiten", beschreibt Konstrukteur Kunzelmann, „zum Beispiel für Stromschienen im Transformatorenbau, der Solarstromerzeugung oder bei Windkraftanlagen – sprich: wenn hohe Ströme übertragen werden müssen." Die Entwicklung dieser Anlage begann bereits 2020, Anfang 2024 wurde der erste Prototyp ausgeliefert. „Bis heute haben wir 15 Maschinen verkauft", sagt Kunzelmann. „Ein sehr schönes Ergebnis. Damit erreichen wir in der aktuell wirtschaftlich angespannten Lage eine gute Grundauslastung."

Erstes gemeinsames Projekt

Nicht alles kann das Unternehmen im eigenen Haus fertigen. Deshalb setzt der Maschinenbauer auf ausgewählte Lieferanten. „Wichtig für uns ist es, dass diese unseren Weg partnerschaftlich mitgehen und Qualität genauso leben wie wir", erläutert Kunzelmann. Die Zulieferer kommen aus dem nahen europäischen Umfeld – und natürlich direkt aus Deutschland, so wie Antriebsspezialist Stöber aus dem knapp 160 Kilometer von Lörrach entfernten Pforzheim. „Die CuMaster ist unser erstes gemeinsames Projekt", sagt Alexander Schmidt, Area Sales Manager bei Stöber. „Ich kannte Boschert noch aus meiner vorherigen Tätigkeit. „Wir sind uns seitdem immer wieder begegnet. Als ich von diesem Projekt erfuhr, nahm ich Kontakt auf." Und der Maschinenbauer wusste von der hohen Qualität der Komponenten, der fachlichen Kompetenz des Antriebsspezialisten und vor allem vom sehr guten Preis-Leistungs-Verhältnis. „Relevant für uns ist auch, dass uns Stöber alles aus einer Hand liefern kann", betont Kunzelmann.

Charakteristisch für die CuMaster sind die hohe Geschwindigkeit und Dynamik bei präziser Arbeitsweise. Genau das macht diese Stanzmaschine so wettbewerbsfähig. Mit ihrer enormen Auswahl an Werkzeugen haben Anwender zahlreiche Optionen. „Die Maschine besitzt insgesamt acht Werkzeugstationen", erklärt Kunzelmann. „Zur Verfügung stehen Ein-, Drei- und Achtfach-Tools." Im Werkzeugträger befindet sich eine Station, mit der sich Kupferbauteile bis 200 × 20 Millimeter in einem Zug trennen lassen. Der Stanzkopf bringt wahlweise in schneller Geschwindigkeit 22, in langsamerer Geschwindigkeit 60 Tonnen auf das Werkstück auf. Für Umformungen wie Sicken oder Tiefziehungen rüstet Boschert die Maschine mit bis zu drei absenkbaren hydraulischen Matrizen





Durch eine robuste Lagerungstechnik und eine hochwertige Verzahnungstechnologie sind die Servowinkelgetriebe extrem belastbar und kippstabil.

aus. Dynamische Spannzangen führen das Material durch die Anlage. „Für die Achs-Positionierung haben wir zuvor Spindelantriebe eingesetzt", sagt Kunzelmann. Damit waren die Konstrukteure jedoch nicht flexibel, da diese Komponenten sich nicht längenunabhängig verbauen lassen. Sie erforderten zudem sehr viel Wartung. Für die CuMaster

> **INSBESONDERE DURCH DIE HÖHEREN ENDGESCHWINDIGKEITEN UND DYNAMIKEN DER ANTRIEBE SIND UNSERE STANZMASCHINEN DEUTLICH WETTBEWERBSFÄHIGER.«**
>
> MANUEL KUNZELMANN

waren sie auch nicht kompakt genug. „Wir lieferten für diese Aufgabe unsere neuen Zahnstangentriebe", sagt Alexander Schmidt. „Diese bieten wir in verschiedenen Baureihen, modular und mit zahlreichen Längen an. Damit können wir individuell auf spezifische Anwendungen eingehen."

Ohne Verstiften schneller montiert

Das Besondere an den neuen Zahnstangentrieben ist, dass ein Verstiften optional wird. Die Zahnstange darf sich bei Krafteinwirkung durch das Ritzel nicht verschieben. Deshalb stellen Marktbegleiter dies in der Regel neben der Presskraft über die Schraubenbefestigungen mit Passstiften an beiden Enden der Zahnstange sicher. Dabei müssen allerdings die Bohrungen für die Passstifte und deren Nachbearbeitungen mit einer Reibahle im angeschraubten Zustand direkt an der Maschine erfolgen. „Gerade bei komplexen Anlagen mit vielen Anbauteilen wie bei der CuMaster ist diese Arbeit äußerst umständlich und dauert", weiß Schmidt. „Wir lieferten unsere Präzisionszahnstangen mit der doppelten Anzahl an Bohrungen. Statt wie üblich alle 125 befindet sich alle 62,5 Millimeter eine Bohrung für die Verschraubung." Damit verdoppelt sich die Anpresskraft der Komponente am Maschinenkörper. Gleichzeitig maximiert dies die Montagefreundlichkeit.

„Die Baureihe ZR kennzeichnet große, schrägverzahnte Ritzel mit Lochkreis. Dies ermöglicht hohe Vorschubgeschwindigkeiten", beschreibt Schmidt. Und da die Ritzel ohne zusätzlichen Flansch montiert sind, wirkt sich das auf das Preis-Leistungs-Verhältnis aus. Dazu kommt die gute Antriebssteifigkeit bei gleichbleibender Genauigkeit und geringerem Bauraum. Ebenso entfällt der hohe Wartungsaufwand. „Die Entwicklung dieser Komponenten schreitet immer weiter voran. Mit Blick in die Zukunft fiel uns die Entscheidung für die Zahnstangentriebe deshalb auch nicht schwer", resümiert Kunzelmann. Der Umstieg von den Spindelantrieben auf die Zahnstangentriebe lief reibungslos.

Mehr Leistung auf kleinerem Raum

Stöber lieferte zudem Planetenwinkel- sowie Servowinkelgetriebe für die Gewindeschneid-Einrichtung. Sein Servowinkelgetriebe bietet der Antriebsspezialist nun nicht mehr nur zwei-, sondern auch einstufig an. Die neu designte Baureihe hat eine robuste Lagerungstechnik und eine hochwertige Verzahnungstechnologie. Damit sind diese extrem belastbar und kippstabil. Die einstufige Version mit den Übersetzungen zwei oder vier ermöglicht im Vergleich zur zweistufigen Variante auch eine wesentlich höhere Drehzahl am Abtrieb. In dreistufiger Ausführung ist ein Übersetzungsbereich bis 400 verfügbar.

„Durch den platzsparenden Antrieb profitieren wir von weniger Gewicht, einem hohen Drehmoment und daraus resultierend von einer gesteigerten Leistungsdichte", berichtet Kunzelmann. Je nach Anwendung und Kundenoptionen arbeiten die Komponenten teilweise synchron, teilweise einzeln zusammen. „Wir legten die Antriebslösungen gemeinsam mit Boschert und Schneider Electric aus, die die Servoantriebe mit den Reglern geliefert hat", berichtet Schmidt. Die Inbetriebnahme führte der Kunde selbst durch.

Das Besondere an den neuen Zahnstangen: Die doppelte Bohrung sichert die Komponente gegen mögliches Verschieben.
Bilder: Stöber Antriebstechnik



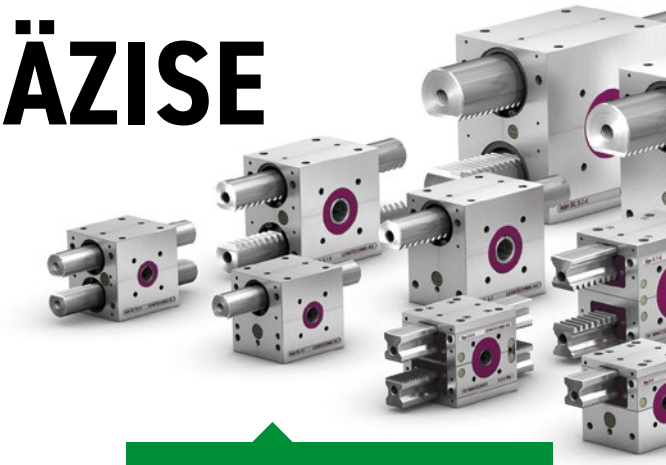
„Wir sind mit dem Gesamtpaket sehr zufrieden", freut sich Kunzelmann. „Insbesondere durch die höheren Endgeschwindigkeiten und Dynamiken der Antriebe sind unsere Stanzmaschinen deutlich wettbewerbsfähiger." Verantwortlich dafür sind unter anderem die höhere Steifigkeit und Präzision der Zahnstangentriebe. Begeistert ist er auch von der Zusammenarbeit. Diese sei „einwandfrei", die Betreuung auf höchstem Level und die Lieferung erfolgte innerhalb kürzester Zeit. Bei Problemen bekomme das Unternehmen sofort unkomplizierte Hilfe. Es funktioniere einfach – egal, ob es um neue Projekte gehe, um Herausforderungen oder Optimierungen. **« KF**



Die CuMaster ist eine universelle Lösung für das Stanzen von Kupfer-, Alu- und Stahlschienen.

Silvia Feder ist Head of Marketing bei Stöber Antriebstechnik.

SCHNELL UND PRÄZISE POSITIONIERT



Die Zahnstangengetriebe von Leantechnik sind in zahlreichen Ausführungen und Größen erhältlich. Bild: Leantechnik

Zahnstangengetriebe von Leantechnik sorgen in zahlreichen Anwendungen für hochgenaue Verfahr- und Positionierbewegungen. Jetzt bringt das Unternehmen eine neue Baugröße auf den Markt: Sie bietet Konstrukteuren noch mehr Flexibilität bei der Entwicklung neuer Hubsysteme. » **VON SVEN SCHÜRMANN**

Die Konstruktion sieht auf den ersten Blick unscheinbar aus: Ein quadratisches Gehäuse, eine Hohlwelle und eine Zahnstange – mehr ist von außen nicht zu erkennen. Was die Lifgo-Zahnstangengetriebe von Leantechnik so besonders macht, ist ihr Innenleben. Im Zentrum des Gehäuses befindet sich eine vierfache Rollenführung: Sie sorgt dafür, dass sich die Zahnstange mit hoher Präzision bewegt. Der Aufbau des Getriebes ermöglicht Hubbewegungen mit einer Genauigkeit von ±0,05 Millimeter und einer Wiederholgenauigkeit zwischen ±0,02 Millimeter und ±0,01 Millimeter.

Zahnstangengetriebe der Lifgo-Baureihe zeichnen sich durch eine hohe Querkraftaufnahme aus und eignen sich deshalb besonders gut für Anwendungen, in denen schwere Lasten präzise und synchron positioniert werden müssen. Die Lifgo-Getriebe erzielen je nach Baugröße Hubkräfte zwischen 2.000 und 25.000 Newton, ihre Zahnstange verfährt mit einer Geschwindigkeit von bis zu drei Metern pro Sekunde.

Verschiedenste Ausführungen lieferbar

Neben den Lifgo-Zahnstangengetrieben fertigt Leantechnik unter dem Namen Lean SL noch eine zweite Produktserie. Diese Getriebe wurden für Anwendungen entwickelt, bei denen bereits eine Führung vorhanden ist. Lean SL-Zahnstangengetriebe sind in verschiedenen Baugrößen und in zwei Ausführungen erhältlich, können Hubkräfte von 800 bis 25.000 Newton aufnehmen und erreichen Hubgeschwindigkeiten von bis zu 0,6 Meter pro Sekunde. Inzwischen gibt es die Lean SL-Zahnstangengetriebe auch in einer Variante für Anwendungen mit Greif-, Schließ- oder Zentrierbewegungen.

EINE BESONDERHEIT DER LEANTECHNIK-ZAHNSTANGENGETRIEBE IST DIE MODULBAUWEISE.

Getriebe sind miteinander kombinierbar

Eine Besonderheit der Leantechnik-Zahnstangengetriebe ist die Modulbauweise: Die Gehäuse aller Serien und -größen haben dieselben Abmessungen, sodass sich die Getriebe beliebig miteinander kombinieren lassen. Maschinenbauer können mit ihnen deshalb eine Vielzahl von Hub- beziehungsweise Positioniersystemen konstruieren.

Um Ingenieuren und Planern die Arbeit noch weiter zu erleichtern, hat der Getriebehersteller jetzt eine neue Baugröße ins Produktprogramm aufgenommen: Ab sofort sind die Lifgo- und Lean SL-Getriebe auch in der Ausführung 5.2 erhältlich. Diese lassen sich in einem Belastungsbereich von bis zu 1.030 Kilogramm einsetzen und schließen damit die Lücke zwischen den Baugrößen 5.1 (bis zirka 400 Kilogramm) und 5.3 (bis zirka 1.600 Kilogramm).



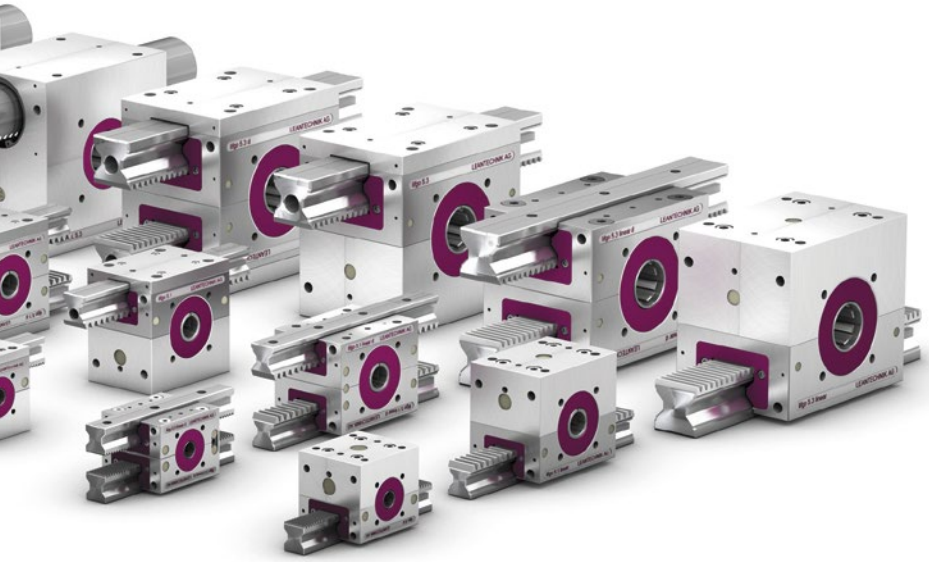
Innovatives Lagersystem: Zahnstangengetriebe von Leantechnik heben die Ladungsträger in die Regalstruktur. Bild: Extor

Noch mehr Flexibilität für Konstrukteure

Durch die Einführung der neuen Baugröße steht Anwendern jetzt für jeden Hubkraftbereich eine Getriebeausführung zur Verfügung. Die neuen Varianten verfügen nicht nur über dieselbe Positioniergenauigkeit wie die bisherigen, sondern werden auch aus derselben hochfesten Legierung gefertigt. „Das sorgt für eine hohe Tragfähigkeit der Führung“, so René Halw, Vorstand (CEO) der Leantechnik AG. Mit der neuen Baugröße 5.2 gewinnen Konstrukteure aber nicht nur mehr Flexibilität. Die Getriebe reduzieren auch die Fertigungskosten für Hub- und Positioniersysteme im Lastbereich bis 1.000 Kilogramm, da sie exakt auf diese Anwendungen zugeschnitten sind.

Hochgenaue Positionierung von Messsystemen

Zahnstangengetriebe aus Oberhausen kommen weltweit in den unterschiedlichsten Branchen zum Einsatz. Die Anforderungen



an die Positioniergenauigkeit unterscheiden sich dabei stark. Beispielsweise fertigt das Aachener Unternehmen iLA_5150 Strömungsmesssysteme für die Wissenschaft und den Motorsport. Bei einem Messsystem für ein Formel 1-Team benötigte iLA ein Positioniersystem, um Kamera und Laser hochpräzise aufeinander ausrichten zu können. Bedingung war, dass der Positionierfehler nicht größer als 100 Mikrometer sein darf. iLA entschied sich für eine Konstruktion auf der Basis von Lifgo 5.3-Zahnstangengetrieben mit Excenter. Sie gewährleisten, dank der vierfachen Rollenführung, eine sehr hohe Positioniergenauigkeit von 0,05 Millimeter sowie eine Wiederholgenauigkeit von 0,02 Millimeter.

Exakte Teigführung für beste Qualität

In der Backwarenindustrie leisten die Zahnstangengetriebe aus Oberhausen ebenfalls wertvolle Dienste. Bei der Aufarbeitung von weichen und klebrigen Teigen sorgen Lifgo 5.4-Getriebe für synchrone Hubbewegungen des Zuführkolbens. 3.900 Doppelhübe pro Stunde müssen die Zahnstangengetriebe ausführen und dabei widrigen Umgebungsbedingungen mit Ablagerungen aus Mehlstaub und Speiseöl standhalten. Das kompakte, auf allen Seiten geschlossene Gehäuse der Zahnstangengetriebe weist eine lange Lebensdauer auf und garantiert so einen störungsfreien Produktionsablauf.

Schnell und präzise in der Intralogistik

Hoch hinaus geht es mithilfe der Zahnstangengetriebe von Leantechnik in einer Anwendung von Extor. Die Ingenieure aus Hannover haben ein innovatives Hochregal-Lagersystem für schnelldrehende Konsumgüter entwickelt. Das Herzstück der Anlage sind die RoverLog-Regalbediengeräte, die aus einem Shuttle und einem Ladungsträger bestehen. Zahnstangengetriebe heben die Ladungsträger in die Tragstruktur des Hochregals, um die Ware ein- beziehungsweise auszulagern.

AB SOFORT SIND DIE LIFGO- UND LEAN SL-GETRIEBE AUCH IN DER AUSFÜHRUNG 5.2 ERHÄLTLICH.

Bei dem Vorgang ist sowohl Schnelligkeit als auch Präzision gefragt: Die Ladungsträger müssen exakt vor dem Schließmechanismus des jeweils darüber liegenden Behälters positioniert werden, weil nur dann der Schnellverriegelungsmechanismus greifen kann. Der Mechanismus verbindet sämtliche Transportboxen zu einer stabilen freitragenden Säule. Anwender sparen durch das Lagersystem nicht nur teure Fördertechnik, zum Beispiel Gabelstapler, sondern benötigen auch keine umfangreichen Regalsysteme mehr. Dadurch wird wertvoller Stauraum frei und die Installationskosten sinken.

In vielen Branchen einsetzbar

Die Leantechnik-Zahnstangengetriebe gibt es einzeln sowie als individuell konstruierte Hub- und Positioniersysteme – inklusive Motoren, Anbauteilen, Stahlbau und elektronischer Steuerungstechnik. Diese Anlagen lassen sich an die Anforderungen der Anwendung anpassen und direkt vor Ort in Betrieb nehmen. Der Vorteil für den Kunden liegt auf der Hand: Da die Anlagen exakt auf die vordefinierten Parameter ausgelegt sind, arbeiten sie mit höchster Effizienz. Und weil sich nahezu jedes erdenkliche Hubsystem mit den Zahnstangengetrieben realisieren lässt, kann man eine große Bandbreite an Einsatzmöglichkeiten abdecken. « RT

Sven Schürmann ist Team Lead Marketing bei Leantechnik.

IMPRESSUM

Herausgeber und Geschäftsführer:
Matthias Bauer (Vorsitz), Dennis Hirthammer

Das **Sonderheft Antriebstechnik** wird herausgegeben vom **DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN:**
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)
Autoren dieser Ausgabe:
Andrea Balser, Torsten Blankenburg, Vivian Bullinger, Nora Crocoll, Nicole Dahlen, Peter Dück, Silvia Feder, Jennifer Hagmeyer, Mehmed Handaganic, Arnold Hettich, Martin Hopp, Clemens Maurer, Jan Möller, Anja Schaber, Sven Schürmann, Holger Seidel, Fabrizio Di Stasio

So erreichen Sie die Anzeigenabteilung:
Anzeigengesamtleitung:
Martina Summer (089-3866617-31, martina.summer@win-verlag.de), Anzeigenverantwortlich
Mediaberatung:
Michael Nerke (Anzeigenverkaufsleiter, Tel.: 089-3866617-20, michael.nerke@win-verlag.de), Maximilian Schröck (Tel.: 089-3866617-34, maximilian.schroeck@win-verlag.de)
Anzeigendisposition:
Auftragsmanagement@win-verlag.de
Chris Kerler (089/3866617-32, chris.kerler@win-verlag.de)

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

Artdirection und Titelgestaltung: Saskia Kölliker Grafik, München
Bildnachweis/Fotos: falls nicht gekennzeichnet: Werkfotos, AdobeStock, shutterstock.com
Titelbild: SEW-EURODRIVE GmbH & Co. KG

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

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

Anschrift Anzeigen, Vertrieb und alle Verantwortlichen:
WIN VERLAG
WIN-Verlag GmbH & Co. KG
Chiemgaustraße 148, 81549 München
Tel.: 089-3866617-0
Registergericht München, HRA 82 124

Verlagsleitung:
Martina Summer (089/3866617-31, martina.summer@win-verlag.de)
Objektleitung:
Rainer Trummer (089/3866617-10, rainer.trummer@win-verlag.de)
Zentrale Anlaufstelle für Fragen zur Produktsicherheit
Martina Summer (089/3866617-31, martina.summer@win-verlag.de)

Bezugspreise:
Einzelverkaufspreis: 14,40 Euro in D, A, CH und 16,60 Euro in den weiteren EU-Ländern inkl. Porto und MwSt. Jahresabonnement (8 Ausgaben): 115,20 Euro in D, A, CH und 132,80 Euro in den weiteren EU-Ländern inkl. Porto und MwSt. Vorzugspreis für Studenten, Schüler, Auszubildende und Wehrdienstleistende gegen Vorlage eines Nachweises auf Anfrage. Bezugspreise außerhalb der EU auf Anfrage.
28. Jahrgang
Erscheinungsweise: achtmal jährlich
Einsendungen: Redaktionelle Beiträge werden gerne von der Redaktion entgegen genommen. Die Zustimmung zum Abdruck und zur Vervielfältigung wird vorausgesetzt. Gleichzeitig versichert der Verfasser, dass die Einsendungen frei von Rechten Dritter sind und nicht bereits an anderer Stelle zur Veröffentlichung oder gewerblicher Nutzung angeboten wurden. Honorare nach Vereinbarung. Mit der Erfüllung der Honorarvereinbarung ist die gesamte, technisch mögliche Verwertung der umfassenden Nutzungsrechte durch den Verlag – auch wiederholt und in Zusammenfassungen – abgegolten. Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichung kann trotz Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden.

Copyright © 2026 für alle Beiträge bei der WIN-Verlag GmbH & Co. KG
Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages vervielfältigt oder verbreitet werden. Unter dieses Verbot fallen insbesondere der Nachdruck, die gewerbliche Vervielfältigung per Kopie, die Aufnahme in elektronische Datenbanken und die Vervielfältigung auf CD-ROM und allen anderen elektronischen Datenträgern.

ISSN 1618-002X, Ausgabe SH/2026
Unsere Papiere sind PEFC zertifiziert.
Wir drucken mit mineralölfreien Druckfarben.

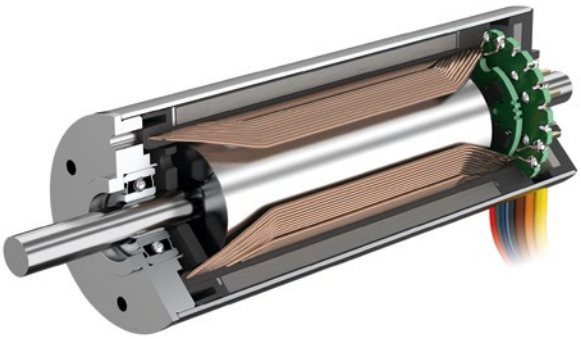
Außerdem erscheinen bei der WIN-Verlag GmbH & Co. KG:
AUTOCAD Magazin, BAUEN AKTUELL, DIGITAL BUSINESS, DIGITAL MANUFACTURING, e-commerce Magazin, KGK Rubberpoint, PlastXnow, r.energy

ANTRIEBE FÜR HÖCHSTE ANFORDERUNGEN

Die passende Antriebstechnik ist kein Produkt von der Stange. Gerade Anwendungen, in denen Kleinantriebe zum Einsatz kommen, erfordern oft individuelle Lösungen. Über breite Standardsortimente, bestehend aus Motoren, Präzisionsgetrieben, Linearaktuatoren, Encodern, Steuerungen und verschiedenem Zubehör, lassen sich flexible Lösungen entwickeln.

» **VON NORA CROCOLL**

Der US-amerikanische Spezialist für elektromechanische Servosysteme Ultra Motion konzipiert Aktuatoren für den Einsatz in rauen Umgebungen. Die Lösungen eignen sich insbesondere bei Bedingungen mit hohen Stoß- und Vibrationsbelastungen, Flüssigkeitseinwirkung, Salzwasser-Immersion sowie bei elektromagnetischen Störungen (EMI/EMV). Einige ihrer Systeme haben die Spezialisten für hochintegrierte elektromechanische Aktuatorsysteme mit integrierter Regelung und Positionsrückmeldung in Kooperation mit dem Kleinantriebsexperten Faulhaber entwickelt. Gemeinsam ist allen Lösungen die Forderung nach Aktuatoren, die höchste Zuverlässigkeit mit maximaler Leistungsdichte kombinieren.



Herzstück der hochleistungsfähigen Antriebslösungen von Ultra Motion sind die bürstenlosen DC-Motoren der BP4 Familie, die im Co-Engineering exakt an die Anforderungen der Anwendungen angepasst wurden.
Bild: Faulhaber

Individuell angepasste Motoren als Herzstück

Zur Produktpalette von Ultra Motion gehören unter anderen die L- und T-Serie. Die L-Serie bietet hochpräzise lineare Positionierung mit maximaler Regelsteifigkeit und optionaler Systemredundanz und eignet sich für sicherheitskritische, präzise Linearbewegung, beispielsweise in der Flugsteuerung. Die T-Serie hingegen bietet zuverlässige Drehbewegung in extremen mechanischen oder auch maritimen Bedingungen. In beiden Fällen sorgen die bürstenlosen DC-Motoren der BP4-Familie von Faulhaber mit hoher Leistungsdichte in Kombination mit präzisen Planetengetrieben dafür, dass große Drehmomente in kompakten Gehäusen zur Verfügung stehen. Im Ergebnis entstehen Antriebe, die sowohl in der Dynamik als auch in der Zuverlässigkeit selbst unter extremen Bedingungen überzeugen können.

UMWELTBEDINGUNGEN IN DER TIEFSEE ODER IM WELTRAUM STELLEN SPEZIELLE HERAUSFORDERUNGEN FÜR DIE ANTRIEBSTECHNIK DAR.



Die T-Serie sorgt für zuverlässige Drehbewegungen unter extremen Umweltbedingungen.
Bild: Ultra Motion

Engineering für Extreme: Tiefseedruck und Vakuum

Die T-Serie wird auch in der Variante T3U angeboten, die sich auch für den Einsatz in der Tiefsee eignet. Eine speziell entwickelte Abtriebswelle sorgt für eine erhöhte Drehmomentkapazität, während eine ventilierte, ölgefüllte Konfiguration den druckkompensierten Betrieb bis in 6.000 Meter Tiefe ermöglicht. Für die L-Serie wiederum hat Faulhaber vakuumoptimierte Modifikationen umgesetzt, die eine zuverlässige Funktion im Weltraum sicherstellen.

Die Integration in die speziellen Konfigurationen der Aktuatoren erfordert eine präzise Balance zwischen hohem Drehmoment, dynamischer Performance und dauerhafter Zuverlässigkeit. Umweltbedingungen in Tiefsee oder im Weltraum stellen spezielle Herausforderungen dar: raue Umgebungs-Bedingungen, zum Beispiel durch Salzwasser, hohe Drücke, große Temperaturschwankungen oder Vakuum (in dem das Verdampfen von Schmierstoffen vermieden werden muss). Diese lassen sich nur durch maßgeschneiderte mechanische und materialtechnische Anpassungen bewältigen. Durch die enge Entwicklungskooperation zwischen Ultra Motion und Faulhaber war es möglich, diese Hürden zu meistern und Antriebe bereitzustellen, die auch in den anspruchsvollsten Szenarien kompromisslos funktionieren. Beide Beispiele verdeutlichen, wie sich Produkte in Zusammenarbeit mit den Antriebsexperten speziell für besondere Anforderungen entwickelt lassen und wie individuelle Lösungen die Leistungsfähigkeit der Ultra-Motion-Aktuatoren steigern. « **RT**

Dipl.-Ing. (FH) Nora Crocoll ist Technik-Journalistin beim Redaktionsbüro Stutensee.

vom klick
zum kauf

e commerce management summit

20. April 2027
Vogel Convention Center
Würzburg

JETZT Ticket sichern!

14956

Das Management- und Praxisforum für starken digitalen B2B-Commerce

Der **e-commerce management Summit** zeigt,
worauf es nach der Leadgenerierung ankommt – von Shop, Bestellung und Preislogik
über Daten und Service bis zu Fulfillment und Profitabilität.

e-commerce-management-summit.de

Eine Veranstaltung des WIN-Verlags


WIN
VERLAG
MEDIEN.
MÄRKTE.
MENSCHEN.
EIN PARTNER.
VIELE KANÄLE.
SICHTBARKEIT
AUF ALLEN EBENEN.
AUTOCAD MAGAZIN
BAUEN AKTUELL
DIGITAL BUSINESS
DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN
DIGITAL MANUFACTURING
e commerce magazin
KGK RUBBERPOINT
Kautschuk | Gummi | Kunststoffe
r.energy
ERNEUERBARE ENERGIEN UND DIGITALISIERUNG
PLASTNOW
win-verlag.de