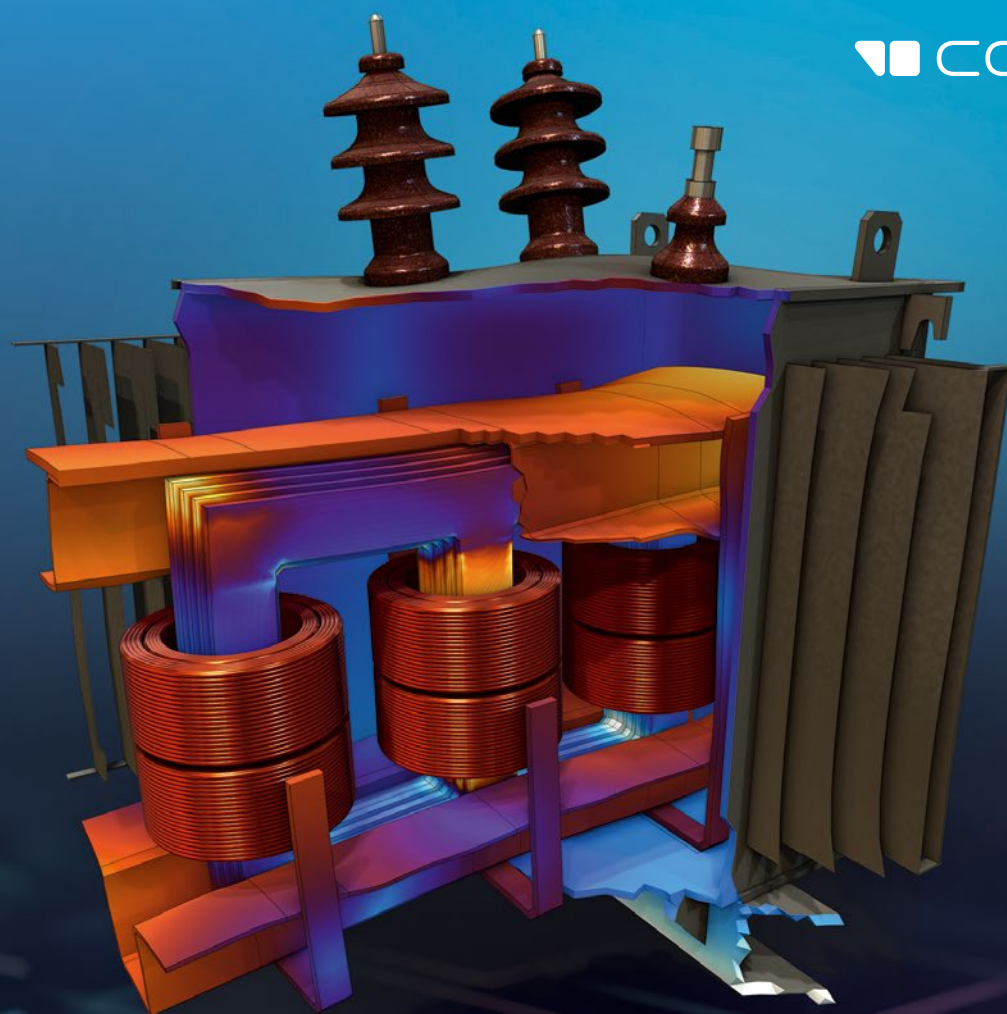


DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN

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



COMSOL

WICHTIGE NEUERUNGEN IN COMSOL MULTIPHYSICS 6.4

Vier Schritte vorwärts in der Multiphysik-Simulation

LÖSUNGEN FÜR DIE INTRALOGISTIK

Automatisierung als Schlüssel
zur Effizienzsteigerung

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

KI in der Elektrokonstruktion:
Vom Zeichner zum Systemarchitekten

„CONFIGURE - PRICE - QUOTE“ IN DER PRAXIS

CPQ-Software als Lösungsgenerator
für Vertriebsprozesse



Bild: Zapp2Photo/shutterstock.com



Hier geht's zur aktuellen Ausgabe



Die nächste Ausgabe

Sonderheft Antriebstechnik

erscheint am 27. Oktober 2026

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

WEG VOM SPEZIALWISSEN

Liebe Leserinnen und Leser,

Simulationswerkzeuge sind ein wichtiger Bestandteil in der digitalen Produktentwicklung. Mithilfe von Simulationen lassen sich die Leistung, Sicherheit und Zuverlässigkeit von Produkten bereits vor ihrer Herstellung und Markteinführung untersuchen. Das reduziert Entwicklungszeiten und Kosten, da sich Probleme frühzeitig identifizieren und beheben lassen. Darüber hinaus ermöglichen Simulationen fundierte Entscheidungen, indem sie transparent machen, welche Auswirkungen Konstruktionsänderungen auf das Gesamtsystem haben können.

Doch bedeutet das, dass Produktentwickler zugleich Experten für Berechnungsmethoden sein müssen? Keineswegs. Während Simulationssoftware früher oft komplex in der Anwendung und Bedienung war, haben sich moderne Tools deutlich weiterentwickelt. Heute sind sie wesentlich anwenderfreundlicher und lassen sich einfacher bedienen. Dies ermöglicht auch Konstrukteuren, die nicht das Spezialwissen von Berechnungsexperten haben, schnell belastbare und verlässliche Simulationsergebnisse zu erzielen.

Worauf es dabei ankommt, lesen Sie in dieser Ausgabe. Auf 18 Seiten berichten wir in unserem Schwerpunkt „Simulation in der Produktentwicklung“ über wichtige Aspekte und beleuchten unterschiedliche Sichtweisen.

Lesen Sie beispielsweise in unserer Titelseite (S. 8-9), wie sich mit Multiphysik-Simulation die Kopplungen zwischen unterschiedlichen physikalischen Feldern konsistent abbilden lassen. Dies ermöglicht belastbare digitale Prototypen.

Wie der Ansys-Vertriebs- und Technologiepartner CADFEM die aktuelle Situation im Simulationssektor beurteilt und welche Markt- und Techniktrends relevant sind, lesen Sie im Interview mit den beiden Geschäftsführern Dr.-Ing. Matthias Hörmann und Josef A. Overberg (Seite 10 bis 12).

Empfehlen möchte ich Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, auch unsere Expertenumfrage zum Thema Simulation in der Produktentwicklung. Unter anderem ging es um die Fragen, welche Hürden es beim Einsatz von Simulationssoftware gibt und welche Rolle künstliche Intelligenz und Machine Learning spielen. Die Antworten finden Sie auf den Seiten 16 bis 19. Noch mehr Fachartikel und aktuelle Meldungen aus der Welt der Simulation finden Sie auch auf unserer Webseite digital-engineering-magazin.de in der Rubrik „Konstruktion & Engineering“.

Viel Spaß beim Lesen!



RAINER TRUMMER
Chefredakteur



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

3D-CAD- Daten: Überblick behalten und Kosten senken.

Datenqualität für die digitale Transformation.

Automatisiert und organisiert:
simus classmate sorgt für einen
optimal strukturierten CAD-Daten-
bestand und reduziert so frühzeitig
Konstruktionsaufwände und Kosten.
www.simus-systems.com/produkte



 **simus classmate**

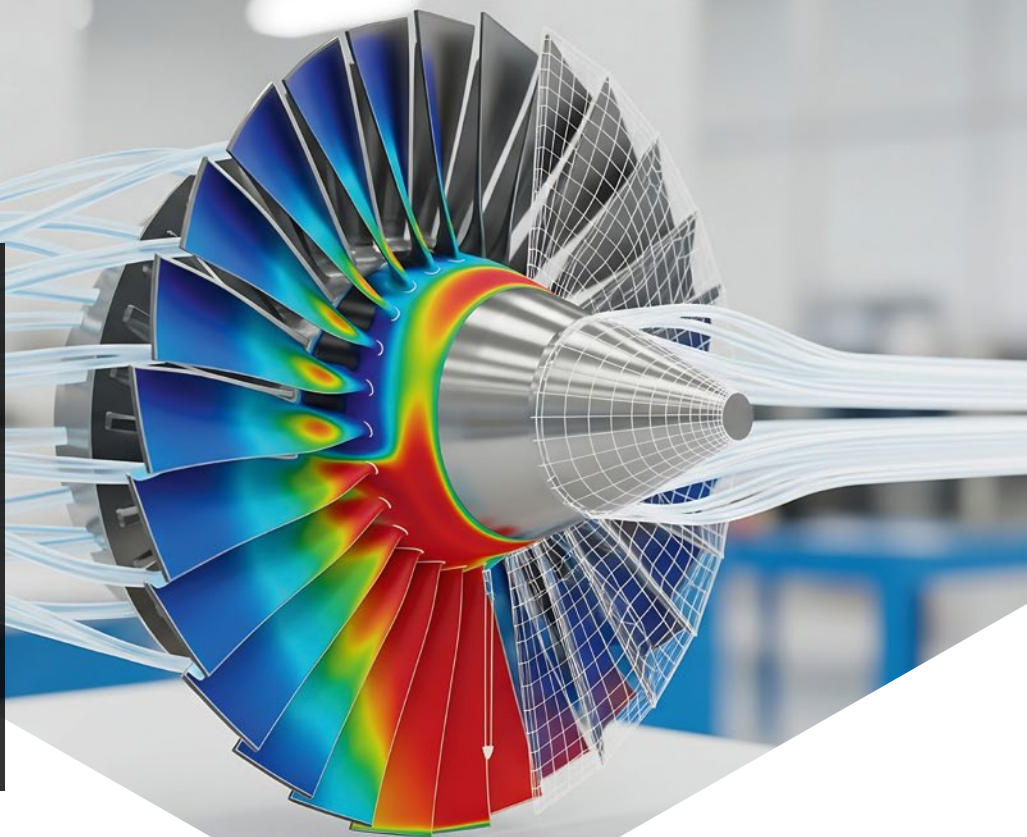
 **simus systems**

16

EXPERTENUMFRAGE: SIMULATION IN DER PRODUKTENTWICKLUNG

Kürzere Entwicklungszyklen und steigende Anforderungen an Qualität und Sicherheit setzen Unternehmen zunehmend unter Zugzwang. Immer mehr Betriebe setzen deshalb in der Produktentwicklung auf simulationsgestützte Prozesse. Was die aktuellen Trends im Bereich Simulation sind, welche Hürden es beim Einsatz von Simulationssoftware gibt und welche Rolle künstliche Intelligenz und Machine Learning spielen, erläutern uns acht Simulations-Experten.

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

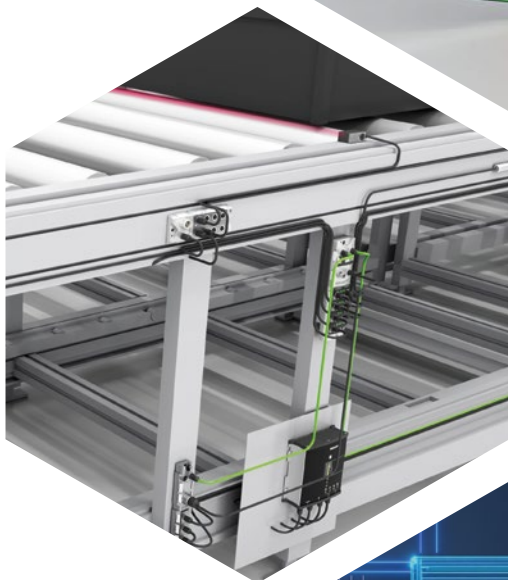


30

AUTOMATISIERUNG IN DER INTRALOGISTIK

Der Intralogistiksektor steht vor beträchtlichen Herausforderungen wie Arbeitskräftemangel und steigenden Kundenanforderungen. Automatisierung ist keine Option mehr, sondern eine Notwendigkeit. Technologien wie IO-Link, RFID und 3D-Vision bieten skalierbare Lösungen für optimierte Prozesse, reduzierte Kosten und verbesserte Effizienz.

Bild: Balluff



TITELSTORY: VIER SCHRITTE VORWÄRTS IN DER MULTIPHYSIK

In vielen Entwicklungsabteilungen ist Simulation vom Prüfwerkzeug zum festen Bestandteil der Entwicklungsarbeit geworden, um Entscheidungen früher zu treffen, Varianten zügig zu vergleichen und Risiken früh zu erkennen. Mit Version 6.4 erweitert Comsol Multiphysics die Plattform in allen Physikbereichen mit Performance-Gewinnen, neuen Anwendungsfeldern und Assistenzfunktionen.

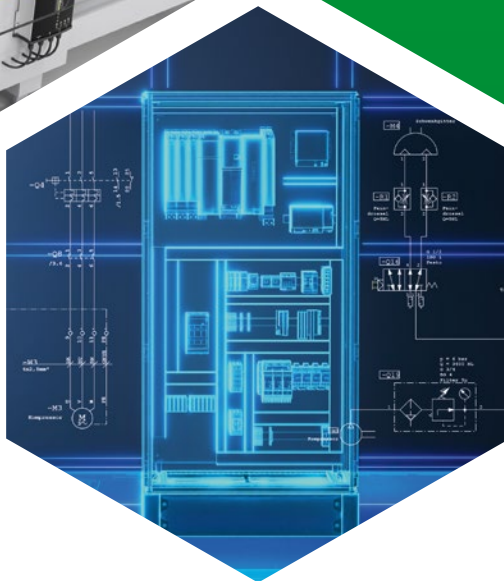
Seite 8

48

IM FOKUS: KI IM ENGINEERING

CAD- und ECAD-Systeme waren über Jahrzehnte primär Werkzeuge zur Dokumentation technischer Lösungen. Jetzt beginnt sich ihre Rolle grundlegend zu wandeln. KI-gestützte Assistenzsysteme greifen zunehmend in den Entstehungsprozess ein. Sie analysieren Anforderungen und unterstützen Ingenieure bei wiederkehrenden Entscheidungen.

Bild: WSCAD



REDAKTIONELL ERWÄHNT INSTITUTIONEN, ANBIETER UND VERANSTALTER

Ansys S. 20, Aras S. 46, B&R S. 36, Balluff S. 30, Bihl+Wiedemann S. 28, CADFEM S. 10, 16, Comsol Multiphysics S. 8, 17, Dassault Systèmes S. 13, 17, Dunkermotoren S. 32, Framo Morat S. 34, Fraunhofer LBF S. 7, Fraunhofer SCAI S. 17, Hiwin S. 44, igus S. 40, Inneo Solutions S. 18, Invenio Virtual Technologies S. 50, Jakob Antriebstechnik S. 6, Nord Drivesystems S. 26, Open Industry 4.0 Alliance S. 38, Oriental Motor S. 7, Perspectix S. 54, PTC S. 6, RK Rose+Krieger S. 42, Siemens Digital Industries Software S. 22, Simr S. 24, Synopsys S. 18, 20, Transition Technologies PSC S. 56, Var Industries S. 58, VDMA S. 19, Visual Components S. 19, Weidmüller S. 6, WSCAD S. 48, Zilex S. 52

AKTUELL

6 Märkte & Trends

Neue Produkte und News aus den Unternehmen

SIMULATION & VISUALISIERUNG

8 Titelstory: Vier Schritte vorwärts in der Multiphysik

Mehr Performance und Produktivität mit Comsol Multiphysics 6.4

10 „Wir wollen die Demokratisierung der Simulation vorantreiben“

Dr.-Ing. Matthias Hörmann und Josef A. Overberg, CADFEM, im Gespräch

13 Mit Batterien im Flügel

Entwicklung eines emissionsfreien Elektroflugzeugs mit der 3DExperience-Plattform

16 Schlüssel für schnellere Entwicklungsprozesse

Expertenumfrage: Simulation in der Produktentwicklung

20 Eine Softwareplattform auf Rädern

Wie Digital Engineering den Weg zum softwaredefinierten Fahrzeug ebnet

22 Komplexität in Wettbewerbsvorteile verwandeln

Simulation in der Produktentwicklung

24 Strategien zur Effizienzsteigerung

Ingenieur-Simulationen in der HPC-Cloud

SPECIAL: AUTOMATISIERUNG IN DER INTRALOGISTIK

26 Baumalog optimiert die Lagerautomatisierung

Automatisierte Lager- und Transportsysteme

28 Effiziente Automatisierung mit dem Rielec Fit Sorter

Bihl+Wiedemann optimiert Rielec-Paketlogistik

30 Automatisierung als Schlüssel zur Effizienzsteigerung

IO-Link, RFID und 3D-Vision in der Intralogistik

32 Die Zukunft der Lagereffizienz

Prozesse nachhaltig optimieren

34 Framo Morat und Filics bündeln ihre Kräfte

Effiziente Antriebslösungen für Palettentransport

ELEKTROTECHNIK & AUTOMATION

36 Codierungsumgebung transformiert Maschinenentwicklung

B&R präsentiert Automation Studio Code

38 Die Zukunft der industriellen Automatisierung

Software-Defined Automation

LINEARTECHNIK

40 Tattoos für Industrieprodukte

Hörber + Hetzner realisiert Laser-Beschriftungsplätze mit schmierfreier Lineartechnik von igus

42 Keine Müdigkeit an Schaltschrank & Co.

RK Easymount: Ergonomische Arbeitsplatzlösung – nicht nur für die Schaltschrankmontage

44 Pneumatik war gestern

Vorteile von Elektrozylindern in industriellen Anwendungen

KI IM ENGINEERING IM FOKUS

46 Vom Dokumentieren zum Orientieren

PLM weiter gedacht

48 Vom Zeichner zum Systemarchitekten

Künstliche Intelligenz in der Elektrokonstruktion

50 Künstliche Intelligenz erweitert das Digital Mock-up

Automatisierte Absicherung geometrischer Risiken

52 Daten statt Erfahrung

Wie ETO durch GPU-basierte Auslegung und digitale Fertigungsanbindung skalierbar wird

PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT

54 Digitalisierung von Kopf bis Fuß

CPQ-Software als Lösungsgenerator für Vertriebsprozesse

56 Produktstruktur als Wahrheitsträger

Warum ohne klare Produktstruktur keine digitale Wertschöpfung entsteht

58 „Ingenieure werden zu Digital Thread Rangern“

PLM-Transformation: Ein Büro-Gespräch unter Kollegen

3 EDITORIAL

60 MARKTPLATZ

62 IMPRESSUM

62 VORSCHAU

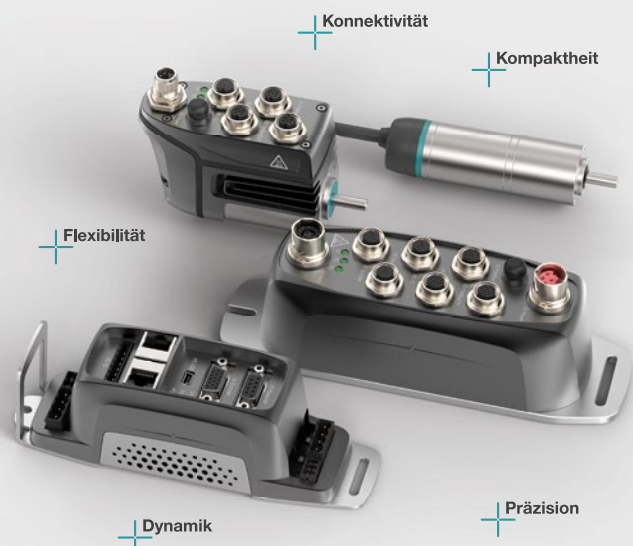
Ein Plus
an Performance:

Kleinservoantriebssystem
weitergedacht.

Die nächste Generation unseres industrietauglichen Kleinservoantriebssystems setzt wieder einmal Maßstäbe:

- + Multi-Ethernet-Schnittstelle für maximale Konnektivität
- + Um 30 % kompaktere Servoregler
- + Kompakt-Antriebssystem für die Feldebene
- + Dezentrale Intelligenz
- + Miniaturisierter Multiturn Encoder
- + Optional: Haltebremse, Getriebe, Spindeltrieb u.v.m.

Dies eröffnet Ihnen neue Freiheiten bei der Maschinenkonzeption.



Jakob Antriebstechnik

HYDROMECHANISCHE FEDERSPANNSYSTEME

Die hydromechanischen Federspannzylinder ZSF von Jakob Antriebstechnik sind robuste und zuverlässige Spannmechanismen für verschiedene Anwendungsbereiche. Sie eignen sich ideal für Situationen, in denen bewegliche Maschinenteile zeitweise fixiert werden müssen, wie im Vorrichtungsbau oder bei der Werkstück- und Werkzeugklemmung.

Die Federspannsysteme arbeiten durch eine Kombination aus mechanischen und hydraulischen Prinzipien. Die Spannkraft wird mechanisch durch vorgespannte Tellerfedern erzeugt, während Hydraulik nur für das Lösen der Elemente benötigt wird, um den Zuganker oder Druckbolzen freizugeben. Dadurch bleibt die Spannkraft unabhängig von Öldruck oder Leckageverlusten konstant hoch, was die Betriebssicherheit erhöht.

So wird der Druck- oder Zugkolben abwechselnd durch das Tellerfederpaket oder den Hydraulikdruck beeinflusst. Mit steigendem Öldruck komprimiert sich das Federpaket und erhöht die Federkraft, bis die gewünschte Klemmkraft erreicht ist. Zur Freigabe des Druck- oder Zugkolbens ist ein höherer Hydraulikdruck erforderlich, der proportional zum Lösehub ist.



Die hydromechanischen Federspannsysteme bieten zahlreiche Vorteile, darunter kurze Betriebszeiten des Hydraulikaggregats und niedrige Anschaffungskosten.

Bild: Jakob Antriebstechnik



Titelanzeige: Comsol Multiphysics

Vier Schritte vorwärts in der Multiphysik-Simulation

Das Titelmotiv zeigt einen aufgeschnittenen Leistungstransformator als multiphysikalisches Simulationsmodell. Sichtbar sind Wicklungen, magnetischer Kern, Rahmen sowie Gehäusestrukturen. Farbige Felder zeigen die

Schwingungsantwort des Systems. Die Vibrationen entstehen teilweise durch magnetostriktive Kräfte im ferromagnetischen Kern: In zeitlich veränderlichen Magnetfeldern treten minimale Form- und Volumenänderungen auf, die mechanische Dehnungen anregen und sich in der Baugruppe als Schwingungen ausbreiten können.

Dieses Beispiel zeigt, warum gekoppelte Simulationen nötig sind: Erst das Zusammenspiel aus Elektromagnetik, Materialverhalten und Mechanik ermöglicht die Analyse dieses Bauteils. Comsol Multiphysics 6.4 unterstützt solche Analysen mit Erweiterungen im Workflow und Performanceverbesserungen, die Iterationen und Variantenstudien deutlich beschleunigen.

Comsol Multiphysics GmbH
Robert-Gernhardt-Platz 1
37073 Göttingen, Deutschland
Telefon: +49 (0)5 51 / 9 97 21-0
E-Mail: info@comsol.de
www.comsol.de

PTC

NEUE KI-FUNKTIONEN IN WINDCHILL

PTC hat Windchill AI Parts Rationalization veröffentlicht, eine neue KI-Funktion, die in die PLM-Lösung Windchill integriert ist. Sie bringt künstliche Intelligenz direkt in die Arbeitsabläufe des Teilemanagements und hilft Herstellern, Herausforderungen wie doppelte Teile, langsame oder ungenaue Teilesuchen sowie inkonsistente Teiledaten zu bewältigen – Probleme, die zu höheren Kosten und längeren Entwicklungszyklen führen.



PTC hat Windchill AI Parts Rationalization veröffentlicht, eine KI-Funktion in der PLM-Lösung Windchill.

Bild: PTC

Windchill AI Parts Rationalization erkennt ähnliche Teile, um Duplikate zu vermeiden, identifiziert redundante Teile in den Unternehmenssystemen und unterstützt deren Konsolidierung mit Änderungsprozessen. Die Funktion wird als Plug-in bereitgestellt, sodass Kunden neue KI-Funktionen mit minimalen Unterbrechungen des Betriebs einfach nutzen und Innovationen schnell vorantreiben können. Diese Erweiterungen helfen, Bestände und Lagerhaltungskosten zu reduzieren, die Konstruktionsarbeit zu beschleunigen, die Datenqualität zu verbessern sowie eine sicherere Zusammenarbeit und fundiertere Entscheidungen zwischen den Teams zu fördern.

Weidmüller

CC-LINK-ZERTIFIZIERUNG

Weidmüller hat für sein modulares I/O-System u-remote das Zertifikat der CC-Link Partner Association (CLPA) erhalten. Damit ist u-remote das erste modulare I/O-System mit offizieller CC-Link-IE-Safety-Zertifizierung für CC-Link IE TSN. Die Schnittstelle eröffnet Maschinenbauern und Automatisierungsingenieuren neue Möglichkeiten, Anlagen in Netzwerke mit CC-Link-IE-TSN-Standard zu integrieren.

CC-Link-IE-TSN ist ein offenes Feldbussystem, das auf Gigabit-Ethernet-Technologie basiert und die Anforderungen moderner industrieller Kommunikation erfüllt. Mit der Unterstützung von Time Sensitive Networking (TSN) ermöglicht CC-Link-IE-TSN eine deterministische Datenübertragung und fördert die Konvergenz unterschiedlicher Netzwerke innerhalb einer Anlage.

Durch die Integration der CC-Link-IE-TSN-Technologie lassen sich modulare, feingranulare Systemarchitekturen einfach realisieren. Anwender profitieren von einer flexiblen Einbindung verteilter I/O-Module in bestehende Automatisierungsnetzwerke, ohne auf Performance oder Sicherheit verzichten zu müssen.



U-remote ist das erste modulare I/O-System mit CC-Link-IE-Safety-Zertifizierung für CC-Link-IE-TSN. Damit lassen sich nun auch feingranulare Systemarchitekturen umsetzen.

Bild: Weidmüller

Oriental Motor

LEISTUNGSSTARKE ANTRIEBE FÜR AMR

Die Antriebe der BLV-R-Serie von Oriental Motor wurden für mobile Robotik sowie AGV und AMR entwickelt. Dank kompakter Bauweise, präziser Steuerung und hoher Energieeffizienz eignen sie sich ideal für Intralogistik und Automatisierung.

Die bürstenlosen DC-Motoren der BLV-R-Serie ermöglichen eine weiche Beschleunigung sowie ein sanftes Starten und Stoppen und einen ruhigen Lauf über den gesamten Drehzahl-Bereich hinweg. Ein fahrerloses Transportfahrzeug kann deshalb problemlos anderen Fahrzeugen oder Gegenständen ausweichen, ohne dass die Ladung verrutscht oder beschädigt wird. Der hochauflösende Encoder mit einer

Auflösung von 0,01° ermöglicht eine sehr feine Erfassung der Motorposition und bildet damit eine präzise Grundlage für Positionier- und Regelungsaufgaben, zum Beispiel beim Anfahren definierter Haltebereiche eines FTS.

Oriental Motor bietet die bürstenlosen DC-Antriebe der BLV-R-Serie mit Ausgangsleistungen von 60 bis 400 Watt und Drehzahlbereichen von 1 min⁻¹ bis 4.000 min⁻¹ an; alle Ausführungen verfügen über eine integrierte STO-Funktion.



Zusammen mit dem neuen MVC01 Mobile Robot Controller bilden die Motoren der BLV-R Serie eine komplette Steuer- und Antriebslösung aus einer Hand.

Bild: Oriental Motor (Europa)

Fraunhofer LBF

UMFASSENDE NEUAUSRICHTUNG

Das Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF in Darmstadt geht mit einer umfassenden Neuausrichtung in das Jahr 2026. Ziel ist es, durchgängige FuE-Leistungen aus einer Hand anzubieten – von der Materialauswahl über die Komponentenbewertung bis zur Systemintegration, Validierung und Betriebsüberwachung. Dafür verbindet das Institut Material-, Struktur- und Systemkompetenz gezielt mit digitalen Methoden, KI und digitalen Zwillingen sowie mit Strategien für Kreislauffähigkeit entlang des Produktlebenszyklus. So unterstützen die Darmstädter Forschenden Industriepartner dabei, sichere, effiziente und langlebige Produkte schneller in die Anwendung zu bringen und zugleich Ressourcen effizienter zu nutzen.

Ziel ist es, Kundinnen und Kunden entlang der gesamten Wertschöpfungskette – von der Materialentwicklung über die Komponentenbewertung bis zur Systemintegration – noch effizienter und flexibler zu unterstützen.

Driving the world

SEW
EURODRIVE

EIN Umrichter. Viele Förderlösungen.



NEU: MOVIONE® – DER Umrichter für Ihre Förderanwendungen

Mit MOVIONE® erweitern wir unser dezentrales Umrichter-Portfolio des modularen Automatisierungsbaukastens MOVI-C®. Die intelligente Antriebseinheit, die den Takt vorgibt – einfach, optimiert, standardisiert.

Was macht MOVIONE® einzigartig?

- vielfältig einsetzbar mit IE3- und IE5-Motoren
- als integrierte Einheit oder wandmontiert
- kosteneffizient und einfach integrierbar

Ob Retrofit oder Neuanlage – MOVIONE® lässt sich nahtlos in bestehende Systeme einbinden.

www.sew-eurodrive.de

VIER SCHRITTE VORWÄRTS IN DER MULTIPHYSIK

In vielen Entwicklungsabteilungen ist Simulation vom Prüfwerkzeug zum festen Bestandteil der Entwicklungsarbeit geworden, um Entscheidungen früher zu treffen, Varianten zügig zu vergleichen und Risiken früh zu erkennen. Mit Version 6.4 erweitert Comsol Multiphysics die Plattform in allen Physikbereichen mit Performance-Gewinnen, neuen Anwendungsfeldern und Assistenzfunktionen. » VON DR. PHILLIP OBERDORFER



Der GPU-basierte direkte Solver cuDSS verkürzt Rechenzeiten bei großen, dünnbesetzten Systemen, wie dieser Druckakustiksimulation einer Fahrzeug-Innenkabine.

Multiphysik ist in der modellbasierten Produktentwicklung kein Sonderfall, sondern die Regel. Da sich reale Systeme nicht an disziplinäre Grenzen halten, müssen belastbare digitale Prototypen Kopplungen zwischen Feldern, Strömungen, Wärme, Chemie und Mechanik konsistent abbilden. Comsol verfolgt einen bewusst offenen Ansatz: Im gesamten Modell können feste Werte durch Parameter, Variablen, Funktionen oder eigene Gleichungen ersetzt werden. So lässt sich ein Modell von einer ersten Abschätzung zu Variantenrechnungen und schließlich zu versionierten Prototypen ausbauen. Wenn Standardannahmen nicht ausreichen, kann man auf einfache Weise eigene Gleichungen und Kopplungen ergänzen, ohne den Workflow zu verlassen.

Damit Simulation im Alltag skaliert, reicht jedoch die Modellerstellung allein nicht aus. Bei der Comsol-Plattform greifen drei

Arbeitsbereiche ineinander: der Model Builder für Aufbau, Lösung und Auswertung, der Application Builder zur Erstellung benutzerfreundlicher Simulations-Apps und der Model Manager für Organisation, Versionskontrolle und Wiederverwendung von

BEI DER COMSOL-PLATTFORM GREIFEN DREI ARBEITSBEREICHE INEINANDER: MODEL BUILDER, APPLICATION BUILDER UND MODEL MANAGER.

Workflows. Apps lassen sich intern bereitstellen oder als völlig eigenständige Programme verteilen, die ohne Lizenz auf beliebigen Endgeräten laufen. Alternativ kann man sie über Comsol Server zentral verwalten und im Browser ausführen. Version 6.4 unterstützt diesen Einsatz, indem sich Netzwerkpara-

meter für DNN-Ersatzmodelle exportieren lassen, und Trainingsdaten per Batch- und Cluster-Computing effizient erzeugt werden können.

Die wichtigsten Neuerungen in Version 6.4 lassen sich in vier konkrete Schritte zusammenfassen.

1. Schnellere Lösungen durch GPU-Einsatz

Mit dem Nvidia Cuda Direct Sparse Solver (cuDSS) steht ein physikunabhängiger, GPU-beschleunigter direkter Solver zur Verfügung, der sich für alle Anwendungsbereiche eignet und sich von der Einzelphysik bis zu stark gekoppelten Multiphysikmodellen einsetzen lässt. Der Vorteil zeigt sich vor allem dann, wenn große, dünnbesetzte Gleichungssysteme wiederholt gelöst werden müssen, beispielsweise in nichtlinearen Iterationen, impliziten Zeitschritten, Eigenwertproblemen oder Parameter-Sweeps. In Tests konnte man Beschleunigungen um den Faktor fünf oder mehr erreichen. Der tatsächliche Gewinn hängt jedoch vom Modell und der Hardware ab. Besonders profitieren eng gekoppelte Probleme, die bislang mit direkten Lösern gelöst wurden. Für viele Workflows bedeutet dies, dass mehr Parameterstudien, feinere Netze oder mehr Physik in derselben Zeit möglich sind. Ergänzend wird die Multi-GPU-Unterstützung für zeitexplizite Druckakustik ausgebaut, wodurch sich große transiente Analysen besser skalieren lassen.

2. Explizite Dynamik für anspruchsvolle Strukturereignisse

Für schnelle, transiente und stark nichtlineare Ereignisse führt Version 6.4 ein Framework für zeitexplizite Strukturmechanik ein. Die explizite Zeitintegration ist auf große Deformationen, hohe Dehnraten und allgemeine Kontaktbedingungen mit vielen Objekten ausgelegt. Damit lassen sich Aufgaben be-

handeln, bei denen implizite Verfahren häufig an ihre Grenzen hinsichtlich Robustheit und Laufzeit stoßen. Dazu zählen typischerweise Falltests empfindlicher Geräte, Stoßereignisse, Wellenausbreitung oder Umformprozesse. Auch komplexe mechanische Kontakte, etwa beim Verpressen vieler Kontaktpartner, lassen sich damit stabiler berechnen. Der Aufwand für Entwicklerteams, transiente Kurzzeitszenarien numerisch stabil und in akzeptabler Zeit zu rechnen, sinkt deutlich.

3. Neues Granular Flow Module für Partikelprozesse

Mit dem neuen Granular Flow Module erweitert Comsol seine Plattform um die Diskrete-Elemente-Methode (DEM) zur Simulation granularer Prozesse. Anstatt ein Schüttgut als Kontinuum zu approximieren, werden die Bewegung der Partikel und ihre Wechselwirkungen direkt erfasst. So lassen sich Kollisionen, Adhäsion, Reibung, Rotationswiderstand und (je nach Setup) Wärmetransport zwischen einzelnen Partikeln berücksichtigen. Auf diese Weise können Anwender Trichter- und Silofluss, Rutschentransport, Dosierung, Mischprozesse oder Pulververteilung realistischer untersuchen, insbesondere wenn Partikelgrößen, Wandkontakte oder die Mischgüte eine entscheidende Rolle spielen. Die DEM-Formulierung verfolgt Translation und Rotation einzelner Körner und leitet daraus das Gesamtverhalten ab. Dies ist sogar bei sehr großen Partikelzahlen möglich. Typische Einsatzfelder finden sich in der chemischen Verarbeitung, in der Pharmaindustrie, in der Landwirtschaft, im Bergbau und in der additiven Fertigung.



DEM-basierte Simulation granularer Prozesse: Partikelbewegung und Interaktionen statt Kontinuumsannahme.
Bilder: Comsol

4. Intelligente Unterstützung bei der Modellerstellung

Zusätzlich erweitert Version 6.4 die optionalen, LLM-gestützten Funktionen: Über das Chatbot-Fenster ist eine Verbindung zu OpenAI-API-kompatiblen Diensten möglich, darunter GPT-5, DeepSeek, Google Gemini und Anthropic Claude. Neben dem Zugriff auf die Comsol-Dokumentation lässt sich Kontext gezielt beilegen, etwa in Form einzelner Knoten aus dem Modellbaum, eines ganzen Modells, von Textdateien oder Bildern. Damit hilft die Assistenz sowohl bei Syntax- und Einstellungsfragen als auch bei konkreten Arbeitsschritten wie dem Setzen von Randbedingungen, dem Interpretieren von Fehlermeldungen oder dem Generieren von API-Code. Das Sprachmodell läuft

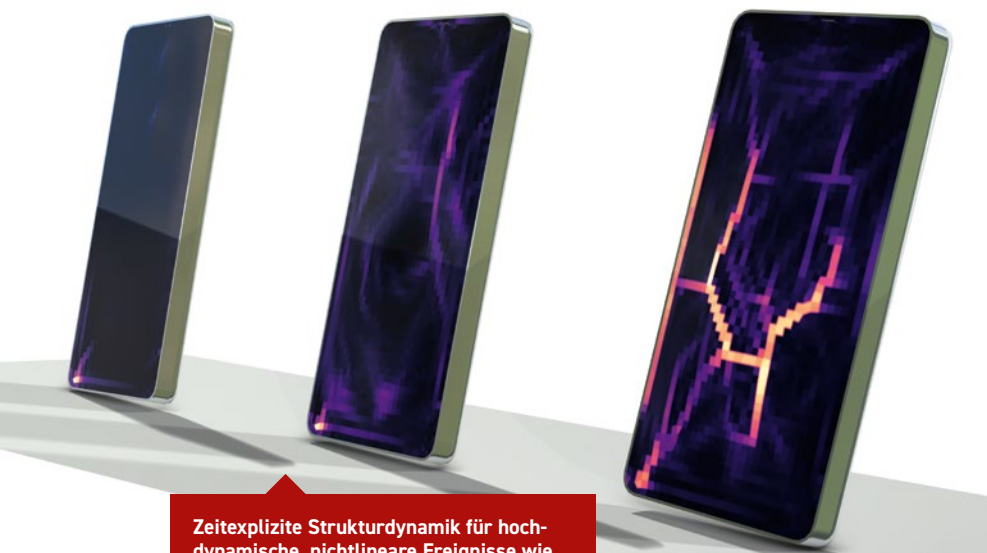
MIT VERSION 6.4 VON COMSOL MULTIPHYSICS WIRD ES EINFACHER, SIMULATIONSERFAHRUNG ÜBER TEAMS HINWEG ZU TEILEN.

nicht in Comsol selbst, sondern wird über einen konfigurierten Provider angesprochen. Erforderlich ist ein eigener API-Key. Dies erleichtert es, Unternehmensvorgaben zu berücksichtigen, beispielsweise welche Dienste genutzt und welche Modelldaten extern geteilt werden dürfen.

Mehr als Performanceverbesserungen

Mit Comsol Multiphysics 6.4 lassen sich zentrale Aspekte der digitalen Produktentwicklung adressieren. Zwei der vier wichtigsten Neuerungen zielen direkt auf Rechenzeit und Robustheit: GPU-Beschleunigung verkürzt iterative Rechnungen, explizite Dynamik stabilisiert stark nichtlineare Kurzzeitszenarien. Granular Flow und Assistenzfunktionen erweitern parallel das Anwendungsspektrum und senken den Aufwand in der Modellerstellung. Gleichzeitig wird es einfacher, Simulationserfahrung über Teams hinweg zu teilen – als nachvollziehbare Modellhistorie, als wiederverwendbarer Workflow oder als Simulations-App bis hin zur lizenzfrei einsetzbaren Standalone-Anwendung. Damit wird Multiphysik leistungsfähiger und gleichzeitig zugänglicher.

« RT



Zeitexplizite Strukturdynamik für hochdynamische, nichtlineare Ereignisse wie Aufprall und komplexen Kontakt.

Dr. Phillip Oberdorfer ist Technology Communication Manager bei Comsol Multiphysics.

„WIR WOLLEN DIE DEMOKRATISIERUNG DER SIMULATION VORANTREIBEN“

CADFEM gehört zu den Pionieren im Bereich numerischer Simulation in der Produktentwicklung und ist ein enger Vertriebs- und Technologiepartner von Ansys. Im Interview sprachen die beiden CADFEM-Geschäftsführer, Dr.-Ing. Matthias Hörmann und Josef A. Overberg, unter anderem über die aktuelle Situation im Simulationssektor, über Markt- und Technik-trends sowie über die Auswirkungen der Ansys-Übernahme durch Synopsys im vergangenen Jahr. Zum Abschluss haben uns beide noch verraten, wie ihre Erwartungen für 2026 aussehen.



BLICKEN OPTIMISTISCH IN DIE ZUKUNFT:
Die Geschäftsführer von CADFEM Germany:
Dr.-Ing. Matthias Hörmann (rechts) und
Josef A. Overberg (links).

Bilder: CADFEM/Nadine Wilhelm Fotografie

? Digital Engineering Magazin (DEM): Was waren aus Ihrer Sicht im vergangenen Jahr die wichtigsten Entwicklungen in den Bereichen Simulation und Digital Engineering?

DR.-ING. MATTHIAS HÖRMANN: Für mich war eine zentrale Entwicklung, dass Simulation auch in der Breite zunehmend in den gesamten Produktentwicklungsprozess integriert wird. Digital Engineering ist längst kein Schlagwort mehr, sondern ein strategisches Thema, das Kunden wirklich voranbringt und den Entwicklungsprozess beschleunigt. Ein weiteres wichtiges Thema war künstliche Intelligenz. KI verlässt zunehmend die Pilotprojekte und wird zu einem wichtigen Werkzeug in Produktentwicklung und Simulation.

Eine weitere wichtige Entwicklung ist die GPU-Unterstützung der Ansys-Solver. Durch den Fortschritt der GPU-Chip-Entwicklung profitieren GPU-basierte Solver von der hohen Performance dieser Technologie. Dies führt zu Geschwindigkeitszuwächsen, die mit einer CPU- und cluster-basierten Lösung vor kurzem noch undenkbar waren. Was man früher nur mit Abstrichen simulieren konnte, lässt sich heute mit GPU-basierten Solvern hochaufgelöst und sehr schnell simulieren.

Ein anderer wichtiger Aspekt im letzten Jahr waren sicherlich Übernahmen im Bereich der Simulationslösungen. Es gab nicht nur die Übernahme von Ansys durch Synopsys, die Mitte 2025 abgeschlossen wurde.

» DIGITAL ENGINEERING IST LÄNGST KEIN SCHLAGWORT MEHR, SONDERN EIN STRATEGISCHES THEMA, DAS KUNDEN WIRKLICH VORANBRINGT.«

DR.-ING. MATTHIAS HÖRMANN

JOSEF A. OVERBERG: Ich möchte hier ergänzen, dass die Relevanz dieser Themen stark von der Unternehmensgröße abhängt. Bei CADFEM betreuen wir sowohl Kleinstkunden als auch große Unternehmen, zum Beispiel Liebherr. Durch den Einzug von KI merken wir, dass auch kleinere Unternehmen jetzt nicht mehr darum herumkommen, sich um Daten Gedanken zu machen. KI benötigt saubere, strukturierte Daten – das zwingt die Unternehmen geradezu, über ihre Datenhaltung und Workflows nachzudenken.

Ein weiterer Trend ist der Wandel von Expertenwissen hin zu Anwendungswissen. Simulationssoftware wird intuitiver und leichter nutzbar, sodass auch weniger spezialisierte Anwender produktiv arbeiten können. Mit modularisierten Produkten, wie sie Ansys

mittlerweile bietet, können Simulationsexperten individuelle Lösungen schaffen, die dann simulationsferne Mitarbeiter nutzen.

? DEM: Was bedeuten diese Trends für CADFEM?

JOSEF A. OVERBERG: Diese Trends führen bei vielen unserer Kunden zu neuen Anforderungen. Sie fragen uns: ‚Wie bekommen wir unsere Datenprozesse in den Griff?‘ oder ‚Wie lassen sich durchgängige Workflows realisieren?‘. Unser Ziel ist, dass sie von diesen Trends profitieren können. Bei kleineren Kunden geht es oft darum, vorhandene Lösungen in die produktive Umgebung zu bringen.

Für große Unternehmen liegt der Fokus eher darauf, Technologien wie MBSE oder Omniverse voranzutreiben. Hier wünschen sie sich unsere Unterstützung.

DR. HÖRMANN: Diese Trends haben auch Auswirkungen auf die CADFEM-Organisation. Wir sind in mehreren europäischen Ländern sowie in Indien und Asien vertreten. Aktuelle Trends wie Photonik, Halbleiter, Quantentechnologie, Industrial Metaverse oder digitale Zwillinge beherrschen wir am besten, indem wir in Europa stärker zusammenarbeiten. So bündeln wir unsere Ressourcen und können unsere Kunden vor Ort umfassend betreuen. Dies ist ein wichtiger Aspekt, da sich viele unserer deutschen Kunden europäisch aufstellen und im Ausland Entwicklungszentren aufbauen.

? DEM: Künstliche Intelligenz erobert auch die industrielle Prozesskette. Wie kann KI das Engineering und die Simulation verändern?

JOSEF A. OVERBERG: Ein Aspekt ist die einfachere Anwendung von Engineering- und Simulationssoftware durch KI. Ähnlich wie bei Office-Anwendungen, in denen künstliche Intelligenz Routineaufgaben automatisiert oder über Assistenten unterstützt, werden auch Simulationsworkflows vereinfacht.

Spannender ist jedoch, wie KI das Engineering in einem Unternehmen verändern kann. Dafür müssen wir unseren Kunden individuelle und maßgeschneiderte Lösungen anbieten, die dafür sorgen, dass beispielsweise die Datenströme funktionieren und sich mit KI ein Mehrwert generieren lässt. Ich denke, heutige Standardaufgaben lassen sich in Zukunft oftmals mithilfe von künstlicher Intelligenz erledigen. Davon wird der Standort Deutschland stark profitieren, denn oft gehen Entwicklungsdienstleistungen wie die Vernetzung einer Karosserie aufgrund der



JOSEF A. OVERBERG ist im Jahr 2005 nach seinem Maschinenbaustudium in Hannover bei CADFEM eingestiegen. 2023 wurde er in die Geschäftsführung von CADFEM Germany berufen, zuvor hat er verschiedene Stationen von der Projektbearbeitung bis zur Bereichsleitung durchlaufen.

DR.-ING. MATTHIAS HÖRMANN hat Bauingenieurwesen an der Universität Stuttgart studiert und ist seit seiner Promotion im Jahr 2003 bei CADFEM. Nach verschiedenen technischen und leitenden Funktionen im Unternehmen ist er seit 2023 Teil der Geschäftsführung von CADFEM Germany.

hohen Kosten in Niedriglohnländer. Durch den KI-Einsatz können wir diese Aufgaben wieder nach Deutschland zurückholen.

DR. HÖRMANN: CAE-Softwarehersteller denken intensiv darüber nach, wie sie die Vernetzungsarbeit über künstliche Intelligenz durchführen können, vielleicht in Kombination mit einem LLM-Modell zur Sprachsteuerung oder textuellen Steuerung. Dadurch würden Ingenieure von monotonen Aufgaben befreit und können ihre Arbeitsleistung in kreative, innovative Aufgaben einbringen.

» ICH DENKE, HEUTIGE STANDARDAUFGABEN LASSEN SICH IN ZUKUNFT OFT MIT HILFE VON KI ERLEDIGEN.«

JOSEF A. OVERBERG

Oder denken wir an ein CFD-Turbulenzmodell. Nicht jedes dieser Modelle muss im Einzelnen hochaufgelöst analysiert oder gerechnet werden, was viel Simulationsrechenzeit bedeutet. Man könnte Turbulenz auch über KI-Modelle beschreiben beziehungsweise angelernte KI-Modelle dafür nutzen. Diese liefern schnell eine Antwort, sind aber trotzdem genau – ähnlich wie ein Ersatzmodell.

Ein anderes Beispiel ist die Ergebnisvorhersage durch KI aus vorher antrainierten Simulationsergebnissen.

? DEM: In welchen Bereichen setzt CADFEM künstliche Intelligenz ein und welche Erfahrungen haben Sie bisher mit KI gemacht?

OVERBERG: Bei CADFEM nutzen wir KI im Wesentlichen für administrative Prozesse und zur Workflow-Automatisierung, zum Beispiel mittels Microsoft 365 Copilot im Office-Bereich. Im Consulting-Bereich können wir KI nicht einsetzen, weil uns dafür die Datengrundlage fehlt. Wir konzentrieren uns vielmehr darauf, KI erfolgreich bei unseren Kunden einzuführen.

DR. HÖRMANN: Ich möchte hier auf die Zusammenarbeit mit unserem Partnerunternehmen PI Probaligence hinweisen. Diese Experten haben eine KI-Software entwickelt, die sehr leistungsfähig ist und nur moderate Computer-Ressourcen benötigt. Dies zeigt, dass KI nicht immer gleich Nvidia-GPU und große KI-Rechenzentren bedeuten muss.

Die Technologie von PI Probaligence setzt vielmehr auf einen anderen, nämlich smarteren KI-Ansatz. Ein typischer Konstrukteurs- und Ingenieur-Rechner reicht von der Performance aus, um KI-Modelle für das Engineering zu trainieren. Diese KI-Modelle lassen sich dann für Vorhersagen einsetzen. Die Technologie von PI Probaligence ist mittlerweile ausgereift und kann schon seit Längerem als Basis für Ansys-Softwaremodule wie zum Beispiel optiSLang AI+ genutzt werden. Und das ist wohl erst der Anfang.

? DEM: Gibt es dafür ein Beispiel oder ein Pilotprojekt?

DR. HÖRMANN: Ein interessantes Anwendungsbeispiel dafür ist das Projekt mit GEMÜ Gebrüder Müller Apparatebau. Hier wird über einen KI-Baustein ein Berechnungsvorgang vollständig automatisiert, damit Personen, die mit Simulation und Berechnungswerkzeugen



» KI VERLÄSST ZUNEHMEND DIE PILOTPROJEKTE UND WIRD ZU EINEM WICHTIGEN WERKZEUG IN PRODUKTENTWICKLUNG UND SIMULATION.«

DR.-ING. MATTHIAS HÖRMANN

nicht vertraut sind, einen Nachweis der Tragfähigkeit nach der Druckgeräte-Richtlinie erbringen können. Mit der KI-Lösung Stochos PI Probaligence ist es gelungen, den gesamten Workflow – Geometrieaufbereitung, Modellierung, normgerechte Bewertung nach Druckgeräte-Richtlinie und den Bericht – vollständig zu automatisieren.

DEM: Im Juli 2025 hat Synopsys, ein führender Anbieter im Bereich EDA und Chip-Design, den Simulationssoftware-Anbieter Ansys übernommen. Was waren Ihrer Meinung nach die Hauptgründe für diese Übernahme?

OVERBERG: Synopsys hatte gute Gründe für die Übernahme von Ansys. Sie brauchen diese physikbasierte Simulation, um zukünftig noch kleinere Chip-Designs entwickeln, auslegen und simulieren zu können. Für Synopsys ist das ein wichtiger Baustein im Lösungsportfolio, da mittlerweile in der herkömmlichen Chip-Entwicklung die physikalischen Grenzen erreicht werden. Deshalb spielen hier Temperaturfeldsimulation und strukturmekanische Simulation zukünftig eine wichtige Rolle. Und dafür bringt Ansys die passenden Lösungen mit.

DEM: Was bedeutet diese Übernahme für CADFEM?

OVERBERG: Zunächst einmal ist dies eine große Chance für CADFEM, als Unternehmen deutlich zu wachsen. Denn auch unser Produktportfolio wächst dadurch, und wir bekommen Zugang zu neuen Märkten. Zudem ist Synopsys durch den Merger in die Top 20 der weltweit größten Softwareunternehmen aufgestiegen, was gleichermaßen für Kunden wie für uns Sicherheit für die Zukunft gibt. Hieraus erwächst aber auch ein Anspruch an uns selbst, denn wir sind der weltweit größte

Channel-Partner für Ansys und wollen dies natürlich auch für Synopsys werden. Dieses Ziel haben wir bereits klar formuliert und sind auch bereits dabei, gemeinsam mit Synopsys die Randbedingungen dafür zu schaffen. Ein wichtiger Baustein ist hier natürlich auch der Ausbau der Experten in diesem Bereich.

DEM: CADFEM möchte die „Demokratisierung der Simulation“ vorantreiben. Was bedeutet das genau, und gibt es dafür Beispiele?

DR. HÖRMANN: Früher war Simulation hauptsächlich den Simulationsexperten vorbehalten. Das hat sich im Laufe der Zeit jedoch verändert. Bei der CAD-integrierten Simulation standen plötzlich Simulationswerkzeuge in der CAD-Oberfläche für den Konstrukteur bereit. Wenn wir jetzt noch einen Schritt weitergehen und uns von CAE und CAD lösen, kommen wir zu einer ganz neuen Situation. Nehmen wir zum Beispiel einen Anwender, der gar nicht mit einem CAD- oder CAE-System arbeitet, sondern die Aufgabe hat, zu bewerten, ob sich eine bestimmte Endkunden-Konfiguration realisieren lässt. Dafür kann er jetzt spezialisierte Werkzeuge einsetzen, die im Hintergrund Simulationsbausteine nutzen. Dieser Anwender muss keinerlei Simulationskenntnisse haben, um die gewünschten Ergebnisse zu erhalten.

Demokratisierung der Simulation bedeutet deshalb immer, simulationsfernen Personen den Nutzen der Simulation zur Verfügung zu stellen. Das heißt, ich ermögliche dieser Person, vom Simulationsergebnis zu profitieren und Erkenntnisse daraus zu schöpfen, ohne sich mit einer CAE-Software oder Simulation auseinandersetzen zu müssen.

Dabei hilft, dass Ansys in den letzten Jahren die entsprechenden Softwarebausteine von



» MIT OMNIVERSE UND QUANTEN-COMPUTING STEHEN NEUE SPANNENDE TECHNOLOGIEN VOR DER TÜR, DIE DEN MARKT BEFLÜGELN SOLLTEN.«

JOSEF A. OVERBERG

einem monolithischen Ansatz in einen modularen Ansatz überführt hat – versehen mit der Programmiersprache Python. Damit lassen sich PyAnsys-Bausteine erstellen, mit denen der Kunde in der Lage ist, solche Workflows für simulationsferne Anwender aufzubauen.

OVERBERG: Ich möchte noch ergänzen, dass in den Unternehmen ein Umdenken stattfinden muss. Viele haben immer noch dedizierte Entwicklungs- oder Simulationsabteilungen mit Experten, die Simulationsaufgaben lösen und die Ergebnisse zurückspielen. Ich glaube, das sind die falschen Ansätze. Die Experten sollten nicht tagtäglich Simulationen durchführen, sondern sich vielmehr darum kümmern, Simulation für jeden im Unternehmen zugänglich zu machen – und zwar durch Automatisierung. Großunternehmen haben das seit vielen Jahren erkannt. Da gibt es meistens Abteilungen, die sich mit Methodenentwicklung beschäftigen. Sie entwickeln Simulationsmethoden, rollen diese dann im Unternehmen aus, sodass möglichst viele Ingenieure sie verwenden können. Bei kleinen und mittelständischen Unternehmen ist das bisher nicht so.

DEM: Blicken wir zum Abschluss noch auf das neue Jahr. Wie sehen Ihre Erwartungen für 2026 aus?

OVERBERG: Dass der Merger zwischen Synopsys und Ansys endlich durchgeführt wurde, ist gut für uns. Wir können jetzt vieles umsetzen, was wir schon geplant haben. Ferner erwarten wir dieses Jahr eine stückweite Erholung der deutschen Wirtschaft. Wir verspüren gewisse positive Trends. Diese Rückmeldung erhalten wir auch von unseren Kunden. Mit Omniverse und Quanten-Computing stehen zudem neue spannende Technologien vor der Tür, die den Markt beflügeln sollten. Ich glaube, 2026 wird sich besser entwickeln als das vergangene Jahr, wo viele Unternehmen auf der Bremse standen und Gelder zurückgehalten haben. Trotz des Bedarfs wurde weniger in Softwarelizenzen investiert. Dies ändert sich gerade wieder.

DR. HÖRMANN: Aus technischer Sicht wird es dieses Jahr bei den Solvers einen Performance-Schub geben. Solver, die bisher noch nicht GPU-basiert sind, werden sukzessive auf GPU migriert. Darüber hinaus werden die bereits angesprochenen KI-integrierten Bausteine dieses Jahr Einzug in die Simulation finden.

Das Interview führte Rainer Trummer.

Der emissionsfreie Microliner markiert den Beginn einer neuen Ära in der kommerziellen Luftfahrt.

MIT BATTERIEN IM FLÜGEL

Mit dem vollständig elektrischen Microliner will das deutsch-belgische Unternehmen Væridion emissionsfreies Fliegen auf Kurzstrecken bis 2030 Realität werden lassen. Eine zentrale Rolle spielt dabei die 3DExperience-Plattform von Dassault Systèmes, die Entwicklung, Simulation und Zertifizierung einer neuen Generation nachhaltiger Flugzeuge maßgeblich unterstützt. » **VON JEROEN BURING**

Bis 2030 werden Sie mit einem komplett emissionsfreien Linieneinflug von Belgien nach London reisen können. Das ist nicht irgendeine ferne Zukunft – es ist die Realität, an der wir heute arbeiten.“ Das sagt Ivor van Dartel, CEO und Mitgründer von Væridion. Van Dartels Begeisterung für Elektrifizierung begann bereits im Jahr 2007, als er während seines Luft- und Raumfahrtstudiums an der Technischen Universität Delft sein erstes Elektroflugzeug entwickelte. Die Aufgabe: ein vier-sitziges Schulungsflugzeug zu entwerfen, das Nachhaltigkeit in den Mittelpunkt stellt. Das Potenzial einer elektrischen, nachhaltigen Luftfahrt ließ ihn seither nicht mehr los. Dies führte zur Gründung von Væridion, einem in Deutschland ansässigen Flugzeughersteller, der den regionalen Luftverkehr mit einem batterieelektrischen Flugzeug neu definieren will.

Neue Form regionaler Mobilität

Die Luftfahrtbranche fordert zunehmend nachhaltigere, kostengünstigere und besser zugängliche Lösungen für den regionalen Flugverkehr. Der vollständig elektrische Micro-

liner von Væridion hat das Potenzial, diese Entwicklung entscheidend voranzutreiben.

Der Microliner, ausgelegt für neun Passagiere und zwei Piloten, soll bis zu 2.300 Flughäfen in ganz Europa verbinden. So ermöglicht er neue Routen für Geschäftsreisende zwischen Regionen, die per Straße, Schiene oder Fähre schwer erreichbar sind – und für herkömmliche Flugzeuge schlicht zu teuer wären, etwa zwischen Rotterdam und Groningen. Væridion schafft damit eine neue Form regionaler Mobilität, die multimodale Verbindungen stärkt und die wirtschaftliche Entwicklung abgelegener Regionen unterstützt.

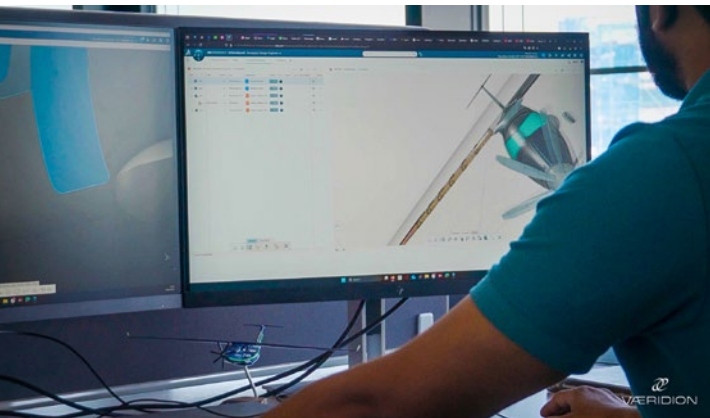
Jeder Aspekt des Flugzeugs ist auf Sicherheit und Leistung ausgelegt. Das fortschrittliche Batteriesystem wurde speziell für die Anforderungen von Kurzstreckenflügen konzipiert. Durch die „Batterie-Flügel-Integration“ sind die leistungsstarken Batteriepacks direkt im Flügel verbaut und versorgen die Elektromotoren. Dieses Design verbessert sowohl die strukturelle Stabilität als auch die aerodynamische Effizienz der Flügel. Der Microliner verfügt zudem über ein modernes Elektroantriebssystem mit mehreren Motoren und einem einzelnen Propeller, das Motorredundanz mit zentralem Schub-

strang für zusätzliche Sicherheit kombiniert. Dank dieser innovativen Antriebsarchitektur produziert der Microliner keine CO₂- oder NOx-Emissionen, keine Kondensstreifen und erzeugt deutlich weniger Lärm als herkömmliche Flugzeuge. Das Ergebnis ist ein außergewöhnlich energieeffizientes Flugzeug – ohne Abstriche bei Sicherheit oder Komfort.

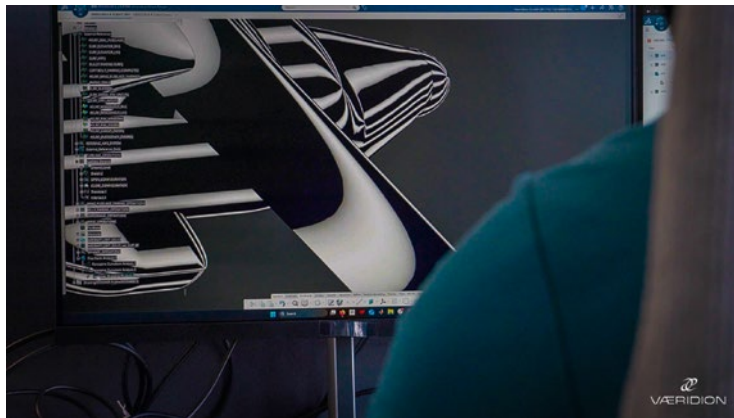
» **WIR WOLLEN EIN PRODUKT AUF DEN MARKT BRINGEN, DAS REGIONALE FLUGVERBINDUNGEN ZUGÄNGLICHER MACHT UND GLEICHZEITIG PROFITABEL FÜR BETREIBER IST.«**

IVOR VAN DARTEL

„Unsere Mission geht über die Entwicklung erstklassiger Flugzeuge hinaus. Wir wollen ein Produkt auf den Markt bringen, das sich nahtlos in bestehende Infrastrukturen integrieren lässt, regionale Flugverbindungen zugänglicher macht und gleichzeitig profitabel für Betreiber ist“, erklärt Ivor van Dartel.



Die Konstruktion nachhaltiger elektrischer Luftfahrt fasziniert Væridion-Gründer und CEO Ivor van Dartel schon seit dem Studium.



Die 3DExperience-Plattform bewältigt auch Aufgaben außerhalb des klassischen Rahmens der Luftfahrttechnik.

Neue Ära kommerzieller Luftfahrt

Mit dem Ziel, bis 2030 die EASA CS-23-Zertifizierung zu erreichen, hat Væridion das Potenzial, eine neue Ära emissionsfreier kommerzieller Luftfahrt einzuleiten. Wie das gelingt? Durch den Einsatz der 3DExperience-Plattform. „Beim Übergang von der F&E-Phase zur Flugzeugentwicklung standen wir vor erheblichen Herausforderungen: Unsere Technologie musste weiterentwickelt werden – ebenso unsere Systeme und Prozesse. Die 3DExperience-Plattform ermöglichte es uns, die Entwicklung zu beschleunigen und Prozesse gleichzeitig einfach und effektiv zu halten“, so van Dartel.

Einzigartige Herausforderungen meistern

Eine Revolution der Luftfahrt ist kein leichtes Unterfangen. Væridion sieht sich mit mehreren Herausforderungen der Branche konfrontiert. Klassische Flugzeuge sind nicht für Kurzstrecken ausgelegt: Sie sind teuer im Betrieb und ineffizient. Darüber hinaus verlangen Branche, Passagiere und Regulierungsbehörden nach Dekarbonisierung und der Entwicklung nachhaltigerer Fluglösungen. Der Microliner adressiert diese Anforderungen, bringt jedoch die zusätzlichen technischen Herausforderungen eines vollständig elektrischen Flugzeugs mit sich.

Die Technologie des Microliners basiert auf einem batterieelektrischen Antriebssystem, das eng in den Flügel integriert ist. Das Designteam muss maximale Leistung in allen kritischen Flugphasen sicherstellen – vom Start auf kurzen Bahnen bis hin zu energieeffizienten Reiseflügen. Die Batterie-Flügel-Integration ermöglicht eine große Spannweite ohne strukturelle Nachteile. Der schlanke Flügel bietet einen entscheidenden aerodynamischen Vorteil gegenüber herkömmlichen Designs. Gleichzeitig ist die Gewichtsreduzierung des

Flugwerks essenziell, um möglichst viele Batterien aufnehmen zu können.

Diese Herausforderungen sind für konventionelle Flugzeuge untypisch, doch die 3DExperience-Plattform bewältigt auch Aufgaben außerhalb des klassischen Rahmens der Luftfahrttechnik. „Unser Projekt folgt vielen Prinzipien der herkömmlichen Flugzeugentwicklung, aber das Antriebssystem ist absolut unkonventionell. Wir nutzen unterschiedliche Anwendungen aus derselben Software-Familie: eine für das Batteriemoduldesign, eine andere für Strukturen. Diese Flexibilität ermöglicht es uns, für jede Aufgabe das perfekte Werkzeug auszuwählen – wie ein Schweizer Taschenmesser“, erläutert Markus Kochs-Kämper, CTO von Væridion.

Alle Werkzeuge auf einer einzigen Plattform

Der Einsatz der 3DExperience-Plattform von Dassault Systèmes hat das Entwicklungstem-

po des Microliners grundlegend verändert. Die automatisierten Simulationsfunktionen von Simulia reduzieren zeitintensive manuelle Aufgaben im Designprozess. Mit Catia lassen sich hochkomplexe mechanische Bauteile vom Konzept bis zum Detail präzise entwickeln. Enovia vernetzt alle Projektbeteiligten über ein zentrales cloudbasiertes Projektmanagement auf der 3DExperience-Plattform – jederzeit und überall zugänglich. „Eine der größten Herausforderungen für Ingenieurunternehmen besteht darin, mehrere Tools gleichzeitig zu verwalten. Mit der 3DExperience-Plattform stehen uns alle wichtigen Werkzeuge auf einer einzigen Plattform zentral zur Verfügung – für Ingenieure, Studierende und das Managementteam. Das verschlankt unsere Entwicklungsprozesse, sichert Datenqualität in Echtzeit und reduziert Ineffizienzen“, sagt Kochs-Kämper.

Auch die Virtual-Twin-Funktionen der Plattform spielen eine entscheidende Rolle



Væridion arbeitet auf eine Zukunft hin, in der regionale Luftmobilität sauberer und inklusiver ist und unterversorgte Regionen besser angebunden sind.

für den Erfolg des Teams. Ein großer Teil der Innovationskraft des Microliners liegt in den technischen Entscheidungen. Mit dem virtuellen Zwilling kann das Team verschiedene Batterieanordnungen simulieren und testen, um Installation und Wartung zu optimieren. „Während der Designphase ist der virtuelle Zwilling unsere zentrale Datenbasis. Wir verwalten detailliertes Design und Konfiguration in Echtzeit in 3D und nutzen den virtuellen Zwilling anschließend in der Fertigung der Batteriemodule. Es gibt eine durchgehende Kontinuität der Daten von der Designphase bis zur Produktion. Die Produktionsteams können die Montage im Kontext des virtuellen Zwillings durchführen und werden dabei maßgeblich unterstützt“, so Markus Kochs-Kämper.

» WÄHREND DER DESIGNPHASE IST DER VIRTUELLE ZWILLING UNSERE ZENTRALE DATENBASIS.«

MARKUS KOCHS-KÄMPER

Die Funktionen des virtuellen Zwillings helfen auch bei der Fehlersuche. „Wir können dem Designteam mitteilen: ‚Das, was ihr entworfen habt, funktioniert so nicht – das zeigt der virtuelle Zwilling.‘ Dann geben wir gezieltes Feedback direkt in der 3DExperience-Plattform, sodass die Designänderungen einfach eingearbeitet werden können“, erklärt Kochs-Kämper. Bei einem Projekt dieser Komplexität ist es enorm wertvoll, wenn alle Tools zent-

ral und einfach zugänglich sind. „Ich arbeite schon lange in der Luftfahrtbranche und weiß, wie leistungsfähig es ist, mit dieser Geschwindigkeit arbeiten zu können. Wir haben bereits große Erfolge erzielt, und während wir die ersten Prototypen für die Flugtests bauen, bin ich zuversichtlich, dass uns die 3DExperience-Plattform effizient zur Zertifizierung begleiten wird“, so Kochs-Kämper.

Auf dem Weg zur EASA CS-23-Zertifizierung

Die Luftfahrt ist eine der weltweit strengsten regulierten Branchen. Flugzeuge müssen daher von Anfang an mit Blick auf die Zertifizierung entwickelt werden. Væridion nahm deswegen früh Kontakt zur European Union Aviation Safety Agency (EASA) auf und war das erste Unternehmen im Bereich General Aviation, das seinen Pre-Application-Vertrag mit der Agentur abschloss. Dieser Meilenstein ebnet den Weg für zertifizierungskonforme Prototypenflüge im Jahr 2027, während der erste kommerzielle Flug für 2030 geplant ist. „Wir haben durch die Pre-Application-Services enge Beziehungen zur EASA aufgebaut, wodurch wir unsere Zertifizierungsstrategie bereits frühzeitig absichern konnten. In der nächsten Entwicklungsphase sind klare Rahmenbedingungen und Prozesse entscheidend, um Zertifizierbarkeit und Datenrückverfolgbarkeit sicherzustellen. Genau hier zeigt die 3DExperience-Plattform von Dassault Systèmes ihren enormen Wert“, sagt Kochs-Kämper. Die 3DExperience-Plattform ermöglicht es Væridion, den gesamten Zertifizierungsprozess durchgän-

gig zu dokumentieren – von der Definition der Zertifizierungsgrundlagen bis hin zur Nachweisführung der Compliance. Dank der Funktionen von Enovia, Catia und Simulia profitieren die Entwickler von einer einzigen, verlässlichen Datenquelle („Single Source of Truth“) und lückenloser Rückverfolgbarkeit.

Vision für die Zukunft der regionalen Luftmobilität

Væridion arbeitet auf eine Zukunft hin, in der regionale Luftmobilität sauberer, kosteneffizienter und inklusiver ist und unterversorgte Regionen besser angebunden sind. Die Partnerschaft mit Dassault Systèmes bringt das Unternehmen dem Erstflug des Microliners einen entscheidenden Schritt näher, um diese Vision Realität werden zu lassen. „Unsere Partnerschaft geht weit über die Beziehung zu einem gewöhnlichen Softwareanbieter hinaus. Wir profitieren von der technischen Expertise und starken Branchenreputation von Dassault Systèmes und liefern im Gegenzug innovative Projekte, die neue Möglichkeiten und reale Anwendungen für ihre Technologie erschließen“, erklärt van Dartel.

Als aktive Mitglieder des europäischen Luftfahrtökosystems stärken Dassault Systèmes und Væridion gemeinsam die Innovationskraft der Region. Zusammen treiben sie die Entwicklung und Markteinführung einer neuen Flugzeuggeneration voran, die die regionale Luftmobilität in Europa und darüber hinaus neu definieren soll. « KF

Jeroen Buring ist Senior Director Eurocentral bei Dassault Systèmes.

INTERTOOL X SCHWEISSEN

Österreichs stärkste Messen

21.–24. APRIL 2026 | MESSE WELS

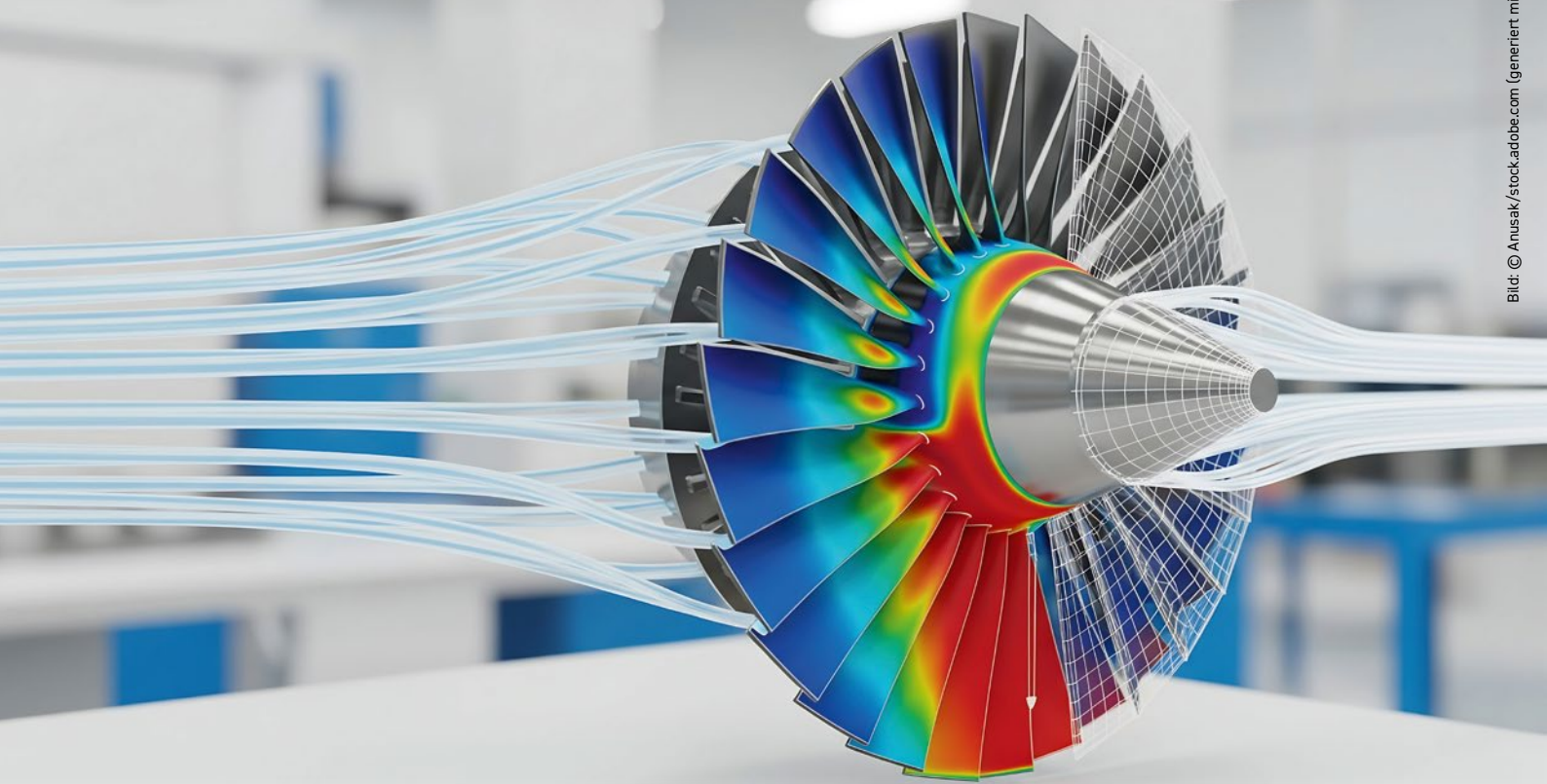


SCHWEISSEN

intertool-schweissen.at

Veranstaltungen von  austrian exhibition experts





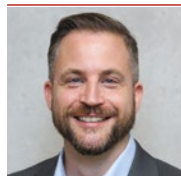
SCHLÜSSEL FÜR SCHNELLERE ENTWICKLUNGSPROZESSE

Kürzere Entwicklungszyklen und steigende Anforderungen an Qualität und Sicherheit setzen Unternehmen zunehmend unter Zugzwang. Immer mehr Betriebe setzen deshalb in der Produktentwicklung auf simulationsgestützte Prozesse. Was die aktuellen Trends im Bereich Simulation sind, welche Hürden es beim Einsatz von Simulationssoftware gibt und welche Rolle künstliche Intelligenz und Machine Learning spielen, erläutern uns acht Simulations-Experten.

» VON RAINER TRUMMER

FRAGEN AN DIE EXPERTEN:

1. Welche Trends prägen aktuell die Simulation in der Produktentwicklung?
2. Wo liegen derzeit die größten Hürden beim Einsatz von Simulationssoftware in der Produktentwicklung und wie lassen sich diese überwinden?
3. Welche Rolle spielen künstliche Intelligenz (KI) und Machine Learning bereits heute in CAE-Anwendungen und wo liegt der größte praktische Nutzen für Anwender?



STEFFEN PETERS

Leiter der CADFEM-Geschäftsstelle Stuttgart & Enterprise Account Manager für Bosch
Bild: CADFEM Germany

- 1** ■ Simulation wird immer schneller und agiler – auch durch KI. Dazu braucht es sehr viele Informationen, beispielsweise aus

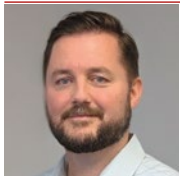
deutlich mehr virtuellen Tests. Simulation hat zudem die Experten-Nische verlassen. Bei unserem Kunden Bosch wächst ihre Bedeutung bei Konzeption, Validierung und Kollaboration. Durch automatisierte Workflows wird sie auch von CAE-fernen Entwicklern sicher genutzt. Und weil die Modelle immer kompakter werden, eignen sie sich für die Simulation ganzer Systeme, auch über Lieferketten hinweg.

»Gerade in Verbindung mit künstlicher Intelligenz erfordert Simulation eine große und fundierte Datenbasis.«

- 2** ■ Gerade in Verbindung mit künstlicher Intelligenz erfordert Simulation eine große und fundierte Datenbasis. Eine Hürde ist somit die Datenverfügbarkeit – im Unternehmen und in der Lieferkette. Ist dieser Daten-Pool vorhanden, stellt Ansys mit neuen Technologien und hohen Qualitätsstandards eine zuverlässige Simulationsumgebung bereit, die auf HPC, Cloud und GPU exzellent skaliert. Die offe-

nen Schnittstellen ermöglichen den Daten- und Modellaustausch, auch in heterogenen Tool-Landschaften. FMUs und ROMs sowie reduzierte Modelle verkapseln und schützen dabei das Wissen der Partner. Durch Weiterbildung, Wissensmanagement und Automatisierung kann ein Unternehmen dazu schnell Erfahrung aufbauen und Virtualisierung nachhaltig im Entwicklungsprozess verankern.

3. KI ist im Simulationsalltag angekommen. Und wie Bosch im Tech Compass 2026 feststellt, wird sich dieser Trend fortsetzen. Der Ansys Copilot stellt ein auf der Ansys-Wissensdatenbank trainiertes LLM bereit. Er kann durch ein lokales LLM ergänzt werden, sodass auch das Firmenwissen geschützt zur Verfügung steht. Zudem erledigt KI repetitive Aufgaben, beschleunigt die Löser und erleichtert die Datenanalyse. Und schließlich kann KI aus trainierten Modellen stetig mehr Vorhersagen in Sekunden treffen, die sonst Tage oder sogar Wochen dauern. Der Nutzen der KI liegt im Zeit- und Erkenntnisgewinn.



DR. PHILLIP OBERDORFER

Technology Communication Manager
bei Comsol Multiphysics

Bild: Comsol Multiphysics

1. In vielen Produkten verschiedener Branchen wirken unterschiedliche Physikbereiche zusammen, beispielsweise Elektromagnetik, Mechanik und Akustik in Transformatoren. Dadurch wird Multiphysik zur Standardanforderung. Ein weiterer Trend ist die Demokratisierung der Simulation. Oft münden Simulationaufgaben in Parameterstudien oder Berechnungen von Varianten bestimmter Produkte. Es ist effizienter, wenn Simulationsingenieure diese Aufgaben nicht selbst erledigen, sondern sie an die Personen delegieren, die diese Ergebnisse benötigen und damit arbeiten.

2. Eine große Hürde für den breiten Einsatz besteht im Mangel an Simulationsexperten sowie in den Kosten für Softwarelizenzen. Methodisches Know-how lässt sich nicht beliebig skalieren, weshalb Simulationen auf wenige Spezialisten beschränkt bleiben. Eine Lösung besteht darin, Simulationswissen zu strukturieren und über Simulations-Apps auf Basis validierter Modelle mit klar definierten Eingaben und Ausgaben zugänglich zu machen. Apps machen Simulationen dort verfügbar, wo Entscheidungen getroffen werden. Zudem sind sie äußerst kosteneffizient, da ihre Nutzung ohne individuelle Lizenz möglich ist.

»Apps machen Simulationen dort verfügbar, wo Entscheidungen getroffen werden.«

3. Machine Learning ist eine wertvolle Ergänzung zur physikbasierten Simulation. Ich sehe einen großen praktischen Nutzen in Surrogat-Modellen, die auf neuronalen Netzen basieren und innerhalb festgelegter Parameterräume präzise und nahezu instantan Vorhersagen treffen können. Trainierte Surrogat-Modelle eignen sich gut, um große Designräume zu erforschen oder hocheffiziente Optimierungsaufgaben durchzuführen. Sie sind darüber hinaus hervorragend für den Einsatz in digitalen Zwillingen oder Simulations-Apps geeignet, bei denen man die Ergebnisse schnell benötigt.



CHRISTIAN BARTHEL

Simulia Sales Director bei Dassault Systèmes

Bild: Dassault Systèmes

1. Drei Trends prägen die Simulation in der Produktentwicklung besonders deutlich. Erstens rückt Simulation konsequent an den Anfang des Entwicklungsprozesses („Shift Left“), um Entscheidungen frühzeitig abzusichern und Entwicklungszeiten messbar zu verkürzen. Zweitens entwickelt sich Simulation von einem isolierten Expertenwerkzeug hin zu einem integralen Bestandteil digitaler Entwicklungsplattformen – bis hin zu virtuellen Zwillingen, die Produkt, Prozess und Betrieb über den gesamten Lebenszyklus verbinden. Und drittens sorgen Cloud-Technologien, skalierbare Rechenleistung und eine enge Kopplung an das Engineering-Umfeld dafür, dass Simulation breiter nutzbar wird. In Kombination mit Multiphysik-Ansätzen und Nachhaltigkeitsbewertungen entsteht so eine deutlich höhere Entscheidungssicherheit im Engineering.

»Die Simulation entwickelt sich von einem isolierten Expertenwerkzeug hin zu einem integralen Bestandteil digitaler Entwicklungsplattformen.«

2. Die größten Herausforderungen liegen weniger in der Leistungsfähigkeit der Simulation selbst, sondern in ihrer praktischen Nutzung: hohe Komplexität, Fachkräftemangel sowie Brüche zwischen Simulation, Design und IT-Prozessen. Zusätzlich stellen Rechenaufwand und Skalierbarkeit viele Unternehmen vor organisatorische und wirtschaftliche Fragen. Diese Hürden lassen sich überwinden, indem Simulation stärker in durchgängige Plattformen integriert wird, Prozesse automatisiert werden und Anwender Simulation dort nutzen können, wo Entscheidungen entstehen – direkt im Entwicklungskontext. Cloud-basierte Architekturen, einheitliche Datenmodelle und gezielte Enablement-Konzepte machen Simulation damit effizienter, zugänglicher und wirtschaftlich nutzbar.

3. Künstliche Intelligenz und Machine Learning sind heute vor allem Enabler für Geschwindigkeit und Skalierung in der Simulation. Sie helfen dabei, Simulationsprozesse zu automatisieren, Variantenräume gezielt zu reduzieren und aus bestehenden Simulations- und Versuchsdaten schneller belastbare Aussagen abzuleiten. Der größte Nutzen für Anwender liegt darin, früher bessere Entscheidungen treffen zu können: Entwickler können mehr Optionen bewerten, ohne proportional mehr Aufwand zu erzeugen, und Simulation wird zunehmend auch für Nicht-Spezialisten nutzbar. In Plattformansätzen wie 3DEXperience entstehen daraus lernende Engineering-Prozesse, die sich kontinuierlich verbessern.



JOCHEN GARCKE

Abteilungsleiter am Fraunhofer-Institut für Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen SCAI

Bild: Fraunhofer SCAI

1. Die Haupttrends sind meiner Meinung nach die Vereinfachung des Einsatzes von Simulation und die Nutzung von größeren Vorhersagen deutlich früher im Entwicklungsprozess auf Basis von

FRAGEN AN DIE EXPERTEN:

1. Welche Trends prägen aktuell die Simulation in der Produktentwicklung?
2. Wo liegen derzeit die größten Hürden beim Einsatz von Simulationssoftware in der Produktentwicklung und wie lassen sich diese überwinden?
3. Welche Rolle spielen künstliche Intelligenz (KI) und Machine Learning bereits heute in CAE-Anwendungen und wo liegt der größte praktische Nutzen für Anwender?

datengetriebenen Surrogat-Modellen. Viele technische Entwicklungen in Bereichen wie Simulationsdatenmanagement zur einfacheren Verwaltung, reduzierte Modelle zur schnellen Vorhersage, Nutzung von KI/ML zur vereinfachten Analyse leiten sich daraus ab.

2. Das Aufsetzen, die Durchführung und die Auswertung von Simulationen sind oft komplex, wissens- und zeitintensiv. Durch die Semi-Automatisierung von Schritten im Arbeitsfluss lässt sich der Aufwand zumindest für Routineaufgaben reduzieren. Dabei ist das konsistente und versionierte Management von Simulationsdaten wichtig. Die dadurch erreichte Erhaltung von Simulationswissen im Unternehmen ermöglicht das Wiederfinden von Informationen, was Routineaufgaben vereinfacht und die Nutzung von KI erst ermöglicht.

3. ML-Verfahren erlauben eine Analyse von komplexen Simulationsdaten, die deutlich über einfache KPIs hinausgeht. Beispielsweise kann heutzutage die Datenanalyse von verschiedenen simulierten Verformungen von Bauteilvarianten auf einer Detailebene geschehen, welche die lokalen physikalischen Eigenschaften widerspiegelt. Dies erlaubt einen Vergleich von Simulationsdaten aus ingenieurtechnischer Perspektive, was als ein Baustein in die Ursache-Wirkungs-Analyse eingeht.

»ML-Verfahren erlauben eine Analyse von komplexen Simulationsdaten, die deutlich über einfache KPIs hinausgeht.«



GERHARD RIEGER

Vice President Simulation bei Inneo Solutions

Bild: Inneo Solutions

1. Generell verstärkt sich der Trend, Simulation sehr früh und kontinuierlich in der Produktentwicklung einzusetzen. Nachhaltigkeit durch Reduzierung von Prototypen oder Materialeinsatz sowie Steigerung der Effizienz sind dabei wesentliche Merkmale. Darüber hinaus gewinnen die Bereiche Optik sowie Elektromagnetik stark an Bedeutung. Durch den Einsatz von digitalen Zwillingen lassen sich Sensordaten in Echtzeitsimulation analysieren und beispielsweise für Wartungsthemen nutzen.

2. Der hohe Nutzen, welcher sich durch den Einsatz modernster Simulationstools erzielen lässt, wird leider oftmals verkannt. Argumente wie lange Einarbeitungsprozesse oder Komplexität der Software, um nur zwei herauszugreifen, gehören der Vergangenheit an. Durch konstruktionsbegleitende CAE-Tools, die häufig schon in CAD-Werkzeugen eingebunden sind, können Anwender schnell und

effizient in die Welt der Simulation eintauchen und erste wertvolle Ergebnisse erzielen. Dann ist auch der Schritt zum Einsatz weiterer Tools nicht mehr weit. Mit gezielten Trainings und Consulting lassen sich schon in kurzer Zeit wertvolle Ergebnisse erreichen.

»Durch konstruktionsbegleitende CAE-Tools können Anwender schnell und effizient in die Welt der Simulation eintauchen.«

3. Die ersten KI/ML-Lösungen für CAE sind schon am Markt und werden von sehr großen Unternehmen bereits erfolgreich eingesetzt. Dies liegt meiner Einschätzung nach noch an der Preisstruktur sowie dem Aufwand, die für das Trainieren der KI benötigt werden. Ich bin mir sehr sicher, wir werden hier in kürzester Zeit KMU-gerechte Lösungen zur Verfügung haben. Der Nutzen wird erheblich sein, denn innerhalb von Sekunden lassen sich Vorhersagemodelle generieren. Ein großer Vorteil ist auch die Unterstützung bei der Geometrie-Erkennung und Netzgenerierung. KI/ML wird ein großer Schritt für den Einsatz von CAE-Tools in nahezu jedem Produktentwicklungsprozess sein.



FRANK KAUFMANN

Director Applications Engineering bei Synopsys

Bild: Synopsys

1. Aus meiner Sicht ist die Simulation heute ein zentraler Bestandteil eines durchgängigen ‚Silicon-to-Systems‘-Ansatzes. Da moderne Produkte mechatronisch und softwaregetrieben sind, wachsen Elektronik-Design, Software und physikbasierte Simulation zusammen. Gleichzeitig verlagert sich die Simulation durch ‚Shift-left‘-Strategien weiter nach vorne in den Entwicklungsprozess, um Entscheidungen früher abzusichern. Auch digitale Zwillinge werden zunehmend praxisrelevant, da sie Design, Verifikation und Betrieb verbinden. Zudem ermöglichen Cloud-, HPC- und GPU-basierte Rechenmodelle eine schnellere Variantenexploration.

2. Zu den zentralen Herausforderungen zählen der Zielkonflikt zwischen Modellgenauigkeit und Rechenzeit, fragmentierte Tool-Landschaften und der hohe manuelle Aufwand bei Setup und Analyse. Hinzu kommen Fragen von Vertrauen, Nachvollziehbarkeit und Organisation. Diese Hürden lassen sich durch integrierte Workflows über Disziplinen hinweg, mehr Automatisierung, eine skalierbare Recheninfrastruktur und klar definierte Simulationsprozesse überwinden. Entscheidend ist, Simulation als strategischen Entscheidungsprozess und nicht nur als einzelnes Werkzeug zu verstehen.

»Entscheidend ist, Simulation als strategischen Entscheidungsprozess zu verstehen und nicht nur als einzelnes Werkzeug.«

3. KI wird bereits produktiv eingesetzt, um große Designräume autonom zu erforschen, Simulationen zu beschleunigen und Verifikationsprozesse effizienter zu steuern. Der größte praktische Nutzen liegt in weniger Iterationen, einer schnelleren Zielerreichung und der Entlastung von Routinearbeit. Dadurch können Anwender früher belastbare Entscheidungen treffen und Entwicklungszyklen deutlich verkürzen. Zudem ist der sichere Simulationseinsatz auch für Nicht-Experten möglich, was den Zugang zu CAE deutlich demokratisiert.



PROF. CLAUS OETTER

Geschäftsführer VDMA Software + Digitalisierung
und Leiter der Abteilung Informatik im VDMA

Bild: VDMA



DAVID BLASS

Geschäftsführer VDMA Nordrhein-Westfalen

Bild: VDMA

1 Die Simulation rückt immer weiter ‚nach vorn‘ im Entwicklungsprozess. Dieses sogenannte Shift-Left-Prinzip ermöglicht es, Entwürfe bereits in sehr frühen Phasen schnell und zuverlässig zu bewerten, bevor kostenintensive Entscheidungen gefällt werden. Parallel wächst der Bedarf nach einem durchgängigen digitalen Datenfaden – vom Anforderungsmanagement und der modellbasierten Systementwicklung (MBSE) über die numerische

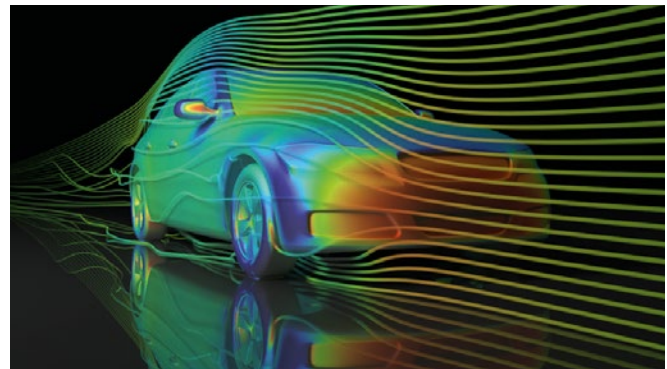
»Maschinelles Lernen ergänzt die Physik, ersetzt sie aber nicht.«

Berechnung bis hin zur virtuellen Inbetriebnahme und zum digitalen Zwilling im Betrieb. Technologisch rücken immer häufiger automatisierte Workflows, multiphysikalische Kopplungen und der Einsatz von cloud-basiertem High

Performance Computing, um Rechenkapazität flexibel zu skalieren, in den Anwendungsfokus. Gleichzeitig steigt der Anspruch an Rückverfolgbarkeit und Modell-Governance: Unsicherheiten sollen zukünftig transparent ausgewiesen werden, statt sich auf eine einzige Kennzahl als vermeintliche Wahrheit zu verlassen.

2 Vier Stolpersteine hemmen derzeit die breite Nutzung von Simulation: Erstens: Hoher Aufwand bei Geometrie-, Daten- und Modellaufbereitung sowie der dazugehörigen Qualitätskontrolle. Zweitens: Fehlende Integration in eine durchgängige IT-Werkzeug- und Prozesskette, was zu Datensilos führt. Drittens: Engpässe bei Fachkräften und Kompetenzen. Und viertens: Vertrauen in Simulationsergebnisse aufgrund mangelnder Validier- und Nachvollziehbarkeit. Abhilfe schaffen standardisierte und wiederverwendbare Simulationsbausteine, eine konsequente Parametrisierung sowie durchgängige Automatisierung entlang der gesamten IT-Werkzeugkette – vom Produktlebenszyklus- bis zum Anwendungslebenszyklusmanagement. Klare Rollen, Leitlinien für Verifikation und Validierung sowie automatisierte Freigabeprozesse erhöhen die Ergebnisqualität. Ergänzend sind gezielte Aus- und Weiterbildungsprogramme erforderlich, damit Entwicklungsteams Simulation, Automatisierung und Demokratisierung skalierbar umsetzen können. Entscheidend ist schließlich die aktive Unterstützung der Führungskräfte, um abteilungsübergreifende Veränderungen auch nachhaltig zu verankern.

3 Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen wirken derzeit vor allem als Beschleuniger. Surrogat- oder Reduced-Order-Modelle approximieren komplexe Physik so präzise, dass umfangreiche Designraumstudien, Optimierungen oder gar Echtzeit-Vorhersagen für digitale Zwillinge möglich werden. Intelligente Assistenten



Mit GPU-Technologie, wie sie beispielsweise in der CFD-Software Ansys Fluent nativ implementiert ist, lassen sich rechenaufwändige Modelle deutlich schneller und detaillierter berechnen.

Bild: Ansys, Part of Synopsys

automatisieren die Netzerzeugung, das Setup und die Auswertung großer Ergebnisräume, indem sie Muster oder Anomalien aufdecken. Der größte praktische Nutzen liegt somit in deutlich verkürzten Iterationszeiten bei gleichbleibender Entscheidungsqualität bis hin zur Echtzeitfähigkeit. Wichtig bleibt jedoch: Maschinelles Lernen ergänzt die Physik, ersetzt sie aber nicht. Datenverfügbarkeit, Datenqualität, Gültigkeitsbereich und ein sauberer Nachweis der Vorhersagegüte sind unverändert erfolgsentscheidend.



MATTHIAS WILHELM

Country Manager DACH bei Visual Components

Bild: Visual Components

1 Wir sehen zum einen, dass die generelle Digitalisierung der Branche weiter rasant Fahrt aufnimmt. Das hat große Auswirkungen auf viele Bereiche und ist strategisch ganz klar auf den Einsatz von KI und Automatisierung ausgelegt.

Für diese Use Cases muss jetzt das Fundament gelegt werden. Zum anderen steigt auch die virtuelle Kollaboration, also die nahtlose Zusammenarbeit in der Cloud, die Wissenssilos auflöst und Brüche in der Informationskette verhindert. Eine weitere zentrale Entwicklung ist die virtuelle Inbetriebnahme mittels eines digitalen Zwillings. Ein wichtiger Trend, denn die Simulation von Maschinen und Anlagen verhindert Fehler und Stillstand während der Produktion.

»Eine zentrale Entwicklung ist die virtuelle Inbetriebnahme mittels eines digitalen Zwillings.«

2 Neue Technologien und Ansätze benötigen Anfangsinvestitionen. Unsere neueste Studie hat gezeigt, dass für 56 Prozent der befragten Entscheider das Budget das größte Hindernis darstellt. Eine konkrete Lösung muss dafür individuell gefunden werden, aber es hilft sicherlich, das große Ganze im Blick zu behalten. Langfristig sichern Investitionen die Wettbewerbsfähigkeit, steigern die Qualität der Produkte und machen Prozesse erheblich effizienter.

3 Wir befinden uns immer noch in einer frühen Phase, in der viele KI-Projekte in der Pilotphase stecken. Was dort entsteht, sieht allerdings sehr vielversprechend aus, besonders mit Blick auf die Prozessautomatisierung. Für die Anwender und Unternehmen bedeutet das in erster Linie einen erheblichen Zeitgewinn und die Möglichkeit, Expertenwissen, das bisher nur fragmentiert zur Verfügung stand, zugänglich zu machen.



Softwarezentrierte Innovationen ermöglichen außergewöhnliche Nutzererlebnisse, fortschrittliche Sicherheitsfunktionen und nahtlose Konnektivität.

Bild: metamorworks/iStock.com

EINE SOFTWAREPLATTFORM AUF RÄDERN

Die Automobilindustrie befindet sich in einer ihrer tiefgreifendsten Transformationen. Was früher ein mechanisches Produkt war, ist heute eine Softwareplattform auf Rädern. Funktionen entstehen nicht mehr durch Schraubenschlüssel und Ersatzteile, sondern durch Code, Daten und Konnektivität. Updates erfolgen „over the air“ und nicht mehr in der Werkstatt.

» VON MARCO LANFRIT

Das „Software-defined Vehicle“ (SDV) markiert diesen Umbruch von Mechanik zu Software. Es zwingt die Automobilindustrie, Engineering und Produktionsprozesse völlig neu zu denken. Denn wer künftig wettbewerbsfähig bleiben will, muss Fahrzeuge digital entwickeln, vernetzt betreiben und kontinuierlich verbessern.

Mehr als nur ein vernetztes Auto

Das Auto wandelt sich von einem einmalig ausgelieferten Produkt zu einer lebenden, softwarebasierten Plattform, die sich dynamisch an Nutzerbedürfnisse und Marktanforderungen anpasst. Diese Fähigkeit verändert die Wettbewerbslandschaft grundlegend: Anstelle statischer Produktzyklen etabliert sich eine kontinuierliche Innovationskultur, in der Software-Updates, datenbasierte Services und modulare Architekturen über den Erfolg entscheiden. Softwarezentrierte Innovationen ermöglichen außergewöhnliche Nutzererlebnisse, fortschrittliche Sicherheitsfunktionen und nahtlose Konnektivität. Sie steigern nicht nur die Kundenzufriedenheit, sondern auch die betriebliche Effizienz

und verlängern die Lebensdauer der Fahrzeuge deutlich.

Mit der wachsenden Bedeutung von Software entsteht zugleich ein enormes Marktpotenzial. Zwischen 2025 und 2030 wird für den SDV-Sektor eine jährliche Wachstumsrate von 25,2 Prozent erwartet – bis zum Ende des Jahrzehnts könnte ein Volumen von über 600 Milliarden US-Dollar erreicht werden. Dieses Wachstum wird durch die gestiegene Nachfrage nach Infotainment, Fahrerassistenzsystemen (ADAS) und vernetzten Diensten angetrieben, unterstützt von neuen zonalen E/E-Architekturen, die die Skalierbarkeit erhöhen und die Hardwarekomplexität reduzieren.

OVER-THE-AIR-UPDATES SENKEN DIE KOSTEN UND VERBESSERN DIE FAHRZEUGLEISTUNG.

Mögliche Over-the-Air-Updates senken dabei nicht nur die Kosten und verbessern die Fahrzeugleistung, sondern eröffnen auch neue skalierbare Umsatzpotentiale durch

abonnementbasierte Dienste. Parallel dazu wächst der Markt für Automobilsoftware und Elektronikzulieferer weiter – laut Prognosen bis 2034 auf rund 554 Milliarden US-Dollar. Dieser Wachstumsschub wird durch intensive Investitionen in Forschung, Entwicklung und Sicherheitstechnologien gestützt.

Das softwaredefinierte Fahrzeug ist somit nicht nur ein technologischer Fortschritt, sondern der Motor einer digitalen Revolution im Automobilsektor mit tiefgreifenden Auswirkungen auf Entwicklung, Produktion und Geschäftsmodelle.

Komplexität, Sicherheit und neue Architekturen

Mit der zunehmenden Softwareorientierung wachsen allerdings auch die Herausforderungen. Schon heute verzögert sich mehr als die Hälfte aller Fahrzeugprojekte aufgrund komplexer Softwareintegration oder unzureichender Validierung. Ein Schlüssel zur Beherrschung dieser Komplexität sind zonale E/E-Architekturen. Anstelle hunderter verteilter Steuergeräte übernehmen künftig leistungsfähige Zonensteuergeräte mehrere Aufgaben gleichzeitig. Dadurch werden

Verkabelung, Gewicht und Kosten reduziert und eine skalierbare Basis für zukünftige Funktionen geschaffen.

Doch jede zusätzliche Vernetzung erhöht auch die potenzielle Angriffsfläche für Cyberattacken. Sichere Kommunikationsprotokolle, geprüfter Code und lückenlose Überwachung werden somit zu zentralen Voraussetzungen für Vertrauen und Sicherheit. Eines ist klar: Die Entwicklung endet nicht mit dem Produktionsstart. Fahrzeuge entwickeln sich zu digitalen Plattformen, die sich im Betrieb ständig weiterentwickeln, verbessern und vernetzen.

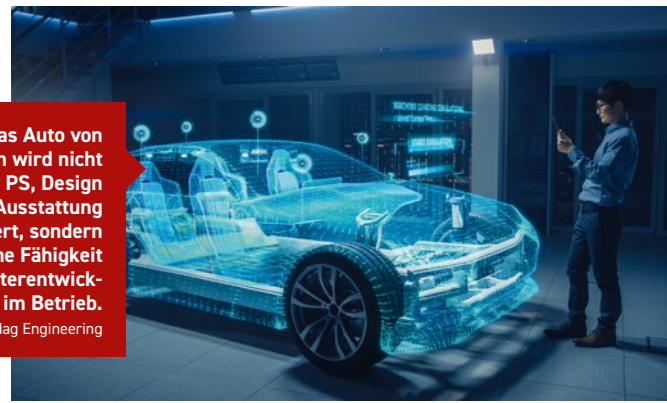
Digitale Entwicklungslösungen für die SDV-Ära

Mit zunehmender Fahrzeugkomplexität steigen die Entwicklungskosten und der Druck auf traditionelle Geschäftsmodelle. Gleichzeitig verkürzen sich Innovationszyklen drastisch. Um diese Herausforderungen zu meistern, müssen Hersteller auf digitale Entwicklungsstrategien setzen, die Geschwindigkeit, Qualität und Sicherheit vereinen.

- **Model Bases Systems Engineering (MBSE):** MBSE ermöglicht die durchgängige Modellierung der gesamten Fahrzeugarchitektur – von der Software bis zur Hardware. Sicherheits-, Leistungs- und Optimierungsanforderungen können so frühzeitig geprüft und abgesichert werden.
- **Embedded-Software-Tests und Codegenerierung:** Automatisierte Tests und eine standardkonforme Codeerstellung gewährleisten eine nachweisbare Softwarequalität und erfüllen Normen wie Autosar.
- **Entwicklung moderner E/E-Architekturen:** Eine Simulationssoftware für elektromagnetische Verträglichkeit und thermische Performance ermöglicht die virtuelle Abbildung komplexer Interaktionen und reduziert Entwicklungsrisiken.
- **Digitale Zwillinge:** Virtuelle Abbilder kompletter SDV-Systeme unterstützen die kontinuierliche Integration und Validierung von

Das Auto von morgen wird nicht mehr über PS, Design oder Ausstattung definiert, sondern über seine Fähigkeit zur Weiterentwicklung im Betrieb.

Bild: Edag Engineering



Hard- und Software. Sie ermöglichen vorausschauende Wartung, das Testen seltener Szenarien und eine laufende Systemoptimierung. Gleichzeitig wird die unabhängige Entwicklung von Hardware und Software ermöglicht, wodurch Zeit und Kosten gespart werden können.

- **KI-gestützte Entwicklungswerkzeuge:** Künstliche Intelligenz beschleunigt Simulation, Design und Optimierung und verkürzt Entwicklungszeiten erheblich.
- **Cloud-basierte Plattformen:** Virtuelle Testumgebungen in der Cloud validieren die Hardware-Software-Integration effizient und reduzieren den Bedarf an physischen Prototypen.
- **Modellbasierte Cybersicherheitsstrategien:** Skalierbare, automatisierte Sicherheitsprozesse reagieren schnell auf neue Bedrohungen und sichern Fahrzeuge über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg – bei reduziertem Aufwand für Compliance und Zertifizierung.

All diese Technologien bilden das Rückgrat des Digital Engineerings in der Automobilentwicklung. Sie ermöglichen es, die Komplexität des SDV zu beherrschen und Innovation, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit in Einklang zu bringen.

Digital Engineering bringt Wandel

Das Auto von morgen wird nicht mehr über PS, Design oder Ausstattung definiert, sondern über seine Fähigkeit zur Weiterentwicklung im Betrieb. Die Zukunft des Engineerings liegt somit weniger in der Perfektion des Bestehenden als in der Beherrschung des Wandels. Es entsteht eine vernetzte, datenbasierte Ingenieursarbeit, die kontinuierlich lernt und sich verbessert. Entscheidend

ist nicht die Größe oder das Tempo, sondern wie konsequent Unternehmen digitales Denken in ihre Entwicklung integrieren. « KIS

Marco Lanfrit ist Business Development Executive – Automotive bei Ansys, part of Synopsys.



Fahrzeuge entwickeln sich zu digitalen Plattformen, die sich im Betrieb ständig weiterentwickeln, verbessern und vernetzen.

Bild: Ansys, part of Synopsys

SIMTEK

3D-gelaserte Spanformgeometrien von SIMTEK - Die ideale Lösung für automatisierte Fertigungsprozesse!



laser.simtek.com/de · info@simtek.com



KOMPLEXITÄT IN WETTBEWERBSVORTEILE VERWANDELN

Moderne Produktentwicklung ist hochkomplex: mechanische, elektrische und softwarebasierte Komponenten sowie Cloud- und IoT-Systeme müssen gleichzeitig berücksichtigt werden. Während klassische Ansätze an ihre Grenzen stoßen, eröffnen Simulation, KI und Hochleistungsrechnen in Verbindung mit dem digitalen Zwilling neue Wege, Komplexität zu beherrschen und in einen Wettbewerbsvorteil zu verwandeln. » VON RAVI SHANKAR

In der dynamischen Technologielandschaft von heute verändert die Konvergenz von Simulation, künstlicher Intelligenz und Hochleistungsrechnen grundlegend, wie Unternehmen Produkte entwickeln, testen und zur Marktreife bringen.

Herausforderung zunehmender Komplexität

Die moderne Produktentwicklung ist mit einer bislang unerreichten Komplexität konfrontiert. Sie entsteht aus dem Zusammenspiel mechanischer, elektrischer und softwarebasierter Komponenten, multiphysikalischer Wechselwirkungen, fortschrittlicher Fertigungstechnologien sowie der Integration von Cloud-Computing- und IoT-Systemen. Daraus ergeben sich vielschichtige Designherausforderungen, die mit klassischen Entwicklungsansätzen kaum noch zu bewältigen sind.

Die Notwendigkeit, innovationsbeschleunigende Technologien wie generatives Design, maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz einzuführen, steigert die Komplexität zusätzlich. Gleichzeitig erhöhen Markt- und Regulierungsanforderungen den Druck auf Unternehmen, Entwicklungszeiten zu verkürzen, Kosten zu senken und höchste Qualitätsstandards einzuhalten.

Häufig arbeiten Organisationen weiterhin in funktionalen Silos mit nicht integrierten Toolandschaften. Dadurch wird die für eine moderne Produktentwicklung unverzichtbare multidisziplinäre Zusammenarbeit erheblich erschwert. Die Folge sind kostenintensive

und zeitaufwändige physische Versuche, die Ressourcen binden und den Markteintritt verzögern.

Was notwendig ist, um diese Komplexität zu beherrschen

Komplexität zu vermeiden ist keine Option – sie würde die Innovationsfähigkeit unmittelbar begrenzen. Ziel muss es vielmehr sein, Komplexität gezielt zu beherrschen und in einen nachhaltigen Wettbewerbsvorteil zu überführen.

Um Lösungen für die Anforderungen von morgen zu entwickeln und mit dem stetig zunehmenden Veränderungstempo Schritt zu halten, ist eine grundlegende Transformation des Engineerings erforderlich. Simulationen werden zwar seit Jahren eingesetzt, doch künftig müssen Unternehmen deutlich schneller agieren und dabei ein hohes Vertrauen in prädiktive wie auch präskriptive Erkenntnisse aufbauen.

Konvergenz von Schlüsseltechnologien

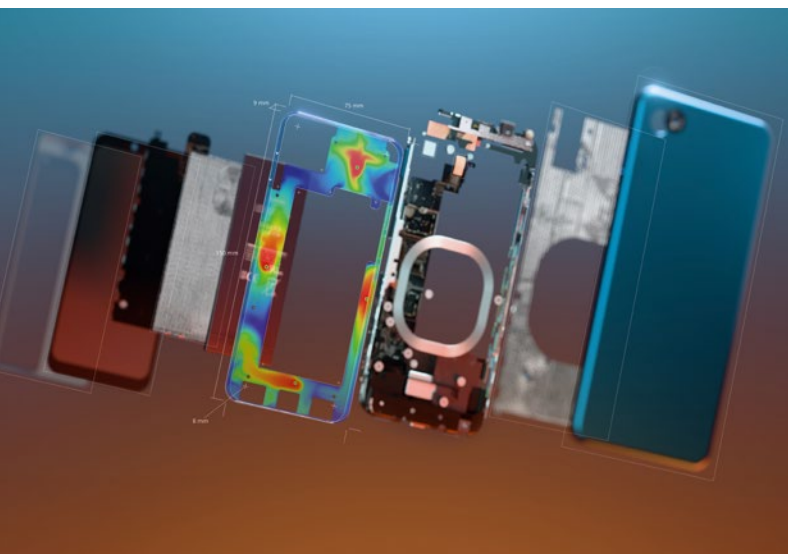
Die entscheidende Chance liegt an der Schnittstelle von Simulation und künstlicher Intelligenz, skaliert durch Hochleistungsrechnen und integriert in den gesamten Produktentwicklungszyklus. Diese leistungsstarke Kombination beschleunigt Innovationszyklen deutlich und sichert gleichzeitig die Genauigkeit und Zuverlässigkeit, die industrielle Anwendungen erfordern.

Mehrere Entwicklungen der letzten Jahre haben diese Konvergenz ermöglicht: von einfachen Simulationen hin zu ausgefeilten Methoden, unterstützt durch HPC-gestützte parametrische Studien, die neue Gestaltungsräume eröffnen. Jüngst tragen GPU-basierte Simulationen und Algorithmen des maschinellen Lernens dazu bei, komplexe Daten schneller und effizienter zu verarbeiten und die ingenieurtechnische Simulation grundlegend zu erweitern.

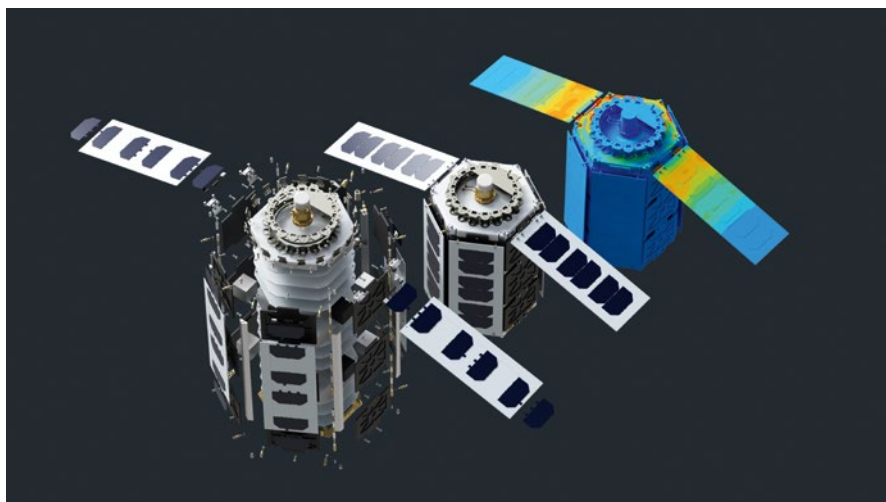
Der umfassende digitale Zwilling als Antwort

Die zentrale Frage lautet, wie diese Konvergenz optimal genutzt werden kann, um die digitale Transformation voranzutreiben. Die Antwort liegt im umfassenden digitalen Zwilling – einer präzisen, funktionalen Abbildung eines physischen Produkts oder Prozesses, die mehrere Modelle für unterschiedliche physikalische Aspekte integriert. Er begleitet den gesamten Lebenszyklus, sorgt für konsistente Daten über Organisationen hinweg und bietet eine Plattform für das Management technologischer Konvergenz, regulatorischer Anforderungen, kollaborativer Workflows und datengestützter Innovation.

Der umfassende digitale Zwilling befähigt Ingenieure, die Komplexität multiphysikalischer Prozesse zu meistern, indem Produkt- und Prozessdesigns simultan visualisiert werden. In Kombination



Explosionsansicht eines Telefons mit Elektronik, CAD-Skizzenlinien von Simcenter Inspire und einer Gießsimulation.



Produkte visualisieren, analysieren und optimieren, bevor man sich auf physische Prototypen festlegt.

mit Simulation, KI und Hochleistungsrechnen lassen sich große Designräume erkunden, mehrere Ziele gleichzeitig optimieren, Konzepte schneller validieren, die Leistung unter verschiedenen Bedingungen vorhersagen, die Abhängigkeit von teuren physischen Prototypen reduzieren und die Integration der Systeme vor der Fertigung sicherstellen.

Simcenter, Teil von Siemens Xcelerator und nun erweitert um die Simulations-, KI- und HPC-Technologien von Altair, unterstützt Kunden gezielt auf diesem Weg der digitalen Transformation.

Wie profitieren Unternehmen von diesem Ansatz?

Der umfassende digitale Zwilling, gestützt auf Simulation, KI und Hochleistungsrechnen, bietet transformative Vorteile auf mehreren Ebenen:

- **Beschleunigte Innovation:** Unternehmen entwickeln neue Produkte deutlich schneller, da umfassende Bewertungen der Gestaltungsmöglichkeiten zu besseren Designs führen. KI unterstützt dabei, neue Konzepte zu generieren und routinemäßige ingenieurtechnische Aufgaben zu automatisieren.
- **Verbesserte Entscheidungsfindung:** Physikbasierte Simulationen liefern eine solide Grundlage für KI-Modelle, indem sie große Mengen synthetischer Daten erzeugen. Die Kombination aus Simulations-, Test- und realen Leistungsdaten schafft kontextbezogene Intelligenz für fundierte Entscheidungen.
- **Operative Exzellenz:** Sensorbasierte Echtzeitdaten zur Produktleistung lassen sich mit intelligenten Funktionen verknüpfen, um den Betrieb zu automatisieren und

eine kontinuierliche Optimierung zu ermöglichen.

- **Wettbewerbsvorteil:** Unternehmen können riesige Designräume erkunden, mehrere Ziele gleichzeitig optimieren und die Leistung zuverlässig vorhersagen. Dieser integrierte Ansatz überwindet Silos zwischen Design, Analyse und Fertigung und liefert die kontextbezogenen Informationen, die für umsetzbare Ingenieursentscheidungen erforderlich sind.
- **Produktivitätssteigerung:** Die Kombination aus Simulation, KI und HPC verdoppelt die Produktivität, erhöht die Entscheidungssicherheit und führt zu größerer Wettbewerbsfähigkeit, schnellerer Innovation, höherer Profitabilität und nachhaltigerem Handeln.

Wie sich Unternehmen vorbereiten sollten

Die Basis für die Transformation bildet die Einführung einer umfassenden, intelligenten

und anpassungsfähigen Technologiesuite, wie sie etwa Simcenter bietet. Sie überwindet traditionelle Silos und ermöglicht eine nahtlose Zusammenarbeit über den gesamten Produktentwicklungszyklus.

Technologie allein reicht jedoch nicht aus. Unternehmen müssen Simulationskompetenzen im gesamten Unternehmen verankern und Mitarbeiter befähigen, die Tools effektiv einzusetzen. Simulation darf nicht auf spezialisierte Teams beschränkt bleiben, sondern muss zu einer unternehmensweiten Fähigkeit werden. Dazu gehören gezielte Schulungsprogramme, die Teams von trial-and-error-basierten Ansätzen zu datengestützten, intelligenten Entscheidungen führen.

Darüber hinaus ist ein kultureller Wandel erforderlich: Unternehmen müssen den Digital Thread verinnerlichen, relevante Stakeholder, Modelle und Daten über den gesamten Entwicklungsprozess hinweg verbinden, funktionale Silos abbauen, bereichsübergreifende Zusammenarbeit fördern und Workflows schaffen, die Kontext für alle Simulationsdaten liefern, um den Einsatz von KI effektiv zu unterstützen.

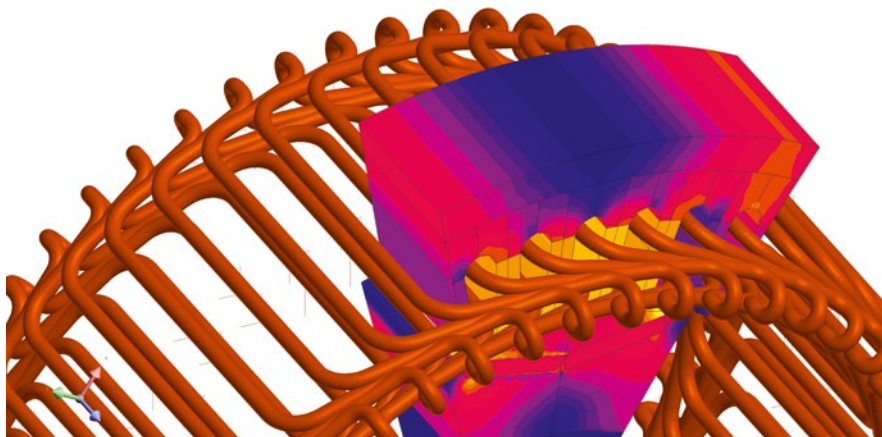
Was kommt als Nächstes?

Blickt man in die Zukunft, wird sich das Konzept des digitalen Zwillings weiterentwickeln und neue Technologien wie Quantencomputing und das industrielle Metaverse integrieren, um Experimente und Entscheidungen noch schneller zu ermöglichen.

Die Zukunft gehört den Unternehmen, die diese leistungsstarke Konvergenz nutzen und Komplexität von einer Herausforderung in ihren größten Wettbewerbsvorteil verwandeln.

« KF

Ravi Shankar ist Director of Simcenter Solutions Marketing bei Siemens Digital Industries Software.



Simulation eines Innen-Permanentmagnetmotors (IPM), die die komplexe Struktur der magnetischen und elektrischen Komponenten hervorhebt, mit Fokus auf die Verteilung der magnetischen Induktion.

Bilder: Siemens

STRATEGIEN ZUR EFFIZIENZSTEIGERUNG

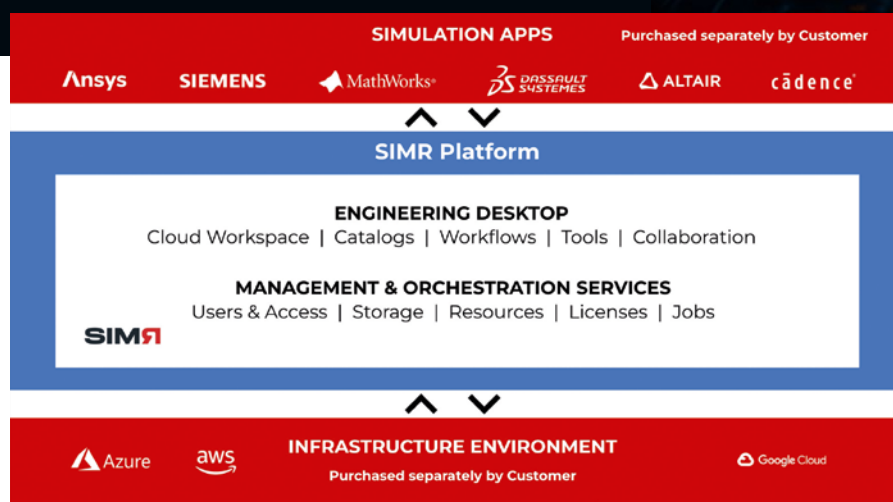
Die wichtigsten Herausforderungen heutiger Hochleistungsrechner (HPC)-Umgebungen für technische Simulationen werden zusammengefasst und es werden Lösungen sowie Vorteile aufgezeigt, die für Unternehmen und ihre Stakeholder (CEO, CIO, CTO, VPs und Direktoren) in der Fertigung, Autoindustrie, Luft- und Raumfahrt, Life Sciences, Maschinenbau und Energie von Bedeutung sind. » VON DR. WOLFGANG GENTZSCH

Ganz oben auf der Agenda von Unternehmen stehen heutzutage Geschäftsziele wie Produktivitätssteigerung, verbesserte Produktqualität, schnelle Produkt-Innovationen und Rentabilität (ROI), sowie die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens im heutigen globalen Markt. Der Fokus dieses Artikels liegt auf Ingenieur-Simulationen in der Cloud, die den Entscheidungsträgern als äußerst wirkungsvoller Hebel bei der Erreichung dieser Ziele dienen können.

Kosten- und Datenherausforderungen in der Ingenieursimulation

Viele Unternehmen kämpfen seit langem mit den hohen Kosten, die mit ausgefeilten technischen Entwürfen und Simulationen für die nächsten Produktgenerationen verbunden sind. Diese Kosten ergeben sich u.a. aus hohen Investitionsausgaben für teure Computerhardware und Simulationssoftware, jährlicher Wartung und Betrieb der High Performance Computing (HPC)-Infrastruktur, dem manuellen und zeitaufwändigen Aufbereiten komplexer unstrukturierter Ingenieurdaten-Ströme, Platz und Strom für Rechenzentren, sowie einem Team aus HPC/IT/BigData-Experten und Simulations-Ingenieuren, um diese Umgebung zu betreiben und zu warten.

Eine weitere, häufig versteckte Herausforderung sind die unterschiedlichsten, komplexen und meist unstrukturierten Datenströmen von Simulationen, Sensoren, und Experimenten (im Labor), die zur Weiterverarbeitung (etwa mit KI) verwendet werden. Selbst bei ausreichender Rechenleistung



Die Abbildung zeigt die Architektur einer Cloud HPC Plattform mit Simulations-, Plattform- und Infrastrukturschicht. Bild: Courtesy Simr.com

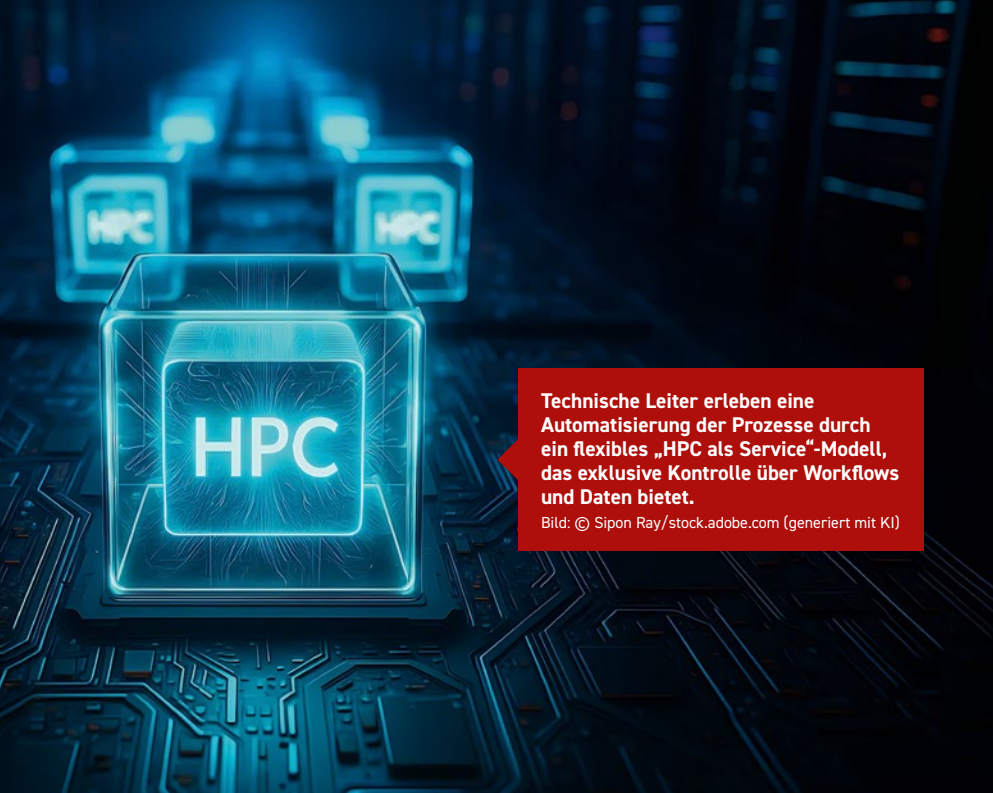
können so KI-Projekte im Ingenieurwesen ins Stocken geraten, weil Simulations-, diese Daten nicht die erforderliche Genauigkeit oder das richtige Format für KI aufweisen, also nicht 'KI-fähig' sind, oft undokumentiert, schwer auffindbar, und die aufgrund von Aufbewahrungsrichtlinien häufig gelöscht werden.

Effizienz durch On-Demand-Rechenressourcen

Ein Ziel ist, Ingenieuren den benutzerfreundlichen Zugang (per Knopfdruck) zu wesentlich mehr Rechenressourcen zu ermöglichen, um immer präzisere und qualitativ hochwertigere Entwurfsergebnisse in kürzerer Zeit zu erzielen. Unsere Kunden haben festgestellt, dass beispielsweise zehnmal mehr Rechenressourcen ihren Ingenieuren ermöglichen, bis zu zehnmal mehr Simulationen durchzuführen und damit ihre Produktivi-

tät um bis zu einem Faktor 10 zu steigern. Um diese zehnfache Rechenleistung für die Entwicklung neuer KI-gestützter Produkte voll auszuschöpfen, sind jedoch nicht nur schnellere Simulationsläufe, sondern auch trainingsfertige Physikdaten erforderlich. Das zweite entscheidende Element der Lösung ist also eine Plattform, die komplexe, firmeneigene Entwicklungsergebnisse in zugängliche, saubere und KI-fähige Datenbestände umwandelt.

Eine Lösung, den Ingenieuren eine derart dramatische Produktivitätssteigerung zu ermöglichen, ist die Nutzung von mehr Rechenressourcen für ihre Entwürfe – und zwar genau dann, wenn diese gebraucht werden, also 'on-demand'. Solche umfangreichen Rechenkapazitäten sind heute in den HPC-Clouds von u.a. Amazon AWS, Microsoft Azure, Google Cloud Plattform und Oracle Cloud verfügbar. Und werden außerdem die eigenen Rechenressourcen mit öffentlichen HPC-Cloud Ressourcen zu einer hybriden Cloud-Umgebung kombiniert, bekommt man alle Vorteile aus beiden Welten.



Technische Leiter erleben eine Automatisierung der Prozesse durch ein flexibles „HPC als Service“-Modell, das exklusive Kontrolle über Workflows und Daten bietet.

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

Vorteile der SimOps-Cloud für Effizienz und Innovation

Für Entscheidungsträger: Die Implementierung einer automatisierten Cloud-Plattform bietet zahlreiche Vorteile für Entscheidungsträger. Dazu gehören eine verkürzte Markteinführungszeit, verbesserte Produktqualität sowie signifikante Kosteneinsparungen. Zudem stärkt diese Lösung die Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit der Unternehmen. Eine vollständige digitale Transformation wird erreicht durch die Integration von Rechen- und Datenworkflows und die Beseitigung von HPC- und Daten-Silos, was eine zentrale Datenquelle für Ingenieurdaten schafft. Außerdem werden KI- und Machine-Learning-Initiativen beschleunigt, da ein schneller Zugriff auf hochwertige, trainingsbereite Daten ohne manuelle Datenaufbereitung oder kostspielige Verzögerungen ermöglicht wird.

Automatisierte Cloud-Simulations-Plattformen für volle Kontrolle

Einige Cloudservice-Anbieter bieten inzwischen Cloud-Simulations-Plattformen ohne diese Hürden an. Diese automatisierten, Self-Service-basierten Plattformen sind SimOps-kompatibel (Simulation Operations Automation) und werden direkt im Cloud-Account des Anwenders implementiert, der damit den exklusiven Zugang - unter seiner vollen Kontrolle - zu seiner eigenen Cloudumgebung, seiner Simulations-Anwendung, und insbesondere auch zu seinen (oft vertraulichen) Daten hat. Eine dieser möglichen SimOps-kompatiblen Computing- und Daten-Plattformen ist Simr (vormals UberCloud).

Die integrierte Compute- und Data-Plattform von Simr ermöglicht es Unternehmen, ihre Engineering-Daten schneller und effektiver als je zuvor aufzubereiten, zu kontextualisieren und wiederzuverwenden, wodurch die

kostspielige manuelle Aufbereitung entfällt. Simr automatisiert die Datenaufbereitung, das „Labeling“ und die Metadatenanreicherung für komplexe technische Datensätze und reduziert so die Datenaufbereitungszeit von Monaten auf Tage und schließt die Lücke zwischen Rohdaten aus dem Ingenieur-Bereich und KI-Anwendungen. Es macht Daten nicht nur zugänglich, sondern auch nutzbar für KI, digitale Zwillinge und Engineering-Entscheidungen – alles innerhalb derselben HPC-Umgebung, in der die Daten entstehen.

Diese Rechen- und Daten-Plattform ermöglicht es, die Daten automatisch zu kennzeichnen, relevante Artefakte zu extrahieren und Daten in offenen, zugänglichen Formaten (DataFrames) zu katalogisieren. Sie wird vollständig in der Cloud oder On-Premise-Umgebung des Kunden ausgeführt, womit volle Kontrolle und Governance gewährleistet sind.

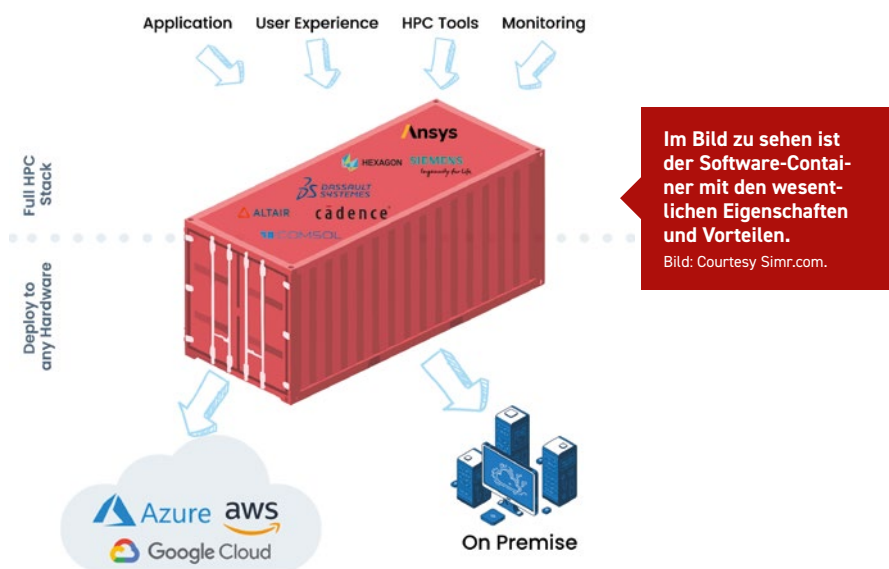
VIELE UNTERNEHMEN KÄMPFEN SEIT LANGEM MIT DEN HOHEN KOSTEN, DIE MIT AUSGEFEILTEN TECHNISCHEN ENTWÜRFEN UND SIMULATIONEN FÜR DIE NÄCHSTEN PRODUKTGENERATIONEN VERBUNDEN SIND.

Für IT-Verantwortliche: Die Plattform reduziert den Bedarf an spezialisierten Kenntnissen über Cloud, HPC oder CAE, da kein „Do It Yourself“ erforderlich ist. IT-Verantwortliche profitieren von effektiven Tools zur Verwaltung, Überwachung und Wartung der Cloud-Umgebung sowie zur Kostenkontrolle. Außerdem sorgt die laufende Aktualisierung von Cloud-Ressourcen, Dienstleistungen und Support für eine stets aktuelle Infrastruktur.

Für technische Leiter: Technische Leiter erleben eine Automatisierung der Prozesse durch ein flexibles „HPC als Service“-Modell, das exklusive Kontrolle über Workflows und Daten bietet. Die benutzerfreundliche „Cloud mit einem Klick“ erfordert keinen zusätzlichen Lernaufwand und führt zu einer Steigerung von Produktivität und Qualität. Darüber hinaus ermöglicht die Automatisierung komplexer Datenaufbereitungsprozesse die Umwandlung von Rohdaten aus Simulationen und Tests in nutzbare Datenbestände für Analysen und KI, wodurch Datenflüsse wiederverwendbar und reproduzierbar werden.

« TB

Dr. Wolfgang Gentzsch ist Mitbegründer von Simr (vormals UberCloud), sowie Mitbegründer und Geschäftsführer von SimOps.



Im Bild zu sehen ist der Software-Container mit den wesentlichen Eigenschaften und Vorteilen.

Bild: Courtesy Simr.com.

BAUMALOG OPTIMIERT DIE LAGERAUTOMATISIERUNG

Automatisierte Lagersysteme stellen hohe Anforderungen an die Antriebe der Horizontal- und Vertikalfördertechnik. Der polnische Hersteller Baumalog setzt seit Jahren auf bewährte Nord-Antriebslösungen in seinen Lagerautomations-systemen. Die Vorteile der Nord-Frequenzumrichter und -Getriebemotoren liegen in ihrer hohen Effizienz, Zuverlässigkeit, geräuscharmen Betrieb, großen Variantenvielfalt und der einfachen Montage. » VON JÖRG NIEMANN



Das acht Meter hohe Lager bei Retech besteht aus einer Trägerkonstruktion mit zwei Regalreihen und jeweils fünf Säulen – zum Einsatz kommen hier Nord-Frequenzumrichter und -Getriebemotoren.

Das polnische Maschinenbauunternehmen Baumalog Sp. z o.o. ist spezialisiert auf automatische Lager- und Transportsysteme, die in vielen Branchen eingesetzt werden. Das Unternehmen konstruiert, produziert und installiert Lösungen zur Automation von Verarbeitungsabläufen (insbesondere für Bleche, Profile, Stangen und sonstige Materialien mit unterschiedlichen Abmessungen und Gewichten) und zur Steigerung der Effektivität von Abläufen in der internen Logistik. Diese Lösungen optimieren den Materialfluss sowohl im Produktionsprozess als auch bei der Kommissionierung und beim Versand. Baumalog ist darüber hinaus der polnische Vertragshändler für automatische Liftregale des italienischen Unternehmens Modula. Für den Antrieb seiner automatischen Lager- und Transportsysteme setzt das polnische Unternehmen bereits seit vielen Jahren auf das breite Angebot an Nord-Antriebslösungen.

Metallprofile effektiv gelagert und transportiert

Das polnische Unternehmen Retech Sp. z o.o. ist auf Edelstahlösungen für das Hotel- und Gastgewerbe spezialisiert. Nach der Investition in eine faseroptische Laserschneidmaschine für Profile stand das Unternehmen vor der

— DIE OPTIMIERTE LAGERUNG SOWIE DER TRANSPORT VON KOMPONENTEN, DIE IN DER PRODUKTION VERWENDET WERDEN, GEHÖRT FÜR HERSTELLER WIE RETECH MIT ZU DEN WICHTIGSTEN HERAUSFORDERUNGEN. —

Herausforderung, ausreichend Material für die Bearbeitung bereitzustellen, um einerseits die Kontinuität des Produktionsprozesses zu gewährleisten und andererseits die Vorteile

der neuesten Laserschneidtechnologie voll auszunutzen. Retech entschied sich nach einem intensiven Auswahlprozess für eine automatische Materialzufuhr mit Lösungen von Baumalog. Das automatische Rohr- und Profillager wurde nach konkreten Vorgaben des Auftraggebers entwickelt. Das acht Meter hohe Lager besteht aus einer Trägerkonstruktion mit zwei Regalreihen und jeweils fünf Säulen. Das Lager bietet insgesamt 68 bewegliche Ablagen in den Abmessungen 6.200 x 450 x 600 Millimeter und einer Tragfähigkeit von jeweils 1.750 Kilogramm.

Das System wurde mit einer mobilen Beladestation ausgestattet, die das Beladen von Profilen außerhalb der Halle und den Transport in die Halle ermöglicht. Hinzu kommen zwei mobile Entladestationen, die Hand in Hand mit den Laufkränen und Laserschneidmaschinen für die Profile innerhalb der Halle arbeiten. Nach Anordnung eines Bedieners am Steuerpult werden die Artikel vollautomatisch an eine der Entladestationen transportiert.

Lager- und Transportabläufe optimiert

Die optimierte Lagerung sowie der Transport von Komponenten, die in der Produktion verwendet werden, gehört für Hersteller wie Retech mit zu den wichtigsten Herausforderungen. Je höher die Verkaufszahlen, desto höher auch die Anforderungen an das Lagermanagement und desto wichtiger auch die technische Zuverlässigkeit. Hier muss alles reibungslos funktionieren, und es dürfen keine Verzögerungen auftreten, ansonsten droht Produktionsstillstand. Die Automatisierung der Lager- und Transportabläufe ermöglicht eine erhebliche Steigerung des Produktionspotenzials bei gleichzeitig



Für den Betrieb des Regalbediengerätes auf Schienen zwischen den Hochregalen kommen robuste Nord-Getriebemotoren zum Einsatz.

Bilder: Nord Drivesystems

DAS AUTOMATISCHE LAGERSYSTEM VON BAUMALOG VERBESSERT DIE LOGISTISCHEN ABLÄUFE, WAS WIEDERUM FEHLER DURCH MENSCHLICHES VERSAGEN VERRINGERT SOWIE KÜRZERE DURCHLAUFZEITEN FÜR KUNDENBESTELLUNGEN ERMÖGLICHT.

erhöhter Sicherheit am Arbeitsplatz. Das automatische Lagersystem von Baumalog verbessert die logistischen Abläufe, was wiederum Fehler durch menschliches Versagen verringert sowie kürzere Durchlaufzeiten für Kundenbestellungen ermöglicht.

Lagerautomation mit schnellen Lieferzeiten

Für die Automatisierung der von Baumalog gelieferten Lagersäulen und die Be- und Entladestationen kamen mehrere Antriebs-

systeme von Nord zum Einsatz. Als einer der weltweit führenden Systemanbieter liefert Nord effiziente Antriebskonzepte bestehend aus Getriebe, Motor und Frequenzumrichter, die den hohen Anforderungen der Lagerlogistik an Zuverlässigkeit und Robustheit gerecht werden. Zu dem umfangreichen Angebot von Nord gehören zudem intelligente mechanische und elektrische Lösungen, die flexible Konfigurationen für die Lagerautomation mit schnellen Lieferzeiten ermöglichen. Die optimal aufeinander abgestimmten Einzelkomponenten sind die Basis einer hohen Variantenvielfalt, großen Flexibilität sowie kurzer Planungs- und Montagezeiten.

Für das von Baumalog konzipierte automatisierte Lager bei Retech lieferte Nord sechs Getriebemotoren mit Leistungen von 0,75 bis 3 kW. Die Getriebemotoren ermöglichen den Betrieb des Regalbediengerätes auf Schienen zwischen den Hochregalen, die Bewegung des Vertikalförderers, um Material aus dem

Regal zu entnehmen und dorthin zurückzubringen sowie die Bewegung der Regale in horizontaler Richtung und die Bewegung des Vertikalförderers zur Lagersäule.

Verbesserung des Produktionsprozesses und höhere Arbeitssicherheit

Die verwendeten Nord-Getriebemotoren werden durch Frequenzumrichter vom Typ NordAC PRO sicher betrieben. Bei diesen speziell für die Montage im Schaltschrank entwickelten Umrichtern sorgt ein ausgeklügeltes Kühlkonzept für eine optimale Wärmeableitung. Die Umrichter gewährleisten nicht nur – unabhängig von der übergeordneten Steuereinheit – die präzise Positionierung zwischen verschiedenen Punkten, sondern auch die relative Positionierung der Endlosschleifenachse. Sie können sowohl synchrone als auch asynchrone Motoren zuverlässig steuern und lassen mit ihrer Vielzahl an Zusatzoptionen und dem großen Leistungsbereich von 0,25 bis 160 kW keine Kundenwünsche offen.

Die Nord-Antriebslösungen steuern auch eine Be- und Entladestation außerhalb des Gebäudes sowie Entladestationen innerhalb des Gebäudes an, von wo aus die Materialien zum Laserschneider gebracht werden. Die Automatisierung der Lager- und Transportabläufe für Profile bei Retech hat zu einer deutlichen Verbesserung des Produktionsprozesses und einer erhöhten Arbeitssicherheit beigetragen. Der Einsatz von High-End-Komponenten wie die Nord-Antriebslösungen gewährleistet einen reibungslosen und störungsfreien Betrieb des gesamten Systems.

« TB



Für das von Baumalog konzipierte automatisierte Lager bei Retech lieferte Nord sechs Getriebemotoren mit Leistungen von 0,75 bis 3 kW sowie die dazu passenden Frequenzumrichter vom Typ NordAC PRO.

Jörg Niemann ist Bereichsleiter Marketing bei Nord Drivesystems.

EFFIZIENTE AUTOMATISIERUNG MIT DEM RIELEC FIT SORTER

Der Rielec Fit Sorter transformiert die Intralogistik mit fortschrittlicher ASi-5 Technologie von Bihl+Wiedemann. Er sortiert über 1.800 Pakete pro Stunde und optimiert die Abläufe in Logistikzentren für eine effiziente Beladung von Auslieferungsfahrzeugen. Mit innovativen Lösungen wie Clustag RFID und ASi Safety sorgt Rielec für maximale Flexibilität und Sicherheit, was die Wettbewerbsfähigkeit der Kunden nachhaltig steigert. » VON THOMAS RÖNITZSCH

Rielec mit Sitz in Valencia, Spanien, verfügt über ein hohes Maß an Erfahrung in der industriellen Automation und der Intralogistik-Robotik. Das international tätige Unternehmen entwickelt und realisiert seit 2015 intelligente Lösungen für die Intralogistik, RFID-Systeme für den Logistiksektor, Fördersysteme und maßgeschneiderte Softwarelösungen. Dafür hat Rielec drei Geschäftsbereiche: die Marke Rielec Logistics Systems, die sich um die Beratung, Konzeption und Fertigung, Montage und Wartung von Fördersystemen und industriellen Anlagen kümmert, Clustag, den Bereich für RFID-Lösungen und Codopi, den Unternehmensbereich, der sich mit der Fertigung von Komponenten für die Industrie und Designelementen aus Metall beschäftigt. Für Rielec steht bei der Realisierung von Projekten immer die Optimierung der Arbeitsprozesse im Fokus mit dem Ziel, die Effektivität der Logistikabläufe seiner Kunden zu verbessern. Dazu setzt das Unternehmen nicht nur auf den jeweils neuesten Stand der

Technik, sondern auch auf die Integration innovativer Technologien wie ASi-5.

Rielec spart auch Installations- und Inbetriebnahmekosten

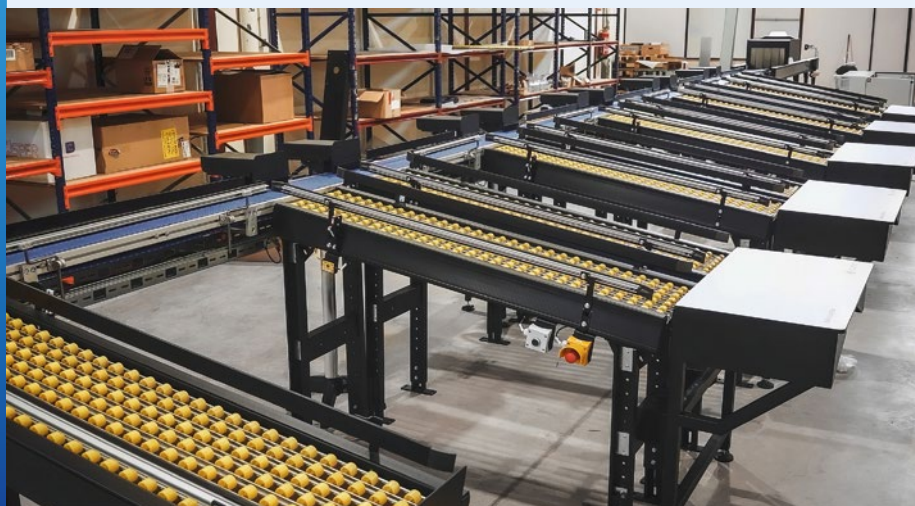
AS-Interface hat sich auch in der Intralogistik aufgrund seines hohen Anwenderkomforts – der einfachen Installation, der hohen Funktionalität und Flexibilität sowie der geringen Kosten – seit langem als international standardisiertes Verdrahtungssystem etabliert. Insofern überrascht es auch nicht, dass Rielec schon 2018 die ersten Applikationen mit ASi-3 Motormodulen von Bihl+Wiedemann umgesetzt hat und heute Produkte des Mannheimer

Unternehmens in vielen seiner Maschinen verwendet. ASi-5 ist bei Rielec seit 2020 im Einsatz, denn die neue AS-Interface-Generation passt perfekt zu den Anforderungen von Rielec in Bezug auf flexible Automatisierungskonzepte – Stichwort Intralogistik 4.0. Die ASi-5 Technologie von Bihl+Wiedemann ermöglicht nicht nur konfigurierbare und erweiterbare Designs der Maschine in der Engineering-Phase, sondern auch flexiblere und damit schnellere Fertigungsprozesse, weil über AS-Interface sichere und nicht-sichere Signale einfach und bedarfsgerecht dort, wo sie gebraucht werden, in die Maschinen integriert werden können. Und weil Maschinen durch das effiziente ASi-5 Installationskonzept in deutlich kürzerer Zeit mit weniger Aufwand und Material montiert und bei Bedarf auch demontiert werden können, keine zusätzlichen Stecker notwendig sind und die Programmierung und Inbetriebnahme mit AS-Interface einfacher ist als bei anderen Systemen, spart Rielec damit auch noch Installations- und Inbetriebnahmekosten.

DAS GATEWAY KANN ÜBER DEN INTEGRIERTEN OPC-UA-SERVER AUCH DATEN AN EINE CLOUD, SCADA ODER EIN ERP-SYSTEM ÜBERTRAGEN UND SO ZUM BEISPIEL FÜR INDUSTRIE-4.0-APPLIKATIONEN ZUR VERFÜGUNG STELLEN.

Effektive Automatisierung im Paketversand

Der Rielec Fit Sorter-Paketsortierer ist eine Applikation, mit der viele Pakete vom Eingabepunkt aus in kurzer Zeit automatisiert an verschiedene Stationen befördert werden können. Er kann zum Beispiel in einem Logistikzentrum eingesetzt werden, um viele Auslieferungsfahrzeuge von Paketzustellern mit unterschiedlichen Zustellbezirken zu beladen. Dazu werden mit einem SKU-Barcode (SKU, Stock Keeping Unit, Artikelnummer) gekennzeichnete Pakete nacheinander auf ein von Motorrollen angetriebenes Förderband gelegt, gescannt und mit einem Tracking-Code versehen. Anschließend werden sie über ein zweites Förderband bis zu einem definierten Ausschleusungspunkt transportiert,



Mit dem Rielec Fit Sorter Paketsortierer lassen sich bis zu 1.800 Kartons in einer Stunde sortieren.



ASI-5 Motormodule für zwei 24 V Motorrollen vom Typ BWU4246 steuern die Motorrollen, die dieses Förderband antreiben, und regeln so die Geschwindigkeit und die Beschleunigung in den jeweiligen Abschnitten.

Bilder: Bihl+Wiedemann GmbH



Über die selbstkonfigurierenden ASI-5 E/A Module BWU4231 von Bihl+Wiedemann werden optische Sensoren und pneumatische Aktuatoren für die Ausschleusung von Paketen eingebunden.

wo sie mit Hilfe pneumatischer Aktuatoren vom Förderband geschoben werden und über eine Rollenbahn zu ihrem endgültigen Bestimmungsort gelangen. Rielec nutzt für den Fit Sorter nicht nur seine Clustag RFID-Lösung, sondern setzt an vielen Stellen in der Applikation auch ASI-5 und ASi Safety Lösungen von Bihl+Wiedemann ein.

Effiziente Paketverarbeitung und präzise Sortierung

Der Rielec Fit Sorter kann pro Stunde mehr als 1.800 Pakete sortieren. Eine Bedienkraft scannt zunächst den SKU-Barcode eines Artikels. Das System weist diesem dann einen Tracking-Code zu, mit dem er die gesamte Anlage bis zu seinem Bestimmungsort durchläuft. Anschließend wird das Paket auf ein Förderband gelegt. ASI-5 Motormodule für zwei 24 V Motorrollen vom Typ BWU4246 steuern die Motorrollen, die die-

BEIM RIELEC FIT SORTER WIRD AS-INTERFACE ABER NICHT NUR FÜR DIE FÖRDERTECHNIK UND DIE PNEUMATIK EINGESETZT, SONDERN AUCH FÜR DIE SICHERHEITSTECHNIK.

ses Förderband antreiben, und regeln so die Geschwindigkeit und die Beschleunigung in den jeweiligen Abschnitten. Über ein ASI-5/ASI-3 PROFINET Gateway BWU3862, das das ASi System überwacht, kann darüber hinaus auch der jeweils anliegende Spannungsbereich angezeigt werden. Und um den Status des Pakets auch optisch in verschiedenen Farben sichtbar zu machen, sind am Rand der Förderstrecke LED-Stripes eingelassen. Diese werden von den aktiven Verteilern ASI-5 für RGB-Stripes (BWU4083) von Bihl+Wiedemann gesteuert.

Fehlerquellen beseitigt und Daten in Echtzeit

Zusätzlich zum Tracking über den SKU-Barcode wird eine RFID-Kontrolllesung durchgeführt, die die Clustag RFID-Technologie von Rielec nutzt. Diese Technologie ermöglicht es zum Beispiel, falsch codierte Etiketten zu identifizieren und zu korrigieren. Auf diese Weise werden Fehlerquellen beseitigt und die neuen Daten dem System in Echtzeit zur Verfügung gestellt, was die Produktivität der Applikation noch einmal erheblich steigert. Nach der RFID-Kontrolllesung gelangt das jeweilige Paket auf ein zweites Förderband, das über eine Vielzahl von Ausschleusungspunkten verfügt. An jedem dieser Punkte sind optische Sensoren und pneumatische Aktuatoren für die Ausschleusung auf ein Rollenband installiert.

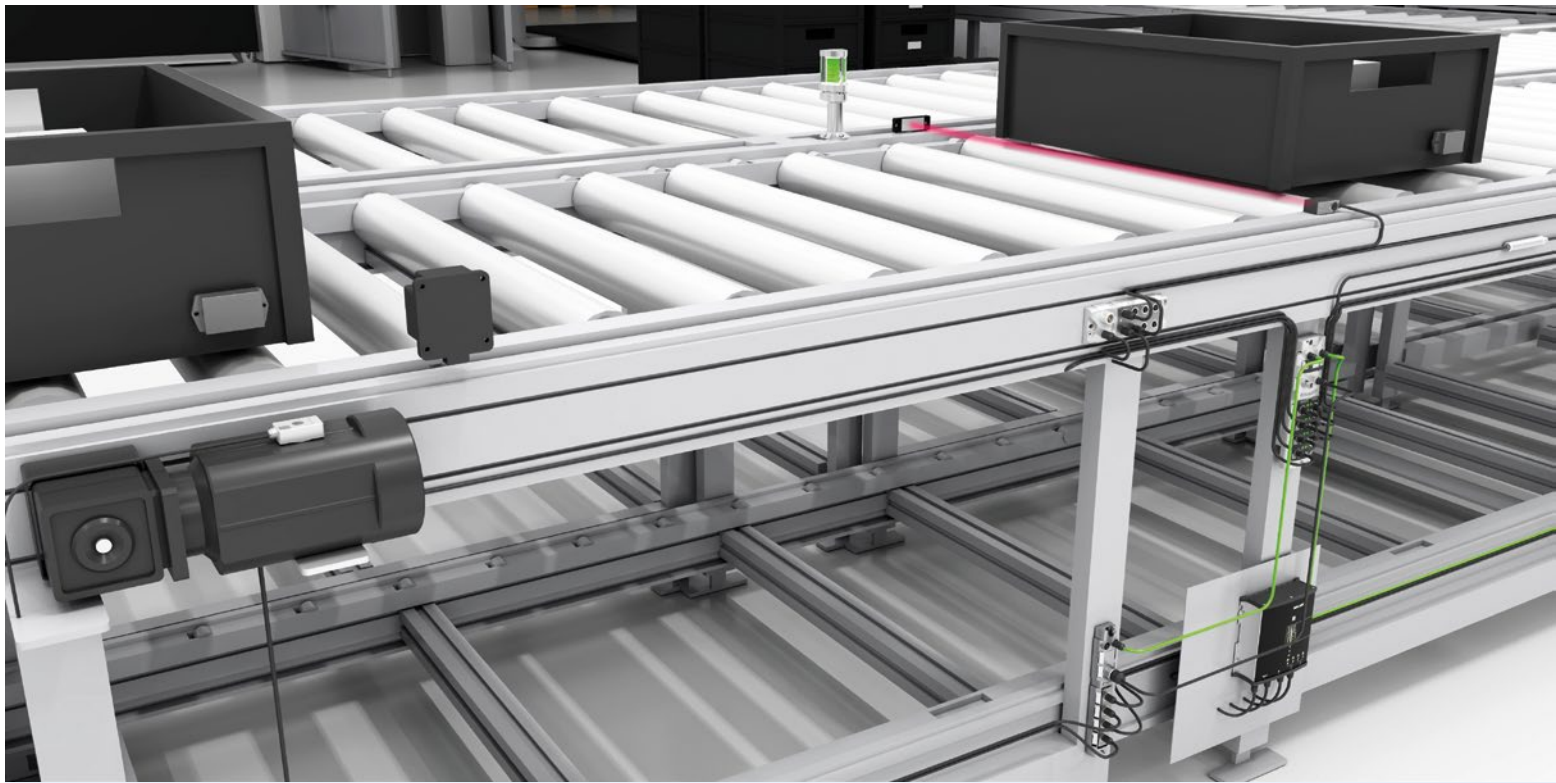
Intelligente Sensorik und Sicherheitstechnik

All diese Sensoren und Aktuatoren entlang der Förderstrecken sind an selbstkonfigurierende ASI-5 Module BWU4231 von Bihl+Wiedemann für 16 digitale E/A Signale angeschlossen. Damit können alle Daten, die der Rielec Fit Sorter entlang der Förderstrecke benötigt, erfasst und die Ausschleusung eines Artikels an der entsprechenden Stelle umgesetzt werden. Nach erfolgter Ausschleusung gelangt das jeweilige Paket dann über eine Rollenbahn zu seinem endgültigen Bestimmungsort.

Beim Rielec Fit Sorter wird AS-Interface aber nicht nur für die Fördertechnik und die Pneumatik eingesetzt, sondern auch für die Sicherheitstechnik. Um Bedienplätze mit den arbeitstechnisch notwendigen Mitteln für einen sicheren und kontinuierlichen Betrieb auszustatten, werden für die benötigten sicheren Signale Aktive Verteiler ASi Safety vom Typ BWU3599 verwendet, mit denen sich Sicherheitsapplikationen bis SIL3/PLc umsetzen lassen.

Zentrales Element der AS-Interface-Technologie im Rielec Fit Sorter ist das ASI-5/ASI-3 PROFINET Gateway BWU3862 mit integriertem Sicherheitsmonitor von Bihl+Wiedemann. Es sammelt die Prozess- und Diagnoseinformationen der sicheren und nicht-sicheren Teilnehmer im Netzwerk ein und sendet alle steuerungsrelevanten Daten zur Verarbeitung an die SPS. Dabei kann es, wenn nötig, auch einen Teil der Aufgaben der Steuerung selbst übernehmen und so die SPS entlasten. **« TB**

Thomas Rönitzsch arbeitet in der Unternehmenskommunikation der Bihl+Wiedemann GmbH.



AUTOMATISIERUNG ALS SCHLÜSSEL ZUR EFFIZIENZSTEIGERUNG

Der Intralogistiksektor steht vor beträchtlichen Herausforderungen wie Arbeitskräftemangel und steigenden Kundenanforderungen. Automatisierung ist keine Option mehr, sondern eine Notwendigkeit. Technologien wie IO-Link, RFID und 3D-Vision bieten skalierbare Lösungen für optimierte Prozesse, reduzierte Kosten und verbesserte Effizienz. Der Artikel beleuchtet, wie intelligente Integration und geeignete Technologien die Zukunft der Intralogistik gestalten. » VON DANIEL OSZCZEDA

Der Intralogistiksektor steht vor mehreren zentralen Herausforderungen. Arbeitskräftemangel, hohe Fluktuation und eine alternde Belegschaft machen es für Lagerhäuser immer schwieriger, ihre Personalplanung zuverlässig zu steuern. Gleichzeitig steigen die Erwartungen an Geschwindigkeit, Flexibilität und Nachhaltigkeit. Kunden erwarten schnelle, zuverlässige Lieferungen und eine präzise Bestandsübersicht über alle Kanäle hinweg – daher müssen intralogistische Systeme Nachfragespitzen bewältigen, ohne das Servicelevel zu beeinträchtigen.

In einem solchen Umfeld ist Automatisierung kein Luxus mehr – sie ist eine strategische Notwendigkeit. Der Mangel an qualifizierten Fachkräften sowie hohe Anfangsinvestitionen in große automatisierte Systeme bremsen die Einführung jedoch häufig aus. Deshalb setzen viele Unterneh-

men auf skalierbare, modulare Konzepte, um Risiken zu reduzieren.

Intelligente Lösungen für die Branche

In diesem Artikel wird erläutert, wie Automatisierungslösungen die Herausforderungen der Branche adressieren und warum ihr Erfolg von intelligenter Integration und der strategischen Auswahl geeigneter Technologien abhängt. Diese Herausforderungen verdeutlichen die dringende Notwendigkeit intuitiver Technologien und umfassender Schulungsprogramme, die Automatisierung zugänglich und nachhaltig machen.

Steuerungsarchitektur mit IO-Link

Jede Automatisierungslösung erfordert die Auswahl der passenden Kommunikationstechnologie für den Datenaustausch zwischen allen Systemkomponenten und angeschlossenen Geräten. Die eingesetzte Technologie beeinflusst zahlreiche Aspekte

– von Installations- und Inbetriebnahme-Aufwand bis hin zu einfacher Wartung und einem fehlerfreien Betrieb. Deshalb nutzen heute viele Unternehmen IO-Link als Rückgrat ihrer Automatisierungssysteme in der Intralogistik.

ARBEITSKRÄFTEMANGEL, HOHE FLUKTUATION UND EINE ALTERNDE BELEGSCHAFT MACHEN ES FÜR LAGERHÄUSER IMMER SCHWIERIGER, IHRE PERSONALPLANUNG ZUVERLÄSSIG ZU STEUERN.

Vorteile und Einsatzmöglichkeiten von IO-Link

IO-Link bietet bedeutende Vorteile, die es zur bevorzugten Wahl in der Intralogistik machen. Es ist protokollunabhängig und

Die IO-Link-Topologie auf dem Förderband erstreckt sich von der Stromversorgung bis hin zu Condition-Monitoring-Sensoren.

funktioniert mit allen wichtigen industriellen Netzwerken. Der offene Standard ermöglicht die Kompatibilität mit Geräten von Hunder-ten von Anbietern und unterstützt sowohl kabelgebundene als auch drahtlose Optionen, einschließlich IO-Link Safety.

Die vereinfachte Verdrahtung mit Standard-3-Draht-Kabeln und gängigen M12-Steckern reduziert Kosten und Installationszeiten, da sie mehrere Schnittstellen ersetzt. IO-Link beschleunigt die Inbetriebnahme und bietet OEMs sowie Systemintegratoren mehr Designfreiheit. Dies führt zu höherer Transparenz und einfacher Wartung für End-nutzer und erleichtert SPS-Programmierung und Geräteparametrierung.

Die Drag-and-drop-Funktionalität ermöglicht die reibungslose Erstellung von Kon-figurationsdateien für Profinet- und Ether-CAT-Netzwerke mithilfe standardisierter IODD-Dateien. Dank Plug-and-Play minimiert IO-Link Ausfallzeiten, da der Geräteaus-tausch ohne erneute Programmierung erfolgt und das System automatisch die vorherigen Ein-stellungen übernimmt.

Predictive Maintenance und Condition Monitoring

Ein wesentlicher Beitrag zu höherer Produk-tivität und Effizienz ist die Reduzierung un-geplanter Ausfallzeiten. In intralogistischen Systemen gelten die Antriebe als kritischste Komponenten und werden üblicherweise mithilfe von Vibrations- und Temperatursensoren überwacht.

Der optimale Ansatz ist eine kontinuierliche Zustandsüberwachung mit fortschrit-tlichen Vibrations- und Temperatursensoren,

die über integrierte Datenvorverarbeitung und intelligente Algorithmen verfügen. Diese Systeme ermöglichen die permanente Über-wachung kritischer Komponenten - wie etwa Lager - durch frequenzselektive Analysen (FFT). Bei Bedarf können zudem spezifische Rohvibrationsdaten weitergegeben werden.

IN VIELEN INTRALOGISTISCHEN BEREICHEN SPIELT DIE RFID-TECHNOLOGIE EINE ENTSCHEIDENDE ROLLE BEI DER UNTERSTÜTZUNG DER AUTOMATISIERUNG UND DER STEIGERUNG VON EFFIZIENZ SOWIE RÜCKVER-FOLGBARKEIT.

Effizientes Condition Monitoring mit Balluff CMTK

Balluff CMTK ist ein Plug-and-Play-On-Premi-se-System für industrielles Condition Moni-toring. Es ermöglicht eine schnelle Implementie-rung und nahtlose Integration in bestehende Umgebungen, ohne IT- oder Automations-netzwerke zu belasten. Das CMTK unter-stützt alle IO-Link-Sensoren, einschließlich fortschrittlicher BCM-Sensoren für Vibrations-und Temperaturüberwachung. Die Konfigu-ration und Visualisierung erfolgt browserba-siert, ohne zusätzliche Software. Dashboards, Trendanalysen und Alarmfunktionen ermög-lichen eine proaktive Wartung. Das System lässt sich auf bis zu 44 Sensoren erweitern und unterstützt sowohl Auswertungen von Frequenzspektren als auch Trendanalysen.

So können Wartungsteams frühzeitig Un-wuchten, Fehlausrichtungen oder Lager-probleme erkennen. Algorithmen für die Erkennung von Anomalien analysieren kon-tinuierlich die Sensordaten und vergleichen Echtzeitwerte mit historischen Basislinien so-

wie definierten Grenzwerten, um potenzielle Fehler rechtzeitig zu identifizieren.

Die Kraft der 3D-Vision in Palettierung und Fulfillment

3D-Vision-Technologie revolutioniert Auto-matisierung in Palettierung und Fulfillment, indem sie Robotern präzises Sehen ermög-licht. Lösungen wie die Balluff „RC_Visard 3D-Kamera“ kombinieren Tiefenerkennung mit integrierter Intelligenz, sodass Roboter Posi-tion, Orientierung und Größe von Objekten erkennen – selbst in dynamischen oder chao-tischen Umgebungen. Mit Softwaremodulen wie BoxPick (Depalettierung) oder ItemPick (Kommissionierung) liefern diese Systeme sofort nutzbare Greifkoordinaten an den Roboter – ganz ohne externe Rechner oder komplexe Programmierung. Dies ermöglicht eine schnellere Implementierung, reduzierte Integrationskosten und höhere Flexibilität. Indem manuelles Kommissionieren ersetzt wird, spart 3D-Vision wertvollen Platz, er-höhrt Durchsatz und Genauigkeit und sorgt für einen reibungslosen Betrieb – selbst bei hoher Nachfrage.

Die Rolle der RFID-Technologie in der Intralogistik

In der Intralogistik spielt die RFID-Technologie eine wichtige Rolle bei der Automatisierung und Steigerung von Effizienz sowie Rück-verfolgbarkeit. Strategisch platzierte RFID-Lesegeräte erfassen Daten automatisch an Wareneingängen, in der Fördertechnik und an Lagerplätzen. Dies reduziert Fehler, beschleu-nigt Inventuren und sichert aktuelle Bestände.

RFID dokumentiert jede Bewegung eines Artikels und ermöglicht die automatisierte Aktualisierung von Beständen mit über 99 Prozent Genauigkeit. Zudem sorgt es für ei-nen schnelleren Materialfluss: Förder- und Robotersysteme erkennen Artikel sofort. Die Integration ins Warehouse Management Sys-tem (WMS) erleichtert Lagerplatzvergabe, optimiert die Kommissionierung und auto-matisiert Nachschubprozesse. Dies ermöglicht Mitarbeitenden, höherwertige Aufgaben zu übernehmen und schafft effiziente, zukunfts-sichere intralogistische Systeme. **» TB**

Daniel Oszczeda ist Market Segment Manager bei Balluff EMEA.

Die Abbildung zeigt die Überwachung des Materialflusses mithilfe von RFID-UHF-Technologie, die eine präzise Nachverfolgung der Waren-bewegungen im Lager ermöglicht.

Bilder: Balluff GmbH



DIE ZUKUNFT DER LAGEREFFIZIENZ

Die Intralogistik erlebt derzeit einen tiefgreifenden Wandel. Steigende Anforderungen an Geschwindigkeit, Flexibilität und Kosteneffizienz treiben die Entwicklung moderner automatisierter Lager- und Bereitstellungssysteme (ASRS) voran. Technologien wie Künstliche Intelligenz (KI), IIoT und fortschrittliche Sensorik bilden dabei die Basis für neue Leistungsstandards in Lager- und Produktionsumgebungen. » VON MICHAEL BASLER

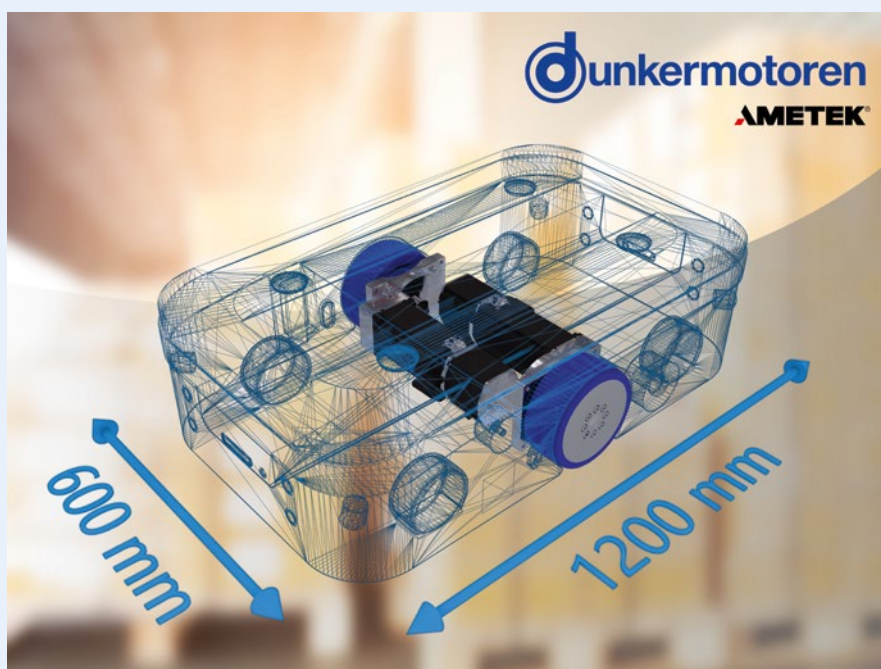
Moderne Anbieter von Robotik- und Lagerlösungen betonen vor allem Systemverfügbarkeit, Zuverlässigkeit und minimale manuelle Eingriffe. Viele Systeme erreichen heute über 99 Prozent Betriebszeit, was einen nahezu unterbrechungsfreien Materialfluss ermöglicht. Ein wesentlicher Faktor hierfür sind berührungslose Ladesysteme, die den Energiehaushalt autonomer Fahrzeuge effizient steuern und Stillstandzeiten reduzieren. In Kombination mit KI-gestützten Algorithmen können Fahrzeuge in Echtzeit auf Umgebungsänderungen reagieren, ihre Routen optimieren und Entscheidungen autonom treffen.

Steigende Anforderungen an die Antriebstechnik

Mit der zunehmenden Automatisierung steigen auch die Erwartungen an die eingesetzte Antriebstechnik. Gefordert sind hohe Lebensdauer, robuste Verfügbarkeit, integrierte Sicherheit und intelligente Datennutzung. Dunkermotoren trägt dieser Entwicklung mit seiner neuen Motor-Regler-Plattform Rechnung. Alle integrierten und externen Regelelektroniken verfügen serienmäßig über eine zertifizierte STO-Sicherheitsschnittstelle, die einen sicheren Betrieb in anspruchsvollen Umgebungen gewährleistet.

Sicherheitsfunktionen für maximale Maschinen- und Prozesssicherheit

Dunkermotoren hat mit der Produkterweiterung dSafe innovative Sicherheitsfunktionen eingeführt, die darauf abzielen, maximale Maschinen- und Prozesssicherheit zu gewährleisten. Diese neuen Funktionen bieten nicht nur eine höhere Sicherheit, sondern reduzieren auch den Integrationsaufwand und garantieren geprüfte Funktionalität.



Das Bild zeigt ein Konzept für ein automatisiertes fahrerloses Transportfahrzeug (AGV), das Hub-Getriebemotoren von Dunkermotoren und Ametek verwendet.

Zu den neuen Safe-Motion-Funktionen gehören unter anderem der sichere Stopp 1 (SS1), die begrenzte sichere Geschwindigkeit (SLS), die begrenzte sichere Position (SLP) und die sichere Bremssteuerung (SBC). Zudem wird eine FS0E-Schnittstelle (Fail Safe over EtherCAT) bereitgestellt.

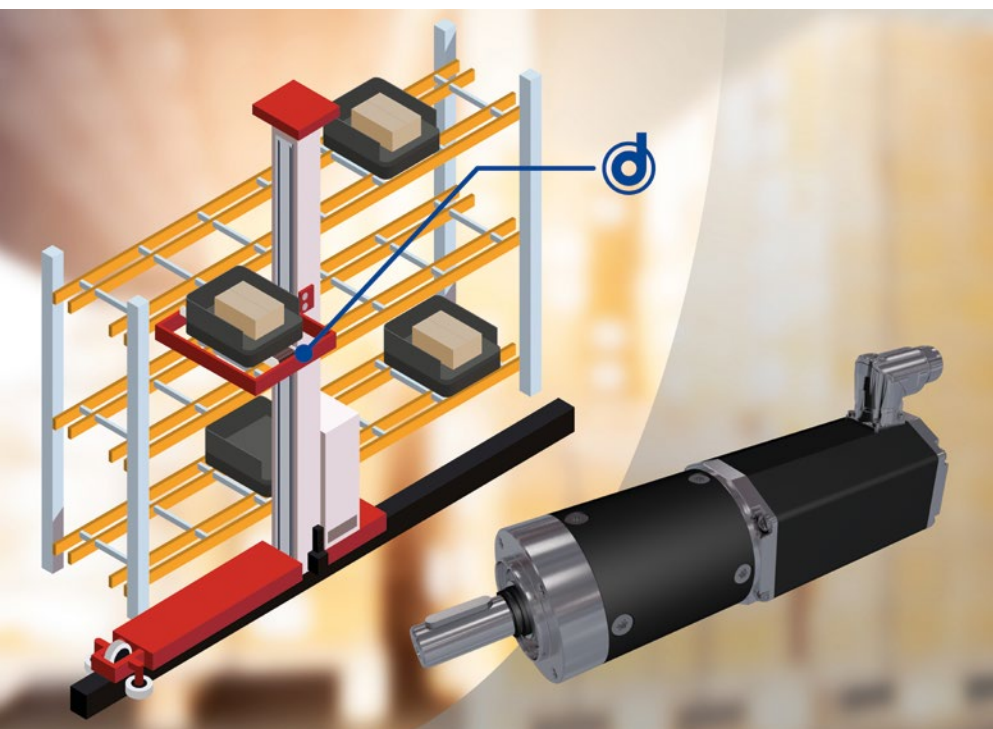
MODERNE ANBIETER VON ROBOTIK- UND LAGERLÖSUNGEN BETONEN VOR ALLEM SYSTEMVERFÜGBARKEIT, ZUVERLÄSSIGKEIT UND MINIMALE MANUELLE EINGRIFFE.

Diese Funktionen ermöglichen es, Sicherheitskonzepte zu vereinfachen, externe Hardware zu reduzieren und normkonforme Anwendungen schneller zu realisieren. Mit

dSafe setzt Dunkermotoren neue Maßstäbe in der Sicherheitstechnik und unterstützt Unternehmen dabei, ihre Prozesse effizienter und sicherer zu gestalten.

Flexibel konfigurierbare Motor-Regler-Plattform

Die flexibel konfigurierbare Motor-Regler-Plattform bietet maximale Anpassbarkeit, eine einfache Integration und reduzierte Systemkosten. Sie ermöglicht es Anwendern, die Regelelektronik exakt auf die jeweilige Applikation abzustimmen. Dank der direkt im Motor integrierten Bus- und Ethernet-Schnittstellen, wie CANopen, Profinet (Prodrive AK 1 & 4), EtherCAT (Distributed Clocks) und EtherNet/IP, entfällt oft ein externes Steuergerät. Dies spart nicht nur Bauraum, sondern vereinfacht auch die Inbetriebnahme erheblich durch das Drive Assistant Tool.



Die intelligenten Motoren von Dunkermotoren kommen in zahlreichen Systemen zum Einsatz, etwa in Shuttles und Hochgeschwindigkeits-Lagersystemen.

Zusätzliche Features, wie ein elektronisches Typenschild, ein Betriebsstundenzähler, Takt-synchronität sowie die Möglichkeit zur freien Programmierung, erhöhen die Transparenz und Flexibilität der Anwendung. Eine optimierte Spannungsfestigkeit schützt die Elektronik vor hohen Akkuspannungen, was insbesondere in mobilen Robotiksystemen von großem Vorteil ist. Mit dieser Plattform wird eine effiziente und anpassbare Lösung für verschiedene Anwendungen geschaffen.

DUNKERMOTOREN HAT MIT DER PRODUKTERWEITERUNG DSAFE INNOVATIVE SICHERHEITSFUNKTIONEN EINGEFÜHRT, DIE DARAUF ABZIELEN, MAXIMALE MASCHINEN- UND PROZESSSICHERHEIT ZU GEWÄHRLEISTEN.

IloT-Integration mit Nexofoxoring

In Kombination mit der Digitalmarke Nexofox können hochfrequente Prozessdaten direkt in der Kundenanwendung erfasst und über ein Gateway in der Cloud gespeichert werden, und das unabhängig von der übergeordneten SPS. Diese Auswertung ermöglicht Echtzeit-Einblicke in Motorzustände, bietet ansprechende Visualisierungen über Dashboards und erlaubt die Ableitung von Wartungsbedarfen. Erstmals werden zudem präzise Aussagen zur Motorlebensdauer möglich.

Dank dieser innovativen Ansätze schafft Dunkermotoren die Grundlage für Predictive

Maintenance, was nicht nur die Ausfallrisiken reduziert, sondern auch die Planbarkeit verbessert. Damit wird eine zukunftsorientierte Lösung für ein effektives und effizientes Wartungsmanagement geschaffen.

Höhere Traglasten; kompakte Bauformen, robuste Mechanik

Parallel zur Weiterentwicklung der Elektronik wurde das Motorenportfolio um neue Nabenge triebe ergänzt. Die Baureihen NG 250, NG 500 und NG 1000 w/o eignen sich speziell für Fahrantriebe in mobilen intralogistischen Systemen. Die robuste Konstruktion

ermöglicht Traglasten bis zu 1.000 kg ohne zusätzliche Lagerung, was Platz spart und mechanische Integration erleichtert.

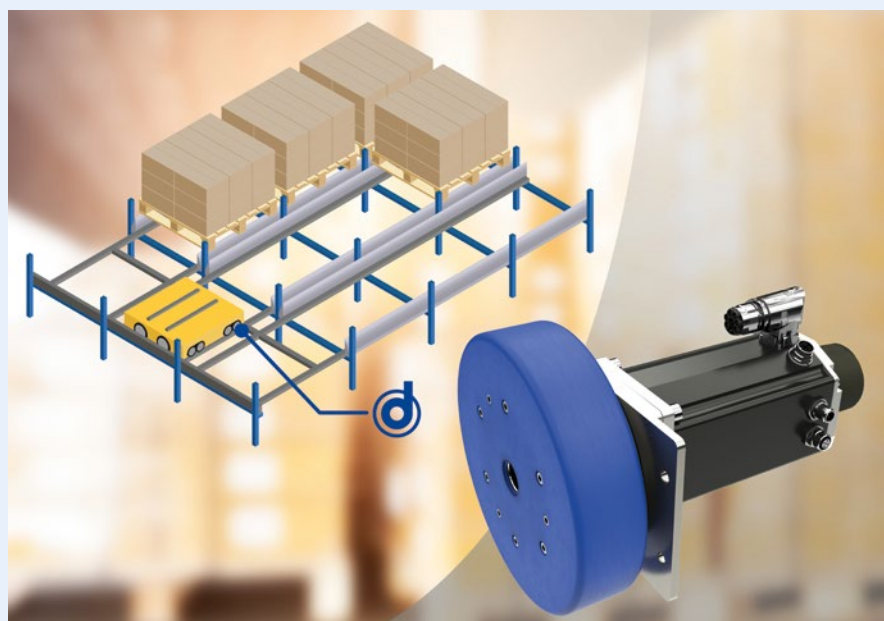
Einsatzbereiche in modernen Logistikumgebungen

Die intelligenten Motoren von Dunkermotoren kommen in zahlreichen Systemen zum Einsatz, etwa in Shuttles und Hochgeschwindigkeits-Lagersystemen, AGVs und AMRs, Cube-Robotics-Lösungen sowie in Sortier- und Kommissioniersystemen. Beispiele aus der Praxis zeigen die Vielfalt des Portfolios: BG 95 dPro wird unter anderem in Robotern für Online-Supermärkte genutzt, während BG 75 in Logistikzentren zur Paketsortierung eingesetzt wird.

Wichtiger Baustein für das Smart Warehouse

Die Kombination aus leistungsstarker Antriebstechnik, integrierten Sicherheitsfunktionen, IloT-Fähigkeiten und robustem mechanischem Design macht die Lösungen von Dunkermotoren zu einem wichtigen Baustein für das Smart Warehouse der Zukunft. Unternehmen profitieren durch höhere Systemverfügbarkeit, reduzierte Betriebskosten, mehr Sicherheit und datenbasierte Prozessoptimierung. Damit leisten die Systeme einen entscheidenden Beitrag zur Effizienzsteigerung und Wettbewerbsfähigkeit moderner Intralogistik. **« TB**

Michael Basler ist Key Account Manager Industrial Automation bei Dunkermotoren.



Ein modernes Automatisierungssystem für die Lagerlogistik, bestehend aus einem vierseitigen Shuttle-System und einem integrierten intelligenten bürstenlosen DC-Motor, bietet effiziente und präzise Bewegungssteuerung.

Bilder: Ametek & Dunkermotoren

FRAMO MORAT UND FILICS BÜNDELN IHRE KRÄFTE

Mit einem neu entwickelten, hochintegrierten Fahrtrieb und dem innovativen Doppelkufensystem von Filics wird der Palettentransport in der Intralogistik revolutioniert. Durch mechanisch unabhängige Fahreinheiten und omnidirektionalen Antrieb werden effizientere Raumkonzepte möglich. Framo Morat stellt seine Expertise in der individuellen Antriebstechnik zur Verfügung, um maßgeschneiderte Lösungen zu schaffen und den Herausforderungen der modernen Logistik zu begegnen. » VON STEFAN FEDERER

Mit dem Doppelkufensystem verfolgt Filics einen innovativen Ansatz für den innerbetrieblichen Transport von Europaletten und ähnlichen Ladungsträgern. Während herkömmliche FTS- und AMR-Konzepte in der Regel Platz für Wendemanöver, Rangierflächen und Sicherheitsabstände benötigen, wurde das Filics-System konsequent auf maximale Flächeneffizienz ausgelegt. Ziel von Filics ist es, den automatisierten Palettentransport auf das allernötigste zu reduzieren: zwei flache Kufen.

Die sogenannte Filics Unit besteht aus zwei unabhängig voneinander agierenden Fahreinheiten, die eine Palette direkt vom Boden aufnehmen und sich exakt unter ihr

positionieren. Das Fahrzeug verschwindet damit funktional und optisch fast vollständig unter der Last. Für den Transport wird nur so viel Raum benötigt, wie die Palette selbst beansprucht. Dies ermöglicht einen Materialfluss auch in sehr engen Lager- und Produktionsbereichen, in denen klassische Fahrzeuge an ihre Grenzen stoßen. Bei kurzen Transportstrecken von etwa 10 m kann sich der Flächenbedarf im Vergleich zu klassischen Flurförderfahrzeugen um bis zu 50 Prozent reduzieren.

Die Filics Unit: Omnidirektional, wendekreisfrei und hochflexibel

Ein zentrales Merkmal des Systems ist der omnidirektionale Antrieb. Die Filics Unit kann sich in jede Richtung bewegen, drehen oder

» **UNSER ZIEL IST ES, DAS PALETTENHANDLING NEU ZU DEFINIEREN UND DIE LOGISTIKBRANCHE MIT UMFASSENDEN AUTOMATISIERUNGSLÖSUNGEN ZU TRANSFORMIEREN. DIE STARKE NACHFRAGE NACH UNSERER TECHNOLOGIE BESTÄTIGT, DASS WIR MIT UNSERER LÖSUNG DEN NERV DER ZEIT GETROFFEN HABEN.«**

HELMUT SCHMID, CCO BEI FILICS

seitlich versetzen, ohne zusätzliche Fahrmanöver durchführen zu müssen. Dadurch entfallen zeit- und platzintensive Wendemanöver vollständig. Die Bewegungen sind präzise steuerbar und lassen sich individuell an unterschiedliche Layouts und Prozessanforderungen anpassen.

Diese Bewegungsfreiheit bildet die Grundlage für eine hohe Systemflexibilität. Die Filics Unit kann nicht nur Paletten transportieren, sondern sich auch dynamisch an wechselnde Materialflüsse anpassen. Dadurch eignet sich das System sowohl für klassische Lageranwendungen als auch für den Einsatz in der Produktion, beispielsweise zur Linienver- oder -entsorgung.

Technologische Innovation: Durchfahren statt Umfahren

Ein wesentliches Alleinstellungsmerkmal des Filics-Systems ist die Fähigkeit, Ladungsträger zu durchfahren. Die beiden Fahreinheiten können eine Palette jeweils an den kurzen Seiten unterfahren und wieder verlassen. Das System ist dadurch in der Lage, Paletten aktiv zu „durchdringen“, anstatt sie lediglich von außen zu bewegen. Diese Eigenschaft



Die Filics Unit zeichnet sich vor allem durch die flache und kompakte Bauweise aus, die Kufen sind nur unwesentlich länger als eine Europalette. Dadurch wird eine Automatisierung auch in sehr engen, organisch gewachsenen Gebäuden möglich.

Bild: Filics

eröffnet neue Möglichkeiten in der Automatisierung. Erstmals lassen sich Bodenblocklager automatisieren, ohne dass zusätzliche Fördertechnik, Übergabestationen oder feste Fahrgassen erforderlich sind. Auch FiFo-Puffer können direkt mit autonomen Fahrzeugen bedient werden. Gleichzeitig steigt die Stellplatzkapazität, da der verfügbare Raum deutlich effizienter genutzt wird.

Robuste Auslegung für den industriellen Dauerbetrieb

Das innovative Fahrzeugkonzept stellte außergewöhnlich hohe Anforderungen an den eingesetzten Fahrtrieb. Hierzu zählen die kompakte Bauweise bei gleichzeitig hoher Leistungsdichte, eine feinfühlige Regelbarkeit sowie eine robuste Auslegung für den industriellen Dauerbetrieb. Hinzu kamen hohe mechanische Belastungen und die Notwendigkeit einer nahtlosen Integration in die Gesamtfahrzeugarchitektur. Der Fahrtrieb musste nicht nur die reine Fahrbewegung ermöglichen, sondern auch einen entscheidenden Beitrag zur Gesamtleistung des Systems leisten. Zuverlässigkeit, Lebensdauer und Effizienz waren dabei ebenso wichtig wie die Möglichkeit, den Antrieb exakt auf die Anforderungen der Anwendung abzustimmen.

Radnabengetriebe-Plattform von Framo Morat als technologische Basis

Framo Morat konnte bei der Entwicklung auf seine bewährte Radnabengetriebe-Plattform zurückgreifen, die speziell für mobile Anwendungen wie FTS und AMR entwickelt wurde. Die Plattform umfasst die drei Baureihen NG250, NG500 und NG750, die in jeweils ein- oder zweistufiger Ausführung erhältlich sind.

Allen Baureihen gemeinsam sind eine kompakte Bauweise, eine hohe Leistungsdichte sowie die Integration des Getriebes direkt in die Radnabe. Dadurch entfallen zusätzliche Übertragungselemente wie Ketten, Riemen oder externe Getriebe. Das spart Bauraum, reduziert die Anzahl der Bauteile und erhöht die Gesamteffizienz des Fahrzeugs. Je nach Baureihe lassen sich unterschiedliche Fahrzeuggewichte, Beschleunigungen und Einsatzprofile realisieren – von leichten Transportaufgaben bis hin zu hochbelastbaren Fahrwendungen.

Maßgeschneiderte Antriebstechnologie für innovative Automatisierung

Für das Filics-Projekt dienten die NG-Radnabengetriebe als technologische Basis, wur-



Die Plattform-Nabengetriebe von Framo Morat sind in drei Baugrößen in jeweils ein- und zweistufiger Ausführung erhältlich. Das NG250 (links) kann bis zu 250 kg Traglast pro Rad abdecken, das NG500 (mittig) bis zu 500 kg. Durch das neue NG750 (rechts) wurde der Radiallastbereich auf bis zu 750 kg pro Rad erweitert.

Bild: Framo Morat

den jedoch im Rahmen einer kundenspezifischen Entwicklung gezielt weiterentwickelt. Übersetzungen, Lagerkonzepte, mechanische Schnittstellen sowie die Integration in die Fahrzeugstruktur wurden exakt auf die Anforderungen des Doppelkufensystems abgestimmt. Dabei flossen sowohl die spezifischen Lastfälle als auch die besonderen Bewegungsprofile des Fahrzeugs in die Auslegung ein.

» **DAS INNOVATIVE DOPPELKUFENSYSTEM VON FILICS HAT UNS VON ANFANG AN ÜBERZEUGT. DIE ZURÜCKLIEGENDE KONZEPTIONIERUNG UND INDUSTRIALISIERUNG DER FAHREINHEITEN VERLIEFEN STETS ZIELGERICHTET UND PARTNERSCHAFTLICH.«**

FELIX KNEIPP, TEAMLEITER VERTRIEB
ANTRIEBSTECHNIK & BUSINESS DEVELOPMENT
BEI FRAMO MORAT

In enger Zusammenarbeit zwischen Filics und Framo Morat entstand so ein leistungsstarker und zugleich ultra-kompakter Fahrtrieb, der optimal in das Gesamtsystem integriert ist. In der ersten Systemgeneration ermöglichen die individuell entwickelten Fahrtriebe ein Gesamthubgewicht von

bis zu 800 kg sowie Fahrgeschwindigkeiten von bis zu 1,2 m/s.

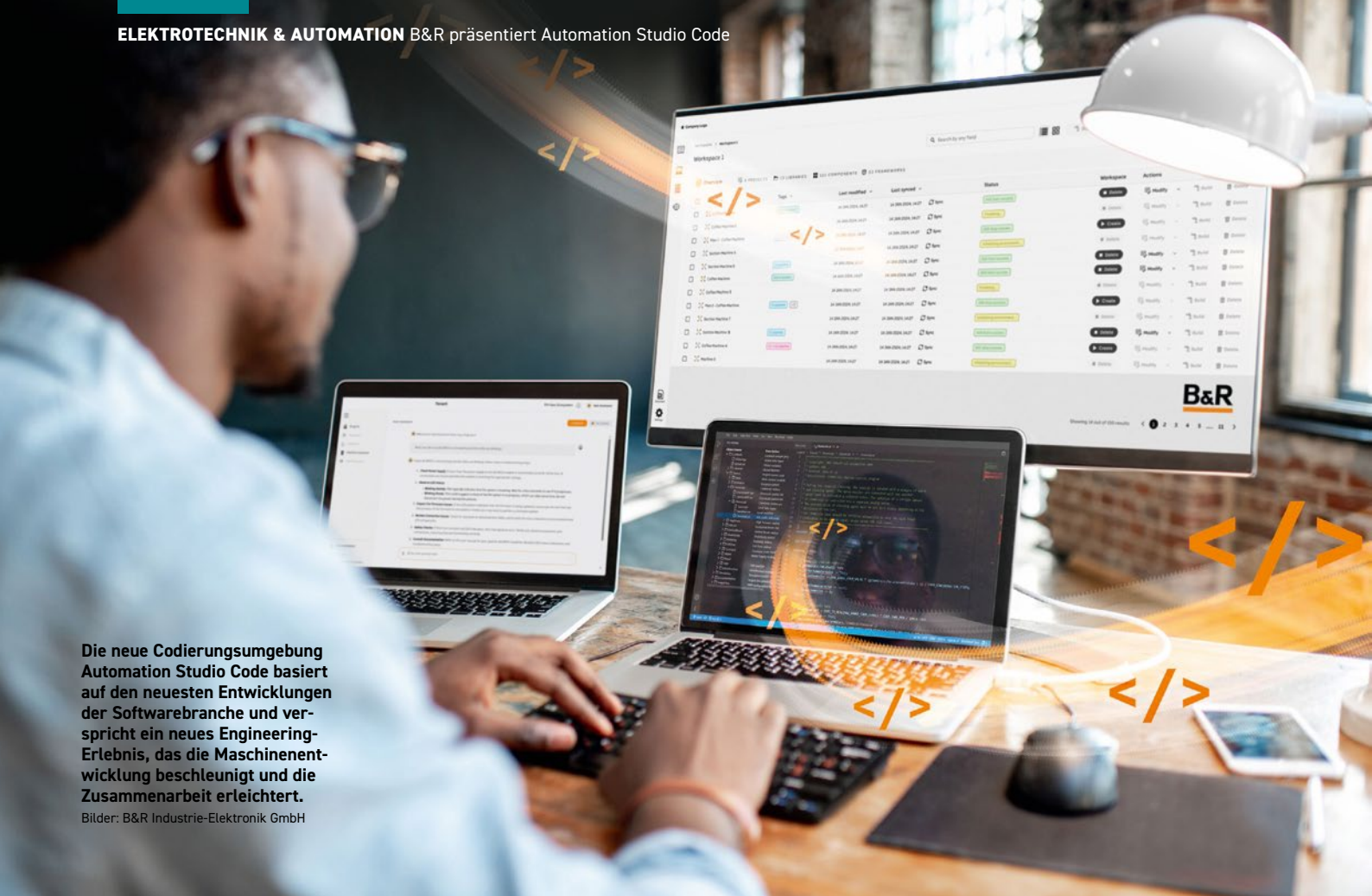
Entwicklung, Industrialisierung und Serie aus einer Hand

Neben der Entwicklungskompetenz bringt Framo Morat auch umfassende Erfahrung in der Industrialisierung und Serienfertigung kundenspezifischer Antriebssysteme ein. Der strukturierte Entwicklungsprozess reicht von der Konzeptphase über Simulation, Prototypenbau und Validierung bis hin zur Serienfreigabe. Eine hohe Fertigungstiefe, klar definierte Prozesse und ein konsequentes Qualitätsmanagement gewährleisten dabei reproduzierbare Qualität auch bei komplexen Sonderlösungen.

Das Projekt mit Filics zeigt exemplarisch, wie modulare Plattformen als Ausgangspunkt für maßgeschneiderte Antriebslösungen dienen können. Framo Morat untermauert damit seine Leistungsfähigkeit als Entwicklungspartner für anspruchsvolle mobile Anwendungen – von der ersten Idee bis zur Serienproduktion. Der Entwicklungspfad endet jedoch nicht mit dem Serienstart – weitere Ausbaustufen des Doppelkufensystems sind bereits in der Pipeline, vom Nachschieben von Palettenreihen bis hin zur vollautonomen Be- und Entladung von Lkw.

» TB

Stefan Federer ist Leiter Marketing & Unternehmenskommunikation bei Framo Morat.



Die neue Codierungsumgebung Automation Studio Code basiert auf den neuesten Entwicklungen der Softwarebranche und verspricht ein neues Engineering-Erlebnis, das die Maschinenentwicklung beschleunigt und die Zusammenarbeit erleichtert.

Bilder: B&R Industrie-Elektronik GmbH

PLATTFORM TRANSFORMIERT MASCHINENENTWICKLUNG

B&R hat mit Automation Studio Code eine neue Codierungsumgebung eingeführt, die auf den neuesten Softwareentwicklungen basiert. Diese Plattform beschleunigt die Maschinenentwicklung durch leistungsstarke Bearbeitungsfunktionen und einen intelligenten KI-Codierungsassistenten. Im vorliegenden Beitrag kommen auch zwei Softwareexperten von B&R zu Wort und erläutern, wie diese Innovationen Automatisierungstechnikern helfen, komplexe Softwarelösungen effizienter zu gestalten und die Zusammenarbeit zu verbessern. » **VON CRAIG POTTER**

Es ist offiziell: B&R hat seine neue Codierungsumgebung Automation Studio Code veröffentlicht. Sie basiert auf den neuesten Entwicklungen der Softwarebranche und verspricht ein völlig neues Engineering-Erlebnis, das die Maschinenentwicklung beschleunigt und die Zusammenarbeit erleichtert. Neben fortschrittlichen Bearbeitungsfunktionen und modernen Entwicklungsworkflows verfügt sie über einen leistungsstarken KI-Codierungsassistenten, Automation Studio Copilot. Die B&R-Softwareexperten Sridharan Rangarajan und Manuel Sanchez zeigen immer wieder auf, welche Auswirkungen diese Ergänzungen

der führenden Automatisierungssoftware von B&R auf Maschinenbauer und Systemintegratoren haben werden.

Herausforderungen in der modernen Maschinenentwicklung

Die wettbewerbsfähigsten Maschinen von heute zeichnen sich durch ihre Software aus. Maschinenbauer und Integratoren stehen vor der Herausforderung, immer komplexere Softwarelösungen zu entwickeln und dabei mit schnelleren Zyklen, sinkenden Margen sowie einem Mangel an qualifizierten Programmierern zurechtzukommen. Es ist daher von entscheidender Bedeutung, dass Automatisierungstools mit diesen

Veränderungen Schritt halten. Dazu Sridharan Rangarajan, Vice President & Global Product Group Manager Software, B&R: „Wir haben immer wieder das gleiche Feedback erhalten: ‚Es gibt zu viele manuelle Schritte, unnötige Klicks und Workarounds, um etwas zu erledigen‘ und ‚die teamübergreifende Zusammenarbeit ist schwieriger als sie sein sollte‘. Also haben wir uns angesehen, was moderne Softwareentwickler für selbstverständlich halten – intelligente Codierungswerkzeuge, effiziente Entwicklungsworkflows wie integrierte Versionskontrolle, KI-gestützte Entwicklung und vieles mehr – und gefragt: Warum können Automatisierungstechniker nicht die gleichen Vorteile nutzen?“

Skepsis gegenüber Veränderungen überwinden

Softwareentwickler stehen Veränderungen, die rein oberflächlich erscheinen, naturgemäß skeptisch gegenüber. Wenn eine neue Benutzeroberfläche ihre Arbeitsabläufe nicht deutlich verbessert, lehnen sie diese ab. Automation Studio Code konzentriert sich deshalb darauf, ihre Arbeit einfacher und effizienter zu machen. Die größte Veränderung ist, wie viel schneller und reibungsloser das tägliche Entwickeln wird. Durch die Echtzeit-Fehlererkennung werden Probleme bereits während der Eingabe erkannt, sodass

schreiben, erhalten Sie etwas Generisches. Automation Studio Copilot wurde jedoch mit B&R-spezifischem Wissen trainiert – unseren Bibliotheken, unseren Best Practices.“

Das bedeutet, dass es beispielsweise einen Codeabschnitt im Kontext erklären, realistische Optimierungen vorschlagen oder sogar neue Funktionen auf der Grundlage einer einfachen Eingabe in natürlicher Sprache generieren kann. Es ersetzt keine Programmierer, sondern nimmt ihnen einen Großteil der Routinearbeit ab, sodass sie mehr Zeit für die Lösung tatsächlicher Automatisierungsprobleme haben, anstatt Standardcode zu

reinschnuppert möchten, beginnen sie mit Automation Studio Code für nur einen Teil des Workflows – vielleicht für das Debugging oder die KI-gestützte Codierung. Es muss nicht sofort alles umgestellt werden“, so Sánchez weiter.

Ob softwarebasierte Entwicklungsworkflows wie KI-gestütztes Engineering, integrierte Quellcodeverwaltung und Standard-IDEs in fünf Jahren zum Standard werden, weiß Manuel Sánchez: „Auf jeden Fall. Schon jetzt sehen wir, wie viel einfacher und schneller die Arbeit wird, wenn Automatisierungstechniker Zugang zu intelligenteren Tools haben. In ein paar Jahren werden das manuelle Durchsuchen jedes einzelnen Fehlers und das Hin- und Herschicken von Projektdateien genauso veraltet sein wie die Verwendung eines Faxgeräts.“ Die Branche ist seiner Meinung nach zunehmend bestrebt, die neuesten Software-Entwicklungstools einzusetzen, da diese die Einstiegshürden senken und die Effizienz erheblich steigern.

Wettbewerbsfähigkeit im Fokus

Sridharan Rangarajan ist sich sicher: „Maschinenbauer, die diese Tools nicht einsetzen, riskieren, hinter Ihre Mitbewerber zurückzufallen. Die Branche bewegt sich in Richtung schnellerer Iterationszyklen, KI-gestützter Entwicklung und effizienterer Entwicklungsworkflows.“ Wenn also Teams noch immer mit langen Debugging-Zeiten, manueller Versionskontrolle und unzusammenhängenden Workflows zu kämpfen hat, „dann verbringen diese mehr Zeit damit, mit Tools zu kämpfen, als ausgezeichnete Maschinen zu bauen“ (Rangarajan). Bei Automation Studio Code geht es auch nicht darum, Veränderungen zu erzwingen, sondern Maschinenbauern die Tools an die Hand zu geben, mit denen sie das Tempo der heutigen Automatisierung mitgehen können. « TB

Craig Potter ist Unternehmensredakteur bei B&R.



» **DIE WETTBEWERBSFÄHIGSTEN MASCHINEN VON HEUTE ZEICHNEN SICH DURCH IHRE SOFTWARE AUS. MIT MODERNEN ENTWICKLUNGSWERKZEUGEN UND KI HELFEN WIR OEMS, INNOVATIVE IDEEN SCHNELL IN MARKTREIFE LÖSUNGEN UMZUSETZEN UND IHRE PRODUKTIVITÄT ZU STEIGERN.** «

SRIDHARAN RANGARAJAN

Sie nicht erst einen vollständigen Build abwarten müssen, um festzustellen, ob etwas nicht funktioniert.

„Refactoring ist keine manuelle, fehleranfällige Aufgabe mehr – Unternehmen können Variablen oder Logik in ihrem gesamten Projekt mit nur wenigen Klicks aktualisieren“, so Manuel Sánchez, Global Software Strategy Manager, B&R. „Und für diejenigen, die mit großen, komplexen Dateien arbeiten, erleichtern die Minikartennavigation und die Syntaxhervorhebung das Lesen und Navigieren.“

Effizienzsteigerung durch KI-gestützte Automatisierung

Es ist nicht nur eine neue Benutzeroberfläche, sondern eine intelligenter und effizientere Arbeitsweise. „Wir haben uns angehört, was Entwickler ausbremst, und Automation Studio Code entwickelt, um diese Hindernisse zu beseitigen“ so Sridharan Rangarajan. Das Ergebnis? Ein reibungsloserer Arbeitsablauf und großartiges Feedback von den Teams, die es bereits nutzen. KI-Assistenten beim Codieren werden immer häufiger eingesetzt. Was ist das Besondere an Automation Studio Copilot? Sridharan Rangarajan erläutert: „Der Unterschied ist folgender: Diese KI versteht tatsächlich die Maschinenautomatisierung. Wenn Sie ChatGPT bitten, „Structured Text“ zu

tippen. Entwickler haben ganze Workflows um Automation Studio herum aufgebaut.

Nahtlose Integration für Entwickler

Manuel Sánchez: „Wir wussten, dass die Softwareprogrammierer uns die Tür vor der Nase zuschlagen würden, wenn wir ihnen sagen würden: ‚Hier ist ein neues Tool, jetzt migriert alles.‘ Deshalb haben wir dafür gesorgt, dass Automation Studio Code Seite an Seite mit der bestehenden Automation Studio 6-Umgebung funktioniert.“ Es ist also keine Migration erforderlich. Es gibt keine Nacharbeiten. Sie öffnen dasselbe Projekt einfach in der für Sie gerade am besten geeigneten Umgebung. „Wenn sie erst einmal



» **ES IST INSPIRIEREND ZU SEHEN, WAS MÖGLICH WIRD, WENN STEUERUNGSPROGRAMMIERER VON DERSELBEN HOCHEFFIZIENTEN ENTWICKLUNGSERFAHRUNG PROFITIEREN KÖNNEN WIE IHRE GEGENSTÜCKE IN DER SOFTWAREENTWICKLUNG.** «

MANUEL SÁNCHEZ

ZUKUNFT DER INDUSTRIELLEN AUTOMATISIERUNG

Über Jahrzehnte waren Produktionsanlagen und Automatisierungssoftware fest mit spezifischer Hardware verknüpft, was Stabilität und Planungssicherheit gewährte, jedoch hohe Kosten und begrenzte Flexibilität verursachte. Während die IT-Welt in Richtung Cloud und Virtualisierung geht, bleibt die Operational Technology oft statisch. Hier setzt die Software-Defined Automation (SDA) an, gefördert von der Open Industry 4.0 Alliance, um diese Herausforderungen zu adressieren.

» VON CHRISTOPH HOCK



Failover-Szenarien, OPC-UA-Remote-I/Os und die Migration in die Produktion bestätigen die Praxistauglichkeit des Konzepts.

Software-Defined Automation verfolgt das Ziel, die Automatisierungslogik konsequent von der zugrunde liegenden Hardware zu entkoppeln und als flexible, portable Software bereitzustellen. Steuerungsfunktionen sind damit nicht länger fest an dedizierte Geräte gebunden, sondern werden als containerisierte Anwendungen betrieben, orchestriert und zentral gemanagt, ähnlich wie moderne, cloudnative IT-Anwendungen. Die erste Projektphase der Open Industry 4.0 Alliance hatte eine klare Mission: den praktischen Nachweis zu erbringen, dass industrielle Automatisierung tatsächlich softwaredefiniert funktionieren kann und nicht nur ein theoretisches Architekturkonzept bleibt.

Vom Demonstrator zum Beweis: Software-Defined Automation in der Praxis

In einem Projekt mit Beckhoff, Boehringer Ingelheim, Complement, Copa-Data, Flecs, Kubermatic und Salz Automation, Mitgliedsunternehmen der Open Industry 4.0 Alliance, wurde gezeigt, dass sich ein vollständiger IT/OT-Stack aufbauen lässt, der von der Entwicklung über das Staging bis hin zur Produktion konsistent betrieben werden kann. Im Mittelpunkt stand ein Demons-

PRODUKTIONSANLAGEN UND AUTOMATISIERUNGSSOFTWARE WAREN JAHRZEHNTELANG FEST AN SPEZIFISCHE HARDWARE GEBUNDEN, WAS ZWAR STABILITÄT BOT, JEDOCH AUCH HOHE KOSTEN UND BEGRENZTE FLEXIBILITÄT ZUR FOLGE HATTE.

trator mit containerisierten Automatisierungs-Workloads auf Edge-Geräten, deren Betrieb und Steuerung über eine zentrale Cloud-Control-Plane erfolgten. Das Management der Systeme wurde vollständig remote über standardisierte APIs realisiert, also ohne direkten Netzwerkzugang zu den einzelnen Geräten. Auf diese Weise fanden zentrale IT-Konzepte wie Orchestrierung, automatisiertes Lifecycle-Management und horizontale Skalierung Eingang in die industrielle Automatisierung.

Ergänzt wurde dieser Ansatz durch Failover-Szenarien zwischen redundant ausgelegten Geräten sowie durch die Integration von OPC-UA-basierter Remote-I/Os, die klassische Feldbusarchitekturen gezielt ersetzte. Ein weiterer wichtiger Nachweis bestand in der erfolgreichen Migration von Workloads aus einer Staging-Umgebung in die Produktion. Damit konnte nicht nur die technische Funktionsfähigkeit des Konzepts belegt werden, sondern vor allem die Konsistenz und Wiederholbarkeit der gesamten Prozesskette.

Die Bedeutung des Projekts reicht über den technischen Machbarkeitsnachweis hinaus. Es zeigt, dass sich industrielle Automatisierung aus der Abhängigkeit von spezifischer Hardware lösen kann und damit Freiheitsgrade erreicht, die bislang vor allem aus der IT bekannt waren. IT-Teams können bewährte Cloud- und DevOps-Praktiken erstmals in produktiven Automatisierungsumgebungen anwenden, während OT-Spezialisten an Flexibilität und Wartbarkeit gewinnen, ohne Abstriche bei Sicherheit und Stabilität zu machen. Für Produktionsverantwortliche bedeutet SDA demnach dynamisch anpassbare Ressourcen und sinkende Kosten. Möglich wurde dieser Ansatz durch die enge Zusammenarbeit innerhalb der OI4 Alliance.

Das Ergebnis ist daher kein isolierter Prototyp, sondern ein gemeinschaftlich entwickelter Stack, der eindrucksvoll zeigt, dass Software-Defined Automation kein abstraktes Zukunftsbild ist, sondern ein realistisch umsetzbarer Ansatz. Gerade hier wird das zentrale Leitmotiv der Open Industry 4.0 Alliance besonders deutlich: „The Power of Many“ – ein Prinzip, das zugleich die Grundlage für die zweite Projektphase bildet.

Phase 2: Vom Proof of Concept zur skalierbaren Plattform

Mit Software-Defined Automation „Phase 2“ geht die OI4 Alliance den nächsten logischen Schritt. Nachdem Phase 1 gezeigt hat, dass softwaredefinierte Automatisierung möglich ist, liegt der Fokus nun auf Skalierung und produktivem Einsatz in realen industriellen Umgebungen. Ziel ist der Aufbau eines offenen, herstellerübergreifenden Ökosystems, in dem Automatisierungsanwendungen unabhängig vom Hersteller entwickelt, verteilt, aktualisiert und über viele Geräte hinweg orchestriert werden können.

Technologisch basiert Phase 2 auf dem OpenDevStack als Rückgrat für CI/CD-Prozesse und auf Margo als Compliance- und Standardisierungsebene. Während OpenDevStack



Für Autor Christoph Hock ist Software-Defined Automation kein fernes Zukunftsversprechen mehr, sondern ein gangbarer Weg zu mehr Flexibilität.

Bilder: Open Industry 4.0 Alliance

eine durchgängige Toolchain für das Bauen, Testen und Ausrollen industrieller Software bereitstellt, sorgt Margo für Interoperabilität und Standardkonformität. Gemeinsam entwickeln Beckhoff, Boehringer Ingelheim, C Complement, Copa-Data, Endress+Hauser,

WÄHREND DIE IT-WELT SICH IN RICHTUNG CLOUD UND VIRTUALISIERUNG ENTWICKELT HAT, BLIEB DIE OPERATIONAL TECHNOLOGY OFT STATISCH. HIER SETZT DIE SOFTWARE-DEFINED AUTOMATION (SDA) AN, GEFÖRDERT VON DER OPEN INDUSTRY 4.0 ALLIANCE, UM DIESE HERAUSFORDERUNGEN ZU BEWÄLTIGEN.

Flecs, das Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kubermatic und Logiccloud einen skalierbaren SDA-Stack, der den Übergang von Pilotprojekten zu einer offenen, produktiven Plattform markiert und bereits auf der SPS 2025 demonstriert wurde.

SDA: Paradigmenwechsel in der industriellen Automatisierung

Die geplanten Ergebnisse unterstreichen den Anspruch des Projekts, Software-Defined Automation konsequent in die industrielle

Realität zu überführen. Dazu zählen ein skalierbarer Demonstrator mit Multi-Vendor-Anwendungen, die aus dem OpenDevStack auf Margo-konforme Edge-Geräte ausgerollt werden, ebenso wie eine validierte Referenzarchitektur des OI4 Alliance SDA Stacks und eine produktiv betriebene OpenDevStack-Instanz innerhalb der Open Industry 4.0 Alliance. Ergänzt wird dies durch konkrete Compliance-Tests zentraler Komponenten und Anwendungen, um die Praxistauglichkeit und Belastbarkeit des Ansatzes eindeutig zu belegen.

In der Gesamtschau wird deutlich, dass SDA einen wesentlichen Paradigmenwechsel in der industriellen Automatisierung einleitet. Hardware verliert ihre Rolle als dominierender Fixpunkt, während Software, Orchestrierung und modernes Lifecycle-Management in den Mittelpunkt rücken. Die Projekte der Open Industry 4.0 Alliance zeigen, wie diese Transformation konkret und praxisnah umgesetzt werden kann: offen, herstellerübergreifend, kollaborativ und realistisch. Software-Defined Automation ist damit kein fernes Zukunftsversprechen mehr, sondern ein gangbarer Weg zu mehr Flexibilität, geringeren Kosten und einer echten Konvergenz von IT und OT, ausgerichtet an den dynamischen Anforderungen moderner Industrieunternehmen. **« TB**

Christoph Hock ist Strategic Project- & Product Manager bei Open Industry 4.0 Alliance.

TATTOOS FÜR INDUSTRIEPRODUKTE

Von der simplen Schraube über eine komplexe Leiterplatte bis hin zum Bauteil für Automobilhersteller: Industrieunternehmen setzen zunehmend auf Laserbeschriftung, um eine dauerhafte und präzise Kennzeichnung ihrer Produkte sicherzustellen. Ein Hersteller in Deutschland ist Hörber + Hetzner mit Sitz in Röthenbach an der Pegnitz bei Nürnberg.

» VON MICHAEL HORNING

Seit 1986 entwickelt und konstruiert Hörber + Hetzner maßgeschneiderte Sondermaschinen für namhafte Kunden wie Siemens, Bosch, Liebherr und Continental. Dabei vertraut das Unternehmen auf die schmierfreie Lineartechnik von igus. Ein Highlight im Produktportfolio ist der sogenannte Universal-Laserbeschriftungs-Platz (ULP): ein geschlossenes, lichtdichtes System, das optisch an einen 3D-Drucker erinnert und durch seine intuitive Bedienung überzeugt. Es bietet Kunden die Möglichkeit, Bauteile aus Metall, Kunststoff und vielen weiteren Materialien mit einem Laser zu beschriften. Die Kennzeichnung umfasst Klartext wie Seriennummer oder Produktionsdaten über DMC oder QR-Codes bis hin zu Firmenlogos, die für die Kennzeichnung, Rückverfolgbarkeit, Qualitätskontrolle und Produktsicherheit von entscheidender Bedeutung sind. Die Laserbeschriftungen bieten eine herausragende Beständigkeit gegen Abrieb, Chemikalien und extreme Temperaturen. Die Standardausführung ULP 360-S arbeitet je nach Bedarf mit unterschiedlichen Lasern. Einem Standard-Laser mit einem Fokusabstand von 189 Millimetern für einen Beschriftungsbereich von 125 x 125 Millimetern oder einem Weitbereich-Laser mit einem Fokusabstand von 300 Millimetern für einen Beschriftungsbereich von 330 x 330 Millimetern.

Auf der Suche nach kompakten und wirtschaftlichen Sondergrößen

Die Laserbeschriftungsplätze finden mittlerweile europaweit Anwendung, entweder als eigenständige Lösung oder integriert in vollautomatische Fertigungslinien. „Um möglichst genau auf Kundenwünsche reagieren zu können, sind unsere Laserbe-



Universal Laserbeschriftungsplatz ULP 360-S: Der Tisch mit den zu gravierenden Bauteilen bewegt sich in der Höhe über eine schmierfreie Linearführung der Serie drylin SLW-1660 mit Spindelantrieb und Handkurbel.

Bild: Hörber + Hetzner

AUCH SONDER-AUSFÜHRUNGEN SIND MILLIMETERGENAU VERFÜGBAR.

schriftungsplätze in der Größe einfach skalierbar und modular aufgebaut. Häufig wird eine „nur ein Stückchen größere“ Laserzelle benötigt, ohne viel Drumherum“, sagt Manuel Hofrichter, Konstrukteur für Lasersysteme bei Hörber + Hetzner. Hier sei es allerdings eine große Herausforderung, die passenden Zulieferer zu finden, die schnell und kostengünstig Sondergrößen ihrer Komponenten liefern können. Ein Beispiel hierfür seien die Linearführungen, auf denen sich der T-Nuten-Tisch mit den zu beschriftenden Bauteilen im Inneren des Systems bewegt, um die optimale Entfernung zum Laser für verschiedenste Bauteile zu erreichen. „Die Linearführung sollte für unsere unterschiedlichen Sonderausführungen nicht nur flexibel in der Größe, sondern auch langlebig, möglichst wartungsfrei und kompakt sein.“ Die Standardausführung des ULP 360-S beispielsweise hat die Außenmaße 500 x 600 x 600 Millimeter (TxBxH).

Fündig wurde Hofrichter beim Unternehmen igus aus Köln. Für die manuelle Höhenverstellung der T-Nuten-Tischplatte entschied sich der Konstrukteur für eine Linearführung der Serie drylin SLW-1660. Sie besteht aus einer hartanodisierten Schiene mit Aluminium-Doppelwellenprofil und ist vertikal im Inneren des ULP an der rechten Außenwand montiert. Dreht der Anwender nun von außen ein Handrad auf der Oberseite der Maschine, bewegt sich der Schlitten der Linearführung mit dem aufmontierten Tisch über einen Spindelantrieb nach oben und nach unten.

Kompakte Sonderausführungen erhöhen die Wirtschaftlichkeit der Beschriftungsplätze

Laut Hofrichter spricht besonders die platzsparende Bauweise der Linearführung für den Einsatz im ULP. drylin SLW-1660 sei mit einer Breite von 104 Millimetern und einer Höhe von gerade einmal 37 Millimetern deutlich platzsparender als Modelle der Konkurrenz.

Somit steht im Inneren mehr Bauraum zur Verfügung. „Für uns ist zudem von großem Vorteil, dass die Linearführungen von igus als Sonderausführungen millimetergenau verfügbar sind – und das ab Losgröße eins und zu einem fairen Preis“, sagt Hofrichter. „Das System aus Köln trägt somit dazu bei, dass wir Kunden maßgeschneiderte Laserzellen zu einem guten Preis anbieten können.“ Vorteilhaft sei zudem der modulare Aufbau, welcher der Konstruktionsgestaltung kaum Grenzen setze. „Wir können beispielsweise zwei Spindelachsen auf beiden Seiten des Tisches montieren und über einen Zahnriemen zu einem System verbinden, um die Momentbelastung einer einzelnen Spindelachse zu eliminieren und eine höhere Traglast zu ermöglichen.“ Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit zur Teil-Automatisierung der Linearführungen, was laut Hofrichter für viele Kunden im Zuge der Digitalisierung und Automatisierung immer wichtiger wird. So ist es möglich, die Tischverstellung der ULP 360-S nicht nur manuell über ein Handrad, sondern auch mittels elektronischer Antriebe durchzuführen.

Bei der Variante ULP 360-H wird nicht der Tisch, sondern der gesamte Laserkopf in der Höhe verstellt. Hier kommt entweder eine SLW-1660 mit Handrad oder eine SLW-2080 mit Schrittmotor zum Einsatz. Bei einer elektrisch betriebenen Hubtür griff der Konstrukteur auf Führungsschlitten der Serie drylin N sowie einen Motor aus dem Portfolio von igus mit Schneckengetriebe zurück. Für eine elektrisch ausfahrbare Variante der T-Nuten-Tischplatte setzen Hofrichter und seine Kollegen auf die Zahnriemenachse ZLW-0630 mit Schneckengetriebemotor, wie beispielsweise bei der Variante ULP 360-H oder ULP 360-SR für seitliche Roboterbestückung. Die Steuerung der Motoren erfolgt über die Steuerungen dryve D1 und D3. Diese ermöglichen es, über Laptops, Tablets und Smartphones auf eine benutzer-

ULP 360-HS bzw. ULP 560-HS: Bei der elektrisch ausfahrbaren Variante der T-Nuten-Tischplatte kommt die igus Zahnriemenachse ZLW-0630 mit Schneckengetriebemotor zum Einsatz. Außerdem wird der Laserkopf wahlweise mit einer SLW-1660 mit Handspindel oder mit einer SLW-2080 mit Schrittmotor in der Höhe verstellt.

Bild: Hörber + Hetzner



Die biegefesten drylin SLW Linearmodule eignen sich für manuelle Formatjustierungen als auch komplett mit Motor für elektrische Verstell-Aufgaben.

Bild: igus



Linearachsen mit Zahnriemenantrieb eignen sich für unzählige Positionier- und Verstell-Aufgaben. Durch die leichte Bauweise aus Kunststoff und Aluminium sind drylin Linearmodule mit Zahnriemenantrieb durch die geringe Massenträgheit sehr effizient.

Bild: igus

POLYMERBUCHSEN FÜHREN DEN SCHLITTEN AUF DER SCHIENE.

freundliche Software zuzugreifen. Innerhalb weniger Minuten lassen sich Start- und Endpunkte der Bewegungen des Laufwagens sowie Parameter der Beschleunigung einstellen. Hofrichter: „Durch die Lösungen von

igus können wir unseren Kunden passgenaue Automationsfunktionen bieten, ohne uns dabei mit Überdimensionierungen herumschlagen zu müssen. Wir können beispielsweise

teure Motorsteuerungen vermeiden, die weit mehr Funktionen bieten, als für einfache Automatisierungen erforderlich sind.“

Schmierfreiheit eliminiert Wartungsaufwand

Überzeugt zeigt sich Hofrichter zudem von der Wartungsfreiheit der Linearführungen. Anders als bei klassischen geschmierten Wälzlagern bewegt sich der Schlitten über Buchsen aus Hochleistungskunststoff auf

der Schiene. In diese Buchsen sind mikroskopisch kleine Festschmierstoffe integriert, die sich im Betrieb sukzessive freisetzen und einen reibungsarmen Trockenlauf ohne externe Schmiermittel ermöglichen. Die Vorteile liegen für Hofrichter auf der Hand: „Unsere Kunden sparen Personalressourcen für Wartungsarbeiten, Einkaufskosten für Schmiermittel und eliminieren das Risiko von Maschinenschäden in Folge von Mangelschmierung.“ Zudem sei der Reinigungsaufwand minimiert, da Schmutzpartikel dank des Trockenlaufs wesentlich schlechter anhaften können. „Anwender können darauf vertrauen, dass die schmierfreie Lineartechnik ohne Wartungsaufwand eine sanfte und ruckelfreie Verstellung wie am ersten Tag über viele Jahre ermöglicht“, ergänzt Fabian Otto, Projektmanager dryve Antriebstechnik Bayern bei igus.

Die Lineartechnik überzeugt nicht zuletzt durch ihre Robustheit und Langlebigkeit. Selbst bei intensiver Nutzung und hoher Belastung übertreffe sie Systeme mit Wälzlagern. Dies liegt an den Polymerbuchsen, die den Schlitten auf der Schiene führen und im Vergleich zu Kugellauflührungen eine wesentlich größere Kontaktfläche bieten. Dadurch wird die Last nicht auf einen Punkt konzentriert, sondern auf eine breite Fläche verteilt. „Auch bei hoher mechanischer Belastung wirken die Hochleistungskunststoffe der drylin Lineartechnik vibrationsdämpfend“, sagt Otto. „Sie absorbieren selbst große Schläge ohne Probleme.“ Dies ermöglicht eine zuverlässige und ermüdungsfreie Arbeit über Jahre hinweg. Ein weiterer Vorteil sei, dass die großflächige Lastenverteilung verhindere, dass sich die Gleitelemente in die Welle fressen. Erst dadurch lassen sich anders als bei Wälzlagern leichtere Wellenmaterialien wie Aluminium nutzen, die im Vergleich zu Edelstahl wesentlich weicher sind. **✶ KIS**

Michael Horning ist Produktmanager drylin Linear- und Antriebstechnik bei igus.



KEINE MÜDIGKEIT AN SCHALTSCHRANK & CO.

Die Schaltschrankmontage ist eine Präzisionsaufgabe. Gleichwohl erschweren nicht selten Termindruck und eine über Stunden erforderliche Konzentration, den Anforderungen an Sicherheit und Funktionalität des Endprodukts gerecht zu werden. RK Rose+Krieger löst diese Situation mit einer ergonomischen Arbeitsplatzlösung auf. » VON BJÖRN RIECHERS

Ergonomische Arbeitsplatzlösungen haben viele Vorteile: Mit ihnen lassen sich sowohl die Arbeiten ermüdungsfrei durchführen als auch Abläufe optimieren und am Ende Produktqualität und Output erhöhen. RK Rose+Krieger stellte 2024 ein solches Produkt vor, das der Hersteller passend auf die Anforderungen der Schaltschrankmontage ausgelegt hat. Mit der Arbeitsplatzlösung RK Easymount ist der Elektroniker in der Lage, sein Montageobjekt genau auf sich und den jeweils aktuellen Arbeitsschritt anzupassen. Dabei ist das System flexibel, was die Bauteilbefestigung und den Montageort angeht.

Seine Eigenschaften zieht der RK Easymount aus der Kombination von Lineartechnik, Profilverfahren, Verbindungs- und Modultechnik. Als Komplettanbieter entwickelt und fertigt das Unternehmen Komponenten und Systemlösungen für die industrielle Produktion und Automatisierung. „Es stehen 6500 Katalogartikel zur Verfügung, die uns als Basis für anwendungsspezifische Systemlösungen dienen“, sagt Leon-Gabriel Radner, Produktmanager Integrated Assembly Solutions bei RK. „Das macht uns auch stark darin, Standards zu entwickeln und sie dennoch für Kunden individuell auslegen zu können.“

Per Tastendruck Höhe und Neigung auf den Einzelnen anpassen

Erhältlich in zwei Baugrößen, verfügt die Arbeitsplatzlösung für die Montage von Schaltschränken über eine große Bauteilaufnahme. Sie liegt bei bis zu 800 x 1460 oder 1460 x 1300 Millimetern. Die maximale Traglast beträgt 75 beziehungsweise 300 Kilogramm. Um den Schaltschrank trotz seiner Ausmaße einfach in eine individuell angenehme Montageposition zu bringen, lässt sich der Arbeitstisch mittels elektrischer Hubsäule genau einstellen. In der Höhe ist ein Maximalhub von 650 Millimetern möglich. Auch die Neigung des Tisches ist steuerbar und kann jeden Winkel zwischen null und 90 Grad betragen. Die Einstellung erfolgt einfach über einen 6-Tasten-Handschalter. Der Elektroniker kann damit den Montagestisch stufenlos an seine Größe, an seine aktuelle Arbeit und daran, ob er diese im Stehen oder Sitzen durchführen möchte, anpassen. Ein ermüdungsfreies Arbeiten wird damit möglich.

Der RK Easymount ist eine ergonomische Arbeitsplatzlösung, die eine ermüdungsfreie Montage ermöglicht.

DER RK EASYMOUNT LÄSST SICH BEI BAUTEILAUFNAHME UND TRAGLASTEN ANPASSEN SOWIE FUNKTIONAL ERWEITERN.

Eine weitere typische Anforderung des Schaltschrankbaus ist die sichere Fixierung des Bauteils. Beim RK Easymount erfolgt dies über Nutensteine, die sich innerhalb der durchgängigen Profilvernähung des Rahmengestells passend zu unterschiedlichen Bohrbildern von Schaltschränken einstellen lassen. Innerhalb des Profilrahmens sind Profile mittels Knotenwinkeln zusätzlich schnell und einfach zu verschieben. Mitarbeiter können ihren Arbeitsplatz mit kundenseitigem Zubehör für





Höhe wie Neigung der Arbeitsfläche können stufenlos auf den Monteur und den Arbeitsschritt angepasst werden.

ihren eigenen Bedarf ausstatten. Werkzeughalterungen oder Dokumentablagen binden sie dazu in die durchgängige Profilnut ein.

Ausgestattet mit Hebe-, Lenk- oder Bockrollen kann der Arbeitstisch auch seinen Standort ändern. Dadurch entfallen mehrfache Handlingschritte, wie sie häufig durch unterschiedliche ortsgebundene Montage-tätigkeiten entstehen. Die Mobilität wird zusätzlich durch die Steuerungseinheit Multi-Control II accu des Herstellers unterstützt. Ihre Energieversorgung kann durch handelsübliche Akkus erfolgen.

Modulare Bauweise öffnet das System für viele Anwendungen

Die modulare Bauweise des RK Easymounts hat auch jenseits des klassischen Schaltschrankbaus zu mehreren umgesetzten Projekten geführt. „Das Baukastenprinzip unseres Produktprogramms ermöglicht es uns, solche Systeme auf unterschiedliche Applikationsanforderungen hin anzupassen“, so Radner. „Damit wird der RK Easymount zur Lösung für alle Branchen, in denen großformatige Bauteile ermüdungsfrei zu montieren sind.“ Radner sieht hier unter anderem Potenzial für die Fertigung in der Automobilindustrie, der Luft- und Raumfahrt, aber auch für Anwendungen in der Schweißtechnik und dem Maschinenbau.

Wie eine solche Modifikation erfolgen kann, schildert Radner anhand eines Projektbeispiels. Es galt, einen RK Easymount für die Montage prismenförmiger Bleche auszulegen. Die sperrigen und ungewöhnlich geformten Bauteile werden mit einem Kran auf einen Transportwagen geladen, mit dem das Blech zur Montagestation gebracht wird. Die Lösung bestand darin, dass eine Art

„Mini“-Easymount entstand, der einerseits als Transportwagen und andererseits als Montagestation fungiert. Diese Lösung verfügt über einen winkelförmig konstruierten Profilrahmen, der die spezielle Bauteilgeometrie sicher aufnehmen kann. Das Blech wird auf dem Transportwagen direkt in den statischen Hauptarbeitsplatz zur Montage eingefahren. Mit einem Sperrriegel kann der Monteur den Arbeitsbereich sicher fixieren. Nach der Montage bleibt das Bauteil auf dem „Mini“-Easymount und wird innerhalb des Shopfloors weitertransportiert.

Wie auch bei der Standardausführung sorgt eine Hubsäule für das Einstellen einer ergonomisch passenden Höhe und Neigung der Arbeitsfläche. Zusätzlich sind hier Memorypositionen abgespeichert, die automatisch angefahren werden. Notschalter sowie verschiedene integrierte Endschalter sorgen für die Sicherheit entsprechend der Maschinenrichtlinie.

Vom Einzelplatz bis zur teilautomatisierten Montagelinie

Die ergonomische Arbeitsplatzlösung und ihre Variabilität sind gefragt. „Kein Bauteil ist schließlich gleich, kein Mitarbeiter ist wie der andere und keine Montagelinie ist identisch

DER „MINI“-EASYMOUNT FUNGIERT ALS TRANSPORTWAGEN UND MONTAGESTATION.



Die modulare Bauweise macht es möglich, dass der Hersteller die Lösung an verschiedene Kundenanforderungen anpassen kann – hier die Variante zur Montage prismenförmiger Bleche.

Bilder: RK Rose+Krieger



Mit Assistenzsystemen bis hin zum Cobot – hier der mobile Cobot-Wagen RK Easy Cuve – kann der Hersteller Arbeitsplätze zur teilautomatisierten Montagelinie ausbauen.

mit der nächsten“, sagt Radner. So konnte der Hersteller seit dem Marktstart des RK Easymounts bereits eine Vielzahl an Varianten umsetzen. Anpassungen können einfach hinsichtlich der Maße, Bauteilaufnahme oder Traglasten erfolgen. Sie können den RK Easymount aber auch funktional erweitern. Das Portfolio der Modultechnik von RK Rose+Krieger umfasst hier verschiedene Assistenzsysteme, welche die Arbeit des Monteurs zusätzlich erleichtern. Dazu gehören unter anderem digitale Anleitungen, Pick-to-Light-Systeme oder Cobots. Sie lassen sich an den RK Easymount andocken und können ihn zur Station einer teilautomatisierten Fertigung machen. Erst kürzlich stellte das Unternehmen dafür seinen mobilen Cobot-Wagen RK Easy Cuve vor, mit dem ein Roboter zwischen Arbeitsstationen frei verfahren und sich automatisch exakt positionieren kann.

Das Unternehmen versteht sich als Systemhersteller, der Arbeitssituationen an jede Aufgabe und jeden existierenden Produktionsprozess individuell anpassen kann. Für einfachere Montagetätigkeiten plant der Hersteller derzeit eine kleinere Baugröße des RK Easymounts. Sie soll für eine maximale Traglast von 50 Kilogramm ausgelegt sein und mit einem Elektrozyylinder statt einer komplexeren Hubsäule auskommen. Damit lässt sich die Arbeitsplatzlösung für mehr Anwendungen passend dimensionieren, ohne auf die wichtigste Eigenschaft zu verzichten: die ergonomische Unterstützung für den Monteur.

« KIS

Björn Riechers ist Geschäftsführer von RK Rose+Krieger.

PNEUMATIK WAR GESTERN

Elektromechanische Lösungen verdrängen zunehmend Pneumatik und Hydraulik in industriellen Bewegungsachsen, denn sie versprechen präzise Steuerung, höhere Energieeffizienz und geringeren Wartungsaufwand. Hiwin liefert mit seinem neuen Elektrozyylinder ein flexibles Modul, das mechanische Robustheit mit moderner Servoantriebstechnik vereint.

» VON ANDREA BLOS



Mit der Entwicklung des Elektrozyinders setzt Hiwin auf eine Technologie, die den steigenden Ansprüchen moderner Automatisierungssysteme gerecht wird.

Der Trend zur vollständigen Elektrifizierung industrieller Bewegungsachsen ist ungebrochen. Wo früher pneumatische oder hydraulische Antriebe dominierten, setzen sich heute zunehmend elektromechanische Lösungen durch. Die Gründe dafür liegen auf der Hand: höhere Energieeffizienz, präzise Regelbarkeit, einfache Integration in SPS-Umgebungen und eine signifikante Reduktion des Wartungsaufwands.

Mit ihrem neuen Elektrozyylinder erfüllt Hiwin diese Anforderungen konsequent und setzt neue Maßstäbe in der Automatisierung. Der in Offenburg entwickelte und gefertigte neue Hiwin-Antrieb vereint mechanische Robustheit mit der Präzision moderner Servoantriebstechnik. Er bietet Maschinenbauern und Systemintegratoren ein vielseitig einsetzbares Modul für lineare Bewegungsaufgaben.

Drehbewegungen verlustarm in lineare Bewegungen umsetzen

Das System basiert auf einem High-Performance-Kugelgewindetrieb, der die Drehbe-

wegungen des Motors verlustarm in lineare Bewegungen umsetzt. Die hochpräzise gefertigte Spindel und Mutter gewährleisten einen ruhigen Lauf, hohe Wiederholgenauigkeiten und maximale Effizienz. In Verbindung mit optionalen Schlittenführungen – je nach Belastung mit einer oder zwei Führungen – kann der Elektrozyylinder sowohl axiale als auch seitliche Kräfte sicher aufnehmen.

DIE MECHANISCHE KOMPATIBILITÄT ERLEICHTERT DEN UMSTIEG VON PNEUMATISCHEN AUF ELEKTRISCHE SYSTEME ERHEBLICH.

Damit eignet sich das System besonders für Anwendungen, in denen Dynamik und Präzision gleichermaßen gefordert sind. Die Hublängen lassen sich in Millimeterschritten bis zu einer Länge von 1.500 Millimeter individuell konfigurieren, wodurch sich der Antrieb exakt an die jeweilige Maschinenarchitektur anpassen lässt.

Ein besonderes Merkmal ist die konstruktive Modularität. Der Elektrozyylinder ist in vier Baugrößen (40, 50, 60 und 80 Millimeter) verfügbar. Unterschiedliche Montageflansche, Zentrierbohrungen und Anschraubbilder ermöglichen den Einbau in bestehende Anlagen ohne aufwändige Anpassungen. Diese mechanische Kompatibilität erleichtert den Umstieg von pneumatischen auf elektrische Systeme erheblich. Auch elektrisch überzeugt das Konzept durch Flexibilität: Die Ansteuerung kann über gängige Servoregler oder direkt aus der SPS erfolgen. Dadurch lassen sich Bewegung, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Position exakt regeln.

Verbraucht nur bei Bewegung

Im Vergleich zu Pneumatikzylindern arbeitet der Hiwin-Elektrozyylinder deutlich energieeffizienter. Er verbraucht nur dann Energie, wenn Bewegung stattfindet, während pneumatische Systeme permanent Druckluft vorhalten müssen, was zu entsprechenden Verlusten führt. Da der Elektrozyylinder über einen elektrischen Direktantrieb verfügt, entfallen Kompressoren und Leitungsnetze. Das spart

nicht nur Energie, sondern vereinfacht auch die Anlagenstruktur. Die Einschaltdauer von 100 Prozent ermöglicht den Dauerbetrieb, selbst bei hohen Taktzahlen. Zudem reduziert die lebensdauergeschmierte Spindel den Wartungsbedarf auf ein Minimum. In automatisierten Produktionslinien sinken dadurch die Stillstandzeiten und Kosten signifikant.

Bewegungsprofile präzise programmieren

In der SPS-basierten Automatisierung, eröffnet die hohe Regelgüte des Antriebs zudem neue Möglichkeiten. Bewegungsprofile können präzise programmiert und synchronisiert werden, beispielsweise in Pick&Place-Systemen, bei Dosierprozessen oder bei Montageaufgaben mit kontrolliertem Kraftverlauf. Während Druckluft bislang nur zwischen „ein“ und „aus“ unterschied, erlaubt der Elektrozyylinder sanfte Beschleunigungsrampen, variable Positionen und frei definierte Kraftbegrenzungen. Dadurch werden Prozesse nicht nur schneller, sondern auch reproduzierbarer.

Ein weiterer Vorteil ist die Umweltverträglichkeit. Da keine Leckagen, Öle oder Druckluftverluste auftreten, ist der Betrieb sauber und emissionsarm – ideal für Reinraumumgebungen, Laborautomation oder Lebensmitteltechnik. Zudem sind alle Komponenten des Elektrozyinders robust gegen Schmutz und Staub, sodass er sich sowohl für den Einsatz in industriellen Produktionshallen als auch in sensiblen Umgebungen eignet.

Hier spielt der Elektrozyylinder seine Vorteile aus

Typische Einsatzgebiete sind die Verpackungindustrie, die Montageautomation, Prüf- und Messsysteme sowie der Maschinenbau. In Verpackungslinien sorgt der Elektrozyylinder beim Stapeln, Heben oder Schließen von Kartonagen für saubere Bewegungen und hohe Taktzahlen. In Montageanlagen

ermöglicht er das präzise Einpressen, Schrauben oder Positionieren von Bauteilen mit kontrolliertem Kraftverlauf. In Prüfstationen lässt sich die exakte Positionierbarkeit nutzen, um Bauteile millimetergenau zu bewegen und Messzyklen automatisiert durchzuführen.

Der Elektrozyylinder bedeutet für Maschinenbauer und Systemintegratoren eine spürbare Vereinfachung bei der Projektierung. Dank standardisierter Schnittstellen und definierter CAD-Daten kann der Antrieb bereits in einem frühen Stadium in das Konstruktionsmodell integriert werden. Wegen der modularen Bauweise können identische Grundkomponenten in verschiedenen Achsen oder Anwendungen verwendet werden. Dadurch wird die Variantenvielfalt reduziert und die Ersatzteilhaltung vereinfacht. Gleichzeitig ermöglicht die präzise Steuerbarkeit eine höhere Produktqualität und Prozesssicherheit.

Neue Perspektiven für nachhaltige Maschinenkonzepte

Mit der Entwicklung des Elektrozyinders setzt Hiwin auf eine Technologie, die den steigenden Ansprüchen moderner Automatisierungssysteme gerecht wird. Die Verbindung aus mechanischer Stabilität, elektrischer Präzision und digitaler Anbindung eröffnet neue Perspektiven für effiziente und nachhaltige Maschinenkonzepte. Während pneumatische Lösungen in Zukunft zunehmend an Bedeutung verlieren, markieren elektrische Antriebe wie der Elektrozyylinder von Hiwin den Weg in eine vollständig vernetzte und energieoptimierte Produktion. **« KF**

Andrea Blos ist Marketing-Managerin bei Hiwin.

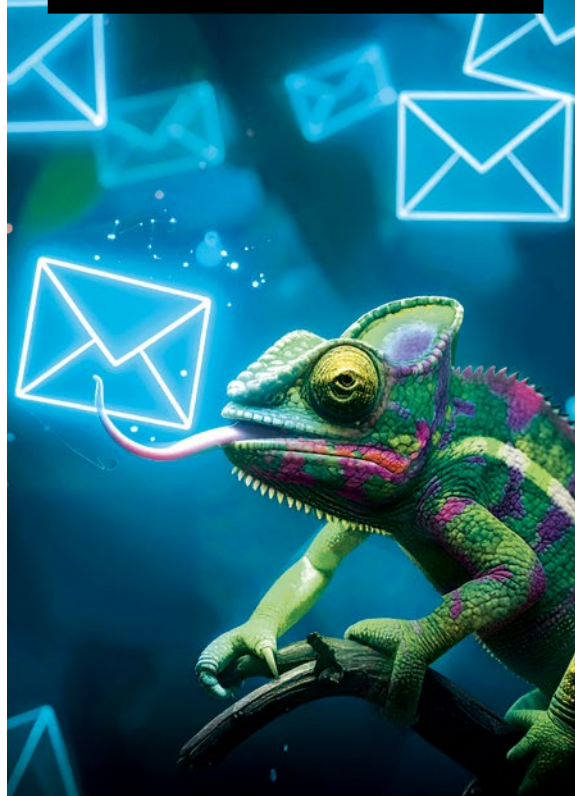


Das System basiert auf einem High-Performance-Kugelgewindetrieb, der die Drehbewegungen des Motors verlustarm in lineare Bewegungen umsetzt.

Bilder: Hiwin

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

DIGITALENGINEERING MAGAZIN

eine Marke vom

**WIN
VERLAG**

VOM DOKUMENTIEREN ZUM ORIENTIEREN

Klassische Product-Lifecycle-Management-Systeme (PLM) verknüpfen Daten und dienen als Wissensspeicher. Adaptive Intelligence baut darauf auf und erweitert diese Grundlage um KI-gestützte Orientierung. Sie verändert nicht, wer entscheidet – wohl aber, wie fundiert Entscheidungen vorbereitet werden können. ► VON JENS ROLLENMÜLLER

Die Industrie benötigt ein neues Navigationssystem. Bislang zeigen PLM-Systeme zwar an, dass sich etwas geändert hat, nicht aber, warum dies relevant ist, wie gravierend die Folgen sein könnten oder wo Handlungsbedarf besteht. Diese Einordnung erfolgt derzeit überwiegend manuell in Meetings, durch Abgleiche, Expertengespräche oder auf Basis von Erfahrungswerten. Künstliche Intelligenz (KI) erweitert die Fähigkeiten des Systems nun um die Interpretation von Daten, ihre automatische Auswertung und Einordnung in

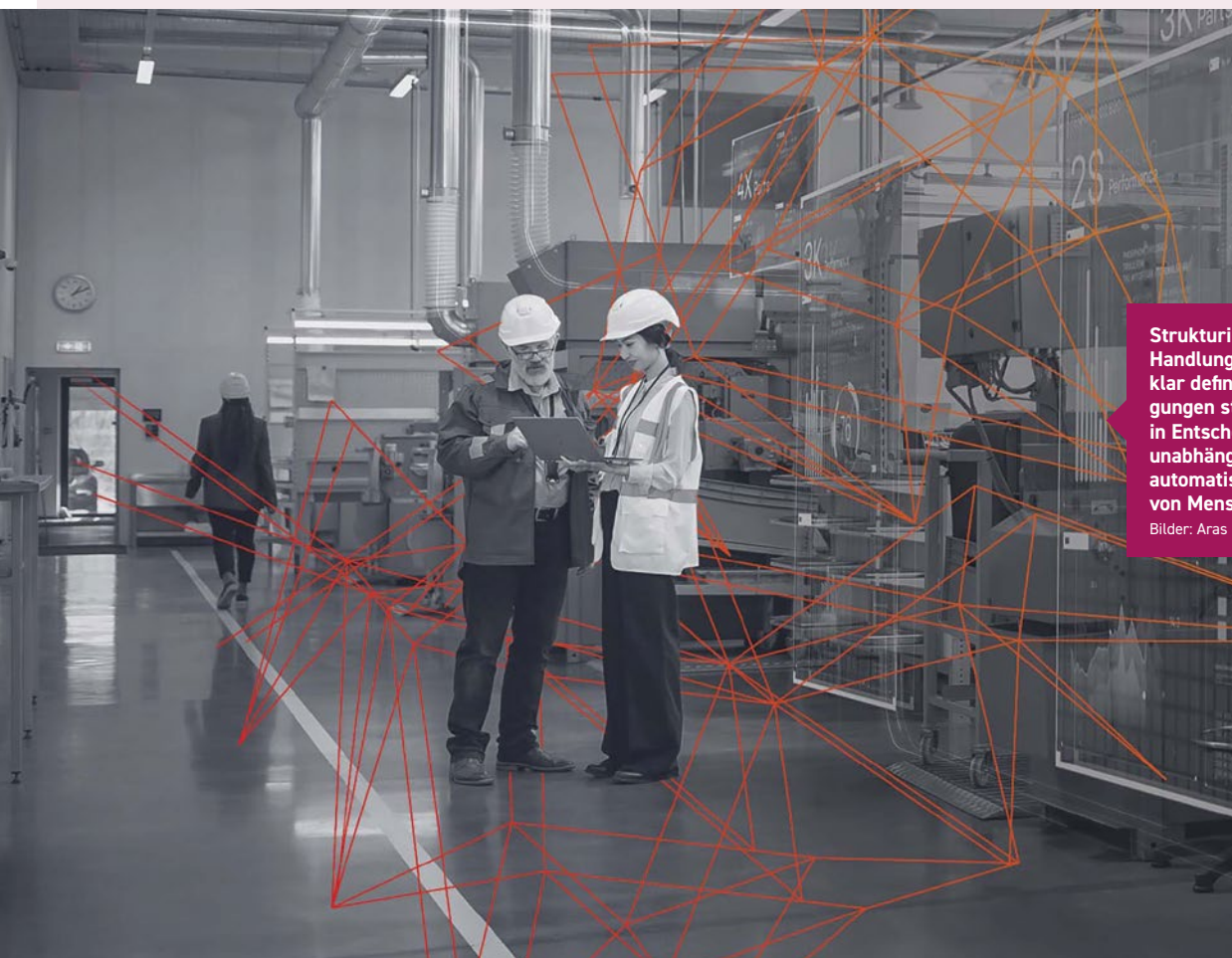
unterschiedliche Szenarien. Dadurch werden Informationen kontextualisiert statt lediglich bereitgestellt.

Damit das PLM seine bestehenden Stärken um diese Fähigkeiten ergänzen kann, muss das System relevante Signale im Datenbestand auch während dynamischer Veränderungsprozesse zielsicher erkennen, einordnen und an die entsprechenden Stellen weiterleiten. Wichtig bei Adaptive Intelligence: Es geht nicht darum, Entscheidungen zu automatisieren. Vielmehr ist das System darauf ausgelegt, Orientierung zu geben – in Form strukturierter Entscheidungsunter-

stützung auf Basis belastbarer Daten. Das System liefert Kontext und Handlungsoptionen, während die Verantwortung beim Menschen bleibt. Kurz gesagt: Das PLM entwickelt sich vom „System of Record“ zum „System of Guidance“.

Der Wandel durch Orchestrierung: PLM und KI vereint

Für diesen Wandel ist nicht eine einzelne Technologie ausschlaggebend, sondern das orchestrierte Zusammenspiel bewährter PLM-Strukturen mit gezielt eingesetzten KI-Lösungen. Entscheidend sind ein durch-



Strukturierte und erklärbare Handlungshinweise innerhalb klar definierter Rahmenbedingungen stärken das Vertrauen in Entscheidungsprozesse – unabhängig davon, ob diese automatisiert, KI-gestützt oder von Menschen getroffen werden.

Bilder: Aras

gängiger Digital Thread als belastbare Datenbasis, eine offene und erweiterbare Systemarchitektur mit standardisierten Schnittstellen, klare Governance-Regeln für Datenqualität und Zugriffsrechte sowie der kontrollierte Einsatz von KI-Services zur Interpretation, Analyse und Mustererkennung. Mit diesem Ansatz können Unternehmen drei übergeordnete Ziele erreichen.

1. Risiken früher erkennen, fundierter entscheiden

Änderungen an Produkten – etwa am Design, in der Fertigung oder entlang der Lieferkette – bergen oft Risiken, die erst mit Verzögerung sichtbar werden: Qualitätsprobleme, Lieferschwierigkeiten oder Compliance-Verstöße. Bis das Unternehmen die Ursachen analysiert und Alternativen erarbeitet hat, verstreicht wertvolle Zeit. Adaptive Intelligence setzt früher an. Durch die kontinuierliche Analyse des Digital Threads lassen sich mögliche Probleme frühzeitig erkennen. Identifiziert das System solche Signale, stellt es Hinweise bereit, ordnet sie ein, bewertet ihre Tragweite und zeigt Handlungsoptionen auf. Dadurch verkürzt sich der Zyklus „Wahrnehmen – Entscheiden – Handeln“ deutlich. Da das System auch Methoden des kontinuierlichen Lernens implementiert, lernt es selbstständig aus neuen Daten und Erfahrungen, passt sich an und trägt so zur iterativen Verbesserung von Produkten und Prozessen bei.

2. Koordination vereinfachen, Reibung reduzieren

Viele Organisationen sind nicht deshalb träge, weil die Mitarbeitenden langsam arbeiten, sondern weil die Koordination so aufwendig ist. Jede Produktänderung wirft Fragen auf wie: Wer ist betroffen? Welche Abteilungen müssen eingebunden werden? Welche Folgeprozesse ändern sich? Genau hier setzt Adaptive Intelligence an. Die Informationsflüsse zwischen Bereichen wie Engineering, Qualität, Fertigung und Supply Chain werden systematisch unterstützt. Än-

ÄNDERUNGEN AN PRODUKTEN – ETWA AM DESIGN, IN DER FERTIGUNG ODER ENTLANG DER LIEFERKETTE – BERGEN OFT RISIKEN, DIE ERST MIT VERZÖGERUNG SICHTBAR WERDEN: QUALITÄTSPROBLEME, LIEFERSCHWIERIGKEITEN ODER COMPLIANCE-VERSTÖSSE.



» DURCH DIE KONTINUIERLICHE ANALYSE DES DIGITAL THREADS LASSEN SICH MÖGLICHE PROBLEME FRÜHZEITIG ERKENNEN. «

JENS ROLLENMÜLLER

derungen werden sowohl dokumentiert wie auch kontextualisiert. Was hat sich konkret geändert? Welche Funktionen sind betroffen? Warum ist das relevant? Welche sind die nächsten Schritte? In der Folge wird die manuelle Abstimmungsarbeit deutlich reduziert und das Tempo im Unternehmen erhöht – allerdings nicht durch höheren Druck, sondern durch bessere Abstimmung.

VIELE ORGANISATIONEN SIND NICHT DESHALB TRÄGE, WEIL DIE MITARBEITENDEN LANGSAM ARBEITEN, SONDERN WEIL DIE KOORDINATION SO AUFWENDIG IST.

3. Systemflexibilität als Wettbewerbsvorteil

Der vielleicht tiefgreifendste Aspekt von Adaptive Intelligence ist die Anpassungsfähigkeit des Systems. Viele bestehende PLM-Landschaften sind eng an feste Datenmodelle und Prozesse gebunden. Verschieben sich jedoch Produktkonfigurationen oder Marktanforderungen, kann die starre Systemarchitektur schnell zum limitierenden Faktor werden. Adaptive Intelligence folgt einer anderen Logik: Das System führt eine kognitive Schicht ein und passt sich dynamisch an Veränderungen an. Der Digital Thread ist nicht statisch, sondern modellierbar. Offene API-Architekturen, Low-Code-Ansätze und eine KI-unterstützte Regelgenerierung ermöglichen es Unternehmen, neue Workflows und Datenstrukturen in deutlich kürzeren Zyklen als zuvor einzuführen. Veränderungen, die früher Monate in Anspruch nahmen, lassen sich so in Tagen realisieren. Das System entwickelt sich fortlaufend weiter: Prozesse, Organisationsmodelle und Produktstrategien werden optimal justiert, ohne die Stabilität des Gesamtsystems zu beeinträchtigen. Adaptive Intelligence

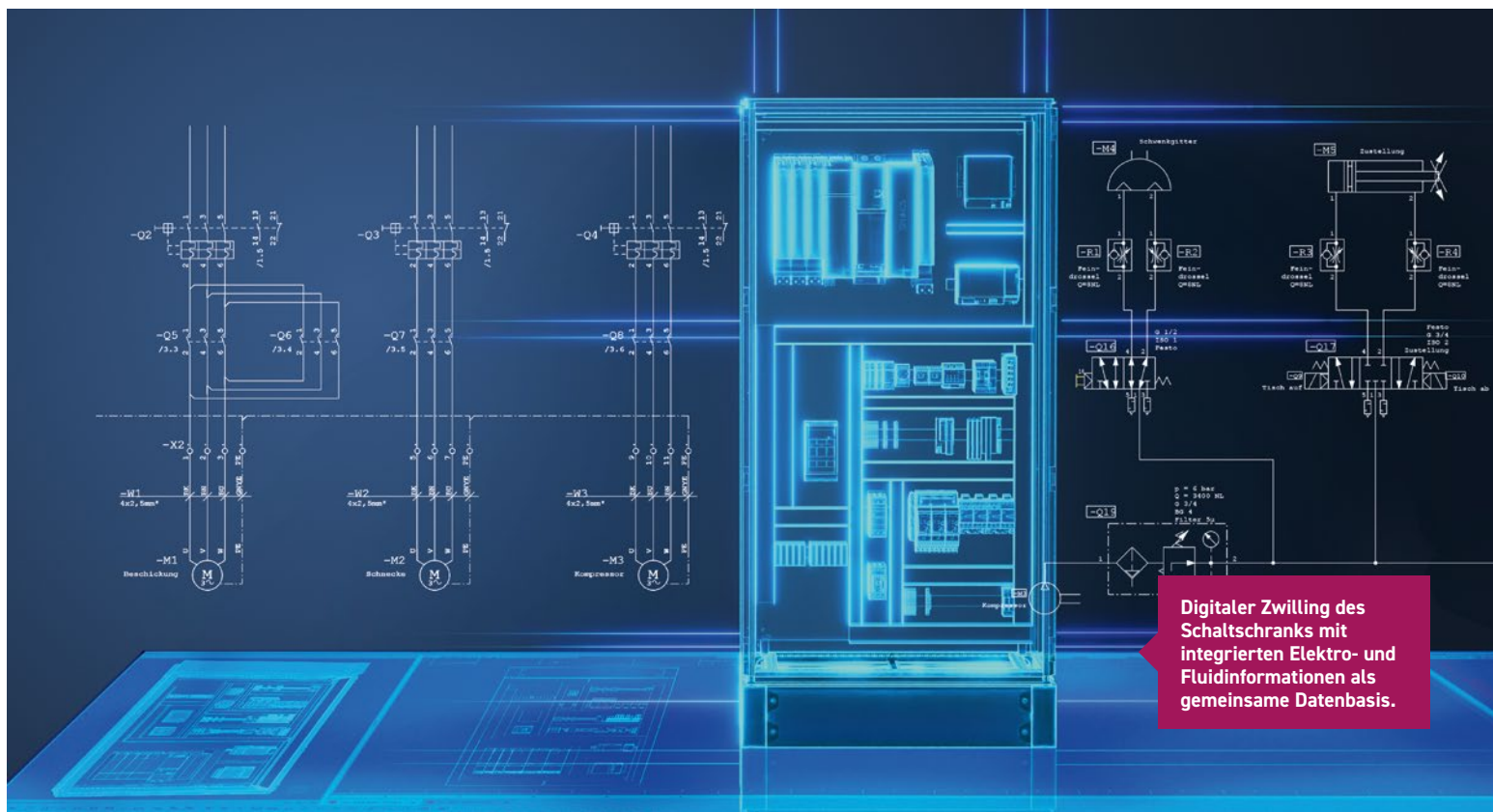
verwandelt PLM in eine strategische Plattform – eine Infrastruktur, die Veränderung nicht bremst, sondern unterstützt.

Je komplexer das Umfeld, umso größer der Nutzen

Besonders deutlich wird der Mehrwert von Adaptive Intelligence in Branchen mit langen Produktlebenszyklen und hohen regulatorischen Anforderungen. In der Luft- und Raumfahrt, der Verteidigungsindustrie oder der Medizintechnik müssen Produkte beispielsweise über Jahrzehnte hinweg nachvollziehbar bleiben. Zulassungsbehörden verlangen eine lückenlose Dokumentation von Designentscheidungen sowie Transparenz über deren Grundlagen. Systeme, die Informationen lediglich speichern, stoßen hier an ihre Grenzen. Systeme, die Zusammenhänge kontextualisieren, liefern dagegen entscheidende zusätzliche Orientierung: Sie zeigen, warum eine Änderung vorgenommen wurde, wann dies erfolgte und welche Auswirkungen die Änderung hatte.

Strukturierte und erklärbare Handlungshinweise innerhalb klar definierter Rahmenbedingungen stärken das Vertrauen in Entscheidungsprozesse – unabhängig davon, ob diese automatisiert, KI-gestützt oder von Menschen getroffen werden. Voraussetzung dafür ist jedoch ein belastbares digitales Fundament. Adaptive Intelligence entfaltet ihre Wirkung nur auf Basis konsistenter Datenmodelle, semantischer Eindeutigkeit und gepflegter Metadaten. Und genau hier liegen die Stärken einer modernen und anpassungsfähigen PLM-Lösung: Mit klaren Datenstrukturen, nachvollziehbaren Beziehungen und einer gemeinsamen semantischen Sprache die Grundlage schaffen, auf der Adaptive Intelligence domänenübergreifend Orientierung geben kann. « TB

Jens Rollenmüller ist Regional Vice President bei Aras.



VOM ZEICHNER ZUM SYSTEMARCHITEKTEN

CAD- und ECAD-Systeme waren über Jahrzehnte primär Werkzeuge zur Dokumentation technischer Lösungen. Jetzt beginnt sich ihre Rolle grundlegend zu wandeln. KI-gestützte Assistenzsysteme greifen zunehmend in den Entstehungsprozess ein. Sie analysieren Anforderungen und unterstützen Ingenieure bei wiederkehrenden Entscheidungen.

» VON CHRISTIAN RATHGEBER

Gerade in der Elektrokonstruktion zeigt sich dieser Wandel besonders deutlich. Projekte werden komplexer, Normen umfangreicher und Entwicklungszyklen kürzer. Gleichzeitig verschärft der Fachkräftemangel den Druck auf Konstruktionsteams. Vor diesem Hintergrund gewinnt künstliche Intelligenz (KI) an Bedeutung, nicht als Ersatz menschlicher Expertise, sondern als strukturierende Assistenz im Engineering-Alltag.

Klassische Engineering-Software ist in erster Linie dokumentationsgetrieben. Schaltpläne werden manuell aufgebaut, Betriebsmittel ausgewählt, Querverweise gepflegt und Stücklisten geprüft. Dieser Ansatz ist etabliert, aber zeitintensiv und anfällig für Inkonsistenzen – insbesondere bei Varianten.

KI erweitert dieses Modell um eine neue Ebene. Statt ausschließlich zu dokumentieren, wird vorhandenes Projektwissen systematisch ausgewertet und kontextbezogen nutzbar gemacht. Auf dieser Basis unterstützt die Software den Anwender bei der Strukturierung von Projekten, der Auswahl geeigneter Komponenten und der Umsetzung technischer Änderungen.

Ein zentrales Einsatzfeld KI-gestützter Assistenz liegt in der intelligenten Nutzung vorhandener Schaltplandaten. Ausgangspunkt sind bestehende, digital erstellte Stromlaufpläne, die alle relevanten Informationen zu Betriebsmitteln, Verbindungen und Funktionszusammenhängen enthalten.

Die KI analysiert diese Daten, erkennt Strukturen, Wiederholungen und logische Zusammenhänge und nutzt sie als

Grundlage für nachgelagerte Engineering-Schritte. Dazu zählen unter anderem die Ableitung konsistenter Projektstrukturen, die Unterstützung bei Varianten sowie – insbesondere im Schaltschrankbau – die Generierung eines fertigungsgerechten Schaltschrankaufbaus auf Basis des vorhandenen Schaltplans. Entscheidend ist dabei weniger die reine Automatisierung sondern die reproduzierbare Anwendung bestehender Engineering-Logik.

Praxisbeispiel Schaltschrankbau: Komplexität beherrschbar machen

Besonders deutlich wird der Nutzen KI-gestützter Assistenz im Schaltschrankbau. Hohe Variantenvielfalt, strenge Normanforderungen und enge Zeitfenster prägen den Alltag. Bereits kleinere Änderungen können weitrei-

chende Anpassungen im gesamten Projekt nach sich ziehen.

KI-gestützte Systeme setzen genau an dieser Stelle an. Sie analysieren bestehende Projekte, erkennen Muster und unterstützen bei der Ableitung neuer Varianten. Statt jeden Schaltschrank von Grund auf neu zu konstruieren, lassen sich bewährte Strukturen gezielt weiterentwickeln. Änderungen werden konsistent umgesetzt, Querverweise automatisch angepasst und potenzielle Konflikte frühzeitig sichtbar gemacht.

Für Konstrukteure bedeutet das vor allem Entlastung. Weniger Zeit fließt in manuelle Pflege, mehr in funktionale Auslegung, Sicherheitskonzepte und Optimierung. Gleichzeitig steigt die Qualität der Dokumentation, da Normen und projektspezifische Vorgaben systematisch berücksichtigt werden.

Transparenz statt Black Box

Ein weiterer zentraler Aspekt für die Transparenz und Praxistauglichkeit KI-gestützter Engineering-Systeme ist die Einbindung unternehmensspezifischen Wissens. Anwender können eigene Dokumente wie kundenspezifische Lastenhefte, interne Konstruktionsrichtlinien, Normenauslegungen oder Herstellerfreigaben in den AI Copilot von WSCAD Electrix AI importieren.

Dieses Wissen steht der KI projektübergreifend zur Verfügung und kann gezielt abgefragt werden – etwa bei Fragen zur zulässigen Auslegung, zur Auswahl freigegebener Komponenten oder zur korrekten Umsetzung kundenspezifischer Vorgaben. Die Antworten basieren dabei nicht auf allgemeinen Annahmen, sondern auf den konkret hinterlegten Dokumenten. Auf diese Weise wird Erfahrungswissen systematisch nutzbar gemacht, konsistent angewendet und unabhängig von einzelnen Personen verfügbar gehalten – bei klarer Kontrolle und Verantwortung durch den Ingenieur.

Mehrwert auch für Gelegenheitsnutzer

Ein häufig unterschätzter Aspekt KI-gestützter Engineering-Systeme ist ihr Nutzen für weniger routinierte Anwender. Während erfahrene Konstrukteure ihre Expertise gezielt einsetzen, profitieren Gelegenheitsnutzer von strukturierter Unterstützung – etwa bei der normgerechten Auslegung oder der vollständigen Dokumentation.

KI-gestützter Schaltschrankaufbau in WSCAD Electrix AI auf Basis eines vorhandenen Stromlaufplans.

Bilder: WSCAD

In der Praxis wirkt KI damit produktivitätssteigernd und qualitätssichernd. Sie hilft, Wissenslücken zu schließen und das Qualitätsniveau im Engineering anzuheben – ein relevanter Faktor angesichts des Fachkräftemangels.

Integration in bestehende Prozesse

Der volle Mehrwert KI-gestützter Assistenz entsteht dann, wenn sie integraler Bestandteil der Engineering-Umgebung ist. Statt Insellösungen wird künstliche Intelligenz Teil des gewohnten Workflows. Sie analysiert Projektstrukturen, erkennt Abhängigkeiten und unterstützt kontextabhängig – insbesondere bei Änderungen oder Varianten bestehender Konzepte.

Ein weiterer praxisrelevanter Anwendungsfall ist die automatische Übersetzung von Engineering-Inhalten mit Hilfe von KI. Einzelne Texte oder vollständige Projektdokumentationen lassen sich direkt im System in beliebige Sprachen übertragen. Dabei werden gängige elektrotechnische Fachbegriffe ebenso berücksichtigt wie projektspezifische Bezeichnungen.

Gerade in international ausgerichteten Projekten reduziert dies den Aufwand für mehrsprachige Dokumentationen erheblich. Übersetzungen, die bislang externe Dienstleister erforderten und mit hohem Zeit- und Kostenaufwand verbunden waren, lassen sich jetzt direkt im Engineering-Workflow erstellen, aktualisieren und konsistent halten.

Neue Rolle des Ingenieurs

Mit dem Einzug von KI verschiebt sich auch das Rollenbild im Engineering. Der Fokus liegt weniger auf der manuellen Erstellung einzelner Pläne, sondern stärker auf Systemarchitektur, Plausibilisierung und Optimierung. Ingenieure entwickeln sich zunehmend zu Koordinatoren komplexer technischer Systeme.

Diese Entwicklung eröffnet auch strategische Perspektiven für Unternehmen. Reproduzierbare Qualität, kürzere Entwicklungszeiten und bessere Skalierbarkeit werden zu entscheidenden Wettbewerbsfaktoren – insbesondere in einem Umfeld steigender regulatorischer Anforderungen.

KI als integraler Bestandteil des Engineerings

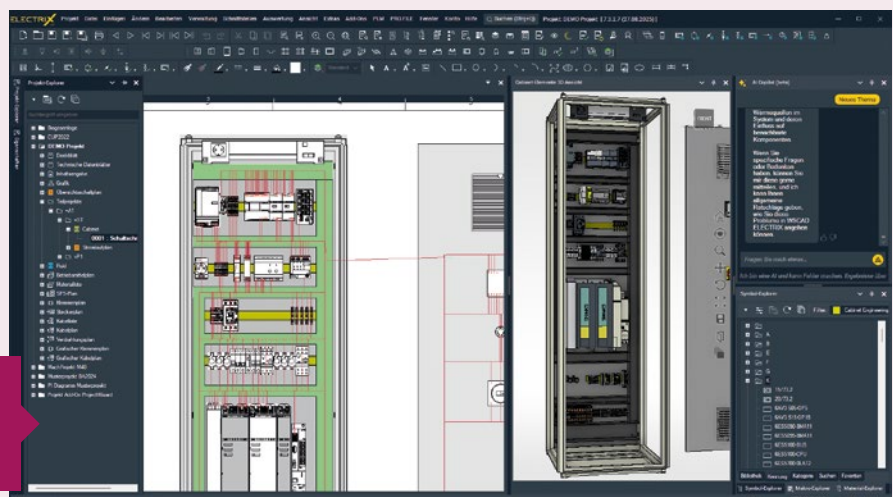
KI im Engineering steht trotz rasanter Fortschritte noch am Anfang. Jedoch wird bereits heute deutlich, dass sich ihr Einsatz von punktuellen Experimenten hin zu produktiven, tief integrierten Assistenzfunktionen entwickelt. Insbesondere dort, wo KI direkt im Engineering-Workflow ansetzt, zeigt sich ihr Potenzial.

EIN ZENTRALES EINSATZ-FELD KI-GESTÜTZTER ASSISTENZ LIEGT IN DER INTELLIGENTEN NUTZUNG VORHANDENER SCHALTPLANDATEN.

Die bisherigen Erfahrungen aus der praktischen Entwicklung und Anwendung KI-gestützter Funktionen in der Elektrokonstruktion zeigen, dass der größte Mehrwert dort entsteht, wo KI nicht als Zusatzwerkzeug, sondern als integraler Bestandteil des Engineering-Workflows konzipiert ist. Entscheidend ist weniger ein maximaler Automatisierungsgrad sondern die gezielte Unterstützung des Anwenders. Dort, wo KI Routineaufgaben übernimmt und Wissen strukturiert verfügbar macht, entsteht Raum für das, was Engineering im Kern auszeichnet: Verantwortung, Analyse und Gestaltung.

« RT

Christian Rathgeber ist Leiter Business Development bei WSCAD.



KÜNSTLICHE INTELLIGENZ ERWEITERT DAS DIGITAL MOCK-UP

Digitale Mock-ups (DMU) sind seit Jahren ein zentrales Werkzeug in der virtuellen Produktentwicklung. Sie ermöglichen die digitale Abbildung komplexer Produkte und die frühzeitige Analyse geometrischer sowie funktionaler Fragestellungen. Laut Invenio Virtual Technologies liegt das Potenzial von DMU in der automatisierten Absicherung geometrischer Risiken mithilfe von KI und flexiblen Software-Bausteinen. » VON SIEGFRIED MAIER



KI-gestützte Lösungen erkennen potenzielle Probleme, bevor sie sich im physischen Prototyp manifestieren.

Klassische DMU-Anwendungen basieren häufig auf regelbasierten Prüfungen und manuellen Analysen. Kollisionen, Abstandsverletzungen oder einfache Montagekonflikte lassen sich so zuverlässig identifizieren. Mit steigender Produktkomplexität, wachsender Variantenvielfalt und immer engeren Entwicklungsfenstern geraten diese Tools jedoch an ihre Grenzen.

Invenio Virtual Technologies verfolgt daher einen alternativen Ansatz. Geometrie wird dabei in Relation gesetzt: Bauteilfunktionen, Einbaubeziehungen im Zusammenhang mit Baugruppen und Metadaten bilden die Grundlage für weiterführende algorithmische und KI-gestützte Auswertungen.

Die Erfahrungen aus zahlreichen DMU-Projekten von Invenio VT zeigen: KI im Digital Mock-up entfaltet ihren Nutzen erst dann, wenn Geometriedaten nicht isoliert, sondern im strukturellen und funktionalen Kontext ausgewertet werden. Relevante Zusatzinformationen wie Bauteilverwendungszwecke und Einbausituationen liefern der KI die not-

KI IM DIGITAL MOCK-UP ENTFALTET IHREN NUTZEN ERST DANN, WENN GEOMETRIEDATEN NICHT ISOLIERT, SONDERN IM STRUKTURELLEN UND FUNKTIONALEN KONTEXT AUSGEWERTET WERDEN.

wendigen Details, um geometrische Risiken sinnvoll zu bewerten. Das Digital Mock-up wird damit zur zentralen Datenbasis für eine durchgängige virtuelle Absicherung – von der frühen Konzeptphase bis zum Produktionsstart.

KI-gestützte Erkennung geometrischer Problemstellungen

Künstliche Intelligenz erweitert das Digital Mock-up um die Fähigkeit, Muster in großen Mengen geometrischer 3D-Daten zu erkennen. Statt ausschließlich vordefinierte Regeln abzuarbeiten, analysieren KI-gestützte

Lösungen typische Umgebungen und identifizieren Abweichungen oder bekannte Risiken. Dadurch lassen sich potenzielle Probleme erkennen, bevor sie sich im physischen Prototyp manifestieren.

Ein Anwendungsfeld ist die virtuelle geometrische Absicherung. Kollisionen, kritische Minimalabstände oder funktionsrelevante Bauteilüberlagerungen werden automatisiert analysiert und strukturiert aufbereitet. Der wesentliche Nutzen liegt dabei nicht nur in der Erkennung der Risiken selbst, sondern in der Bewältigung der großen Ergebnismengen und der deutlichen Reduzierung des Aufwands zur Identifizierung der tatsächlich kritischen Themen. Durch das automatische Sichtbarmachen der Ergebnisse – etwa in Form generierter Bilder, mit denen sich Problemstellen auf einen Blick erfassen lassen – wird der Bewertungsaufwand für Entwickler und Entwicklerinnen signifikant reduziert und die Entscheidungsfindung beschleunigt.

Im Unterschied zu rein regelbasierten Prüfungen liegt der Mehrwert der künstlichen Intelligenz darin, wiederkehrende Geometrie-konstellationen und Abweichungsmuster über viele Bauteile, Baugruppen und Entwicklungsstände hinweg zu erkennen und die Ergebnisse kontextbezogen zu priorisieren.

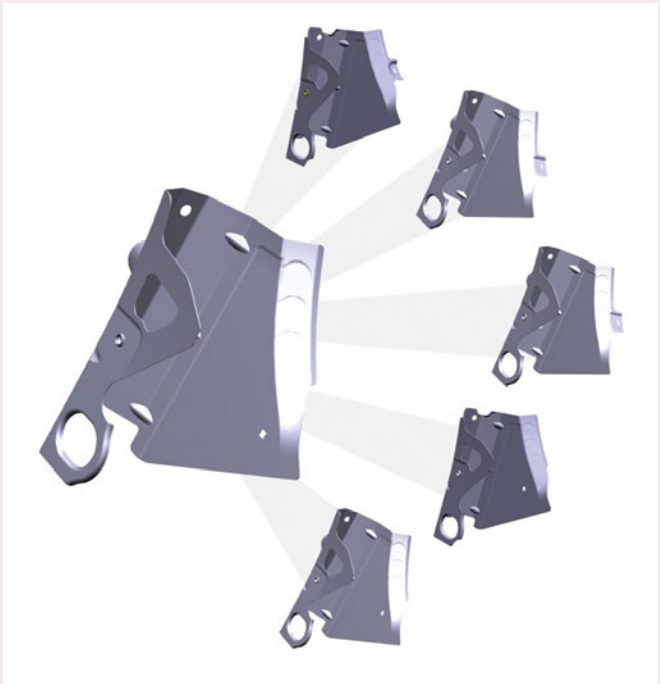
Geometrische Differenz- und Ähnlichkeitsanalysen in der Praxis

Ein zentrales Beispiel für die methodische Grundlage all dieser Anwendungsfälle sind geometrische Differenz- und Ähnlichkeitsanalysen, bei denen aktuelle Entwicklungs- oder Bauteilstände gezielt und automatisiert mit früheren Datenständen verglichen werden. Dies ermöglicht eine präzise Identifikation, ob und wo sich geometrische Änderungen ergeben haben und welche Bereiche davon betroffen sind.

Ein typischer Anwendungsfall im Service-Umfeld nutzt die Differenzanalyse: Geänderte Bauteilstände werden mit freigegebenen Vorgängerversionen abgeglichen, um zu prüfen, ob Modifikationen Auswirkungen auf Demontierbarkeit, Zugänglichkeit oder benötigte Bauraumreserven haben. So lassen sich potenziell servicekritische Änderungen frühzeitig erkennen und notwendige Anpassungen durchführen – noch bevor sie zu Problemen führen.

Darüber hinaus ermöglichen geometrische Ähnlichkeitsanalysen den Abgleich mit vergleichbaren Produkten oder Varianten. Identifizierte Bauteile, die geometrisch oder funktional ähnlich sind, können einander ersetzt oder – besonders in frühen Entwicklungsphasen – bewusst auf eine gemeinsame Bauteilausprägung konsolidiert werden, um eine Gleichteilstrategie zu forcieren. Dies führt zu einer geringeren Variantenvielfalt, reduziert Bestell-, Logistik- und Lageraufwände und kann durch höhere Stückzahlen auch positive Effekte auf die Bauteilkosten haben. In der Fertigung sinken Komplexität und logistischer Aufwand, Montageprozesse werden vereinfacht und die Anzahl benötigter Werkzeuge wird reduziert.

Automatisierte und intelligente Schrauben-Checks ergänzen die geometrische Absicherung um eine gezielte Analyse aller Schraubverbindungen im virtuellen Produkt. Dabei findet eine Betrachtung der Schrauben nicht isoliert statt, sondern im Zusammenspiel mit den angrenzenden Bauteilen und ihrer geometrischen Umgebung. Analysiert werden unter anderem der vollständige Sitz der Schraube, die Lage und Koaxialität der verbundenen Bauteile sowie der kor-



In großen Datenmengen und virtuellen Produktstrukturen identifiziert die KI von Invenio ähnliche Bauteile, schafft Transparenz und ermöglicht einen Gleichteileansatz zur Reduzierung von Variantenvielfalt, Kosten und Entwicklungsaufwand.

Bilder: Invenio Virtual Technologies

rekte Kontakt von Schraubenkopf und Beilagscheibe. Ferner werden Gewindelänge und -position überprüft und die Lösung erkennt, ob Schrauben zu lang oder zu kurz ausgelegt sind. Die KI liefert dabei nachvollziehbare Bewertungsvorschläge auf Basis transparenter Kriterien und unterstützt Fachverantwortliche bei der frühzeitigen Identifikation kritischer Situationen.

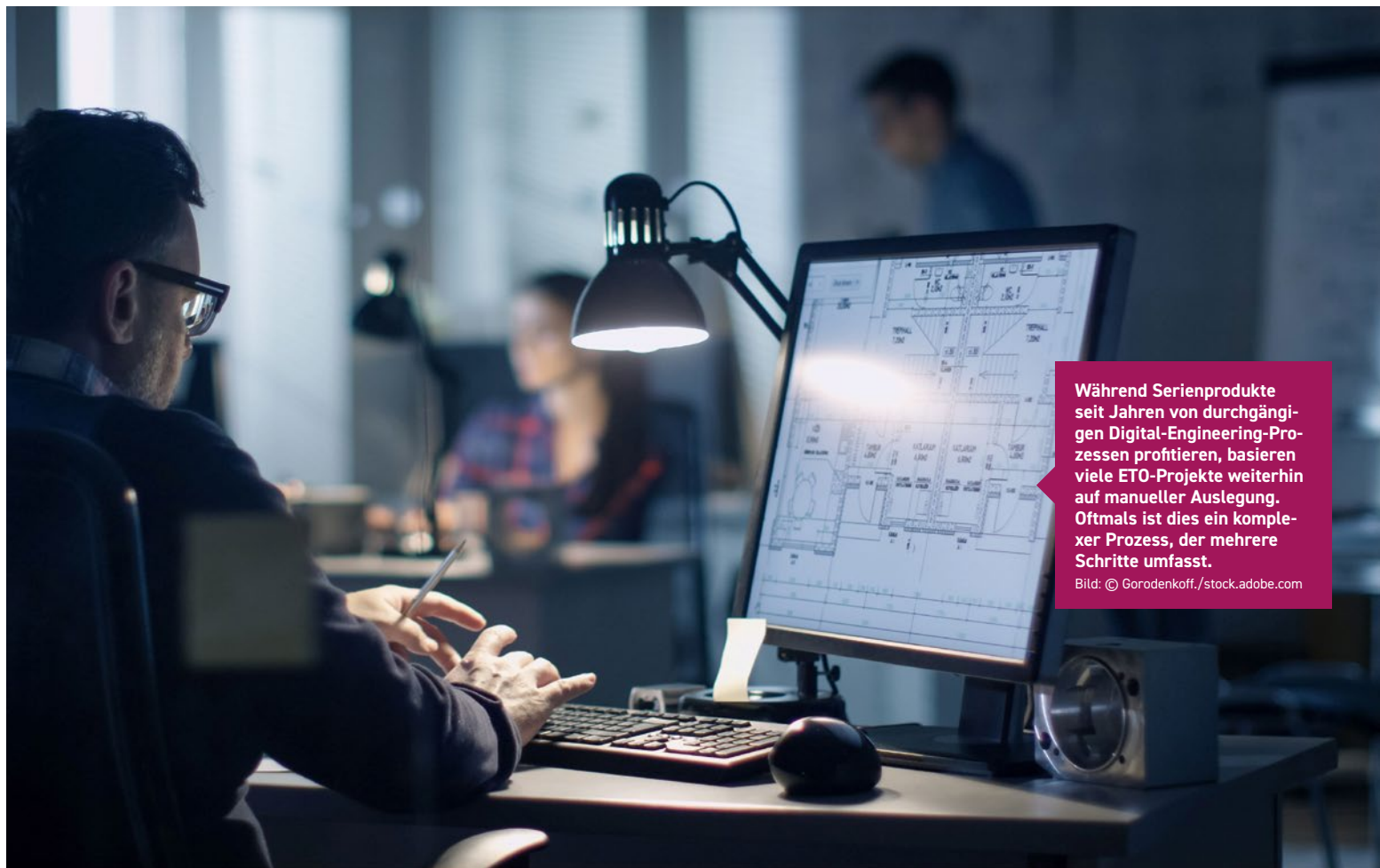
Spürbare Entlastung im Entwicklungsalltag

Fazit: Künstliche Intelligenz verändert die Arbeit im Digital Mock-up grundlegend. Sie übernimmt zeitintensive Analyse- und Vergleichsaufgaben, skaliert Bewertungen über große Datenmengen hinweg und macht geometrische Risiken frühzeitig sichtbar. Dadurch werden Entwickler und Entwicklerinnen entlastet, Entscheidungsprozesse beschleunigt und geometrische Bewertungen konsistenter über Varianten, Baugruppen und Entwicklungsstände hinweg. „KI im DMU bedeutet für uns spürbare Entlastung im Entwicklungsalltag, weniger manuelle Sucharbeit, schnellere Einordnung geometrischer Risiken und mehr Zeit für fundierte Entscheidungen“, betont Michael Pretschuh, Head of Sales and Marketing bei Invenio Virtual Technologies.

So wird das Digital Mock-up mit KI-Unterstützung zu einem aktiven Analyse- und Assistenzsystem, das die Effizienz und Qualität in der virtuellen Produktentwicklung nachhaltig erhöht. « RT

STATT AUSSCHLIESSLICH VORDEFINIERTEN REGELN ABZUARBEITEN, ANALYSIEREN KI-GESTÜTZTE LÖSUNGEN TYPISCHE UMGEBUNGEN UND IDENTIFIZIEREN ABWEICHUNGEN ODER BEKANNTE RISIKEN.

Siegfried Maier ist Referent Public Relations and Communication bei Invenio Virtual Technologies.



Während Serienprodukte seit Jahren von durchgängigen Digital-Engineering-Prozessen profitieren, basieren viele ETO-Projekte weiterhin auf manueller Auslegung. Oftmals ist dies ein komplexer Prozess, der mehrere Schritte umfasst.

Bild: © Gorodenkoff./stock.adobe.com

DATEN STATT ERFAHRUNG

Während Serienprodukte längst von durchgängigen Digital-Engineering-Prozessen profitieren, basieren viele Engineered-to-Order-Projekte weiterhin auf manueller Auslegung und getrennten Softwarelösungen. KI-gestützte Plattformen in Kombination mit GPU-basiertem Hochleistungsrechnen und digitaler Fertigungsanbindung machen diese Projekte nun reproduzierbar, skalierbar und wirtschaftlich beherrschbar. » VON MUSA SMAKAJ

Engineered-to-Order (ETO) gilt als eine der anspruchsvollsten Disziplinen der Produktentwicklung. Hohe Variantenvielfalt, projektspezifische Anforderungen und die enge Kopplung von Thermodynamik, Mechanik, Betriebssicherheit und Kosten machen klassische Automatisierungsansätze oft unzureichend. Während Serienprodukte seit Jahren von durchgängigen Digital-Engineering-Prozessen profitieren, basieren viele ETO-Projekte weiterhin auf manueller Auslegung, Erfahrungswissen und voneinander getrennten Softwarelösungen.

Mit dem Einsatz künstlicher Intelligenz und moderner Rechenarchitekturen entsteht ein neuer Ansatz: Physikalisch fundier-

te Auslegung, systematische Optimierung, konstruktive Ableitung und Fertigungsanbindung werden in einer durchgängigen Plattform vereint. Erst dadurch wird ETO reproduzierbar, skalierbar und wirtschaftlich beherrschbar.

Auslegung und Design: von Erfahrung zu Daten

In klassischen Projekten werden Varianten häufig auf Basis von Erfahrungswerten und vereinfachten Annahmen bewertet. Mehrpunkt Betrachtungen – etwa unterschiedliche Lastfälle, Teillastbetrieb oder saisonale Schwankungen – werden nur eingeschränkt berücksichtigt. Auch Fouling, Sicherheitsreserven oder lokale Extremwerte fließen oft pauschal ein. Die Folge sind überdimensi-

onierte Systeme oder unerwartete Abweichungen im Betrieb.

Moderne KI-gestützte Plattformen ermöglichen eine feingranulare Modellierung entlang des gesamten Produkts. Die Plattform berechnet thermische und hydraulische Effekte abschnittsweise und macht Zielkonflikte zwischen Leistung, Druckverlust und Kosten transparent. Varianten lassen sich objektiv vergleichen, Annahmen sind dokumentiert und Entscheidungen nachvollziehbar.

GPU- und CUDA-Technologie: vollständige Lösungsräume statt Stichproben

Ein wesentlicher technologischer Unterschied liegt in der Nutzung von GPU- und CUDA-basierten Rechenarchitekturen. Während klassische Engineering-Software Va-

rianten seriell berechnet und Ingenieure gezwungen sind, eine begrenzte Auswahl zu treffen, ermöglichen GPUs die parallele Berechnung tausender Konfigurationen. Sie werten Geometrien, Materialien, Betriebszustände und Randbedingungen gleichzeitig aus. Statt einzelner Annahmen berechnet und optimiert das System den gesamten technisch zulässigen Lösungsraum. Entscheidungen basieren damit nicht mehr auf subjektiver Erfahrung, sondern auf vollständigen, belastbaren Daten.

ETO von der Berechnung bis zur Maschine

Ein praxisnahes Beispiel für diesen Ansatz ist die ETO-KI-Plattform Zilex. Sie kombiniert GPU-beschleunigte Auslegung mit algorithmischer Konstruktion und einer durchgängigen Datenlogik. Das System berechnet Lösungen nicht nur, sondern konstruiert sie direkt im Code. Änderungen an Spezifikation, Lastfall oder Material führen automatisch zu konsistenten, aktualisierten Konstruktionsdaten.

Über standardisierte Schnittstellen kommuniziert Zilex direkt mit der Fertigung. CNC-Bearbeitungszentren, automatisierte Schweißzellen sowie 2D- und 3D-Brennschneidanlagen lassen sich unmittelbar mit den generierten Daten versorgen. Medienbrüche zwischen Engineering, CAD und Produktion entfallen. Dies beschleunigt den Entwicklungsprozess deutlich, reduziert Fehlerquellen und minimiert Iterationsschleifen.



Auswirkungen auf Beschaffung und Organisation

Auch Einkauf und Projektmanagement profitieren von der durchgängigen Datenbasis. Varianten sind transparent dokumentiert, Sicherheitsreserven nachvollziehbar und Angebote objektiv vergleichbar. Lieferanten erhalten klare, konsistente Spezifikationen, Rückfragen sinken, und die Datenbasis beschleunigt Entscheidungsprozesse. Gleichzeitig bleibt die projektspezifische Individualität von ETO vollständig erhalten.

Vom handwerklichen Ansatz zur datengetriebenen ETO-Produktion

KI, GPU-basierte Parallelisierung und digitale Fertigungsanbindung verändern ETO grundlegend. Statt erfahrungsbasierter Ein-

Die Plattform Zilex lässt sich grundsätzlich auch auf weitere Komponenten jenseits von Wärmetauschern übertragen. Dieses Portfolio wird schrittweise erweitert. Ziel ist der Aufbau einer Art „Amazon für industrielle Sonderanfertigungen“.

Bild: Zilex

zelentscheidungen berechnet und optimiert das System vollständige Lösungsräume systematisch. Engineering, Design, Beschaffung und Produktion greifen auf eine gemeinsame, konsistente Datenbasis zu. ETO verliert damit seinen handwerklich zufälligen Charakter und wird zu einem datengetriebenen, reproduzierbaren und skalierbaren Prozess – technisch fundiert, wirtschaftlich effizient und zukunftssicher.

« KF

Musa Smakaj ist CEO von Zilex.

PRAXISBEISPIEL WÄRMETAUSCHER

Wenn Konstrukteure Wärmetauscher planen und beschaffen, zieht sich die Abstimmung oft über Wochen. Das Start-up Zilex verkürzt diesen Prozess mithilfe eines KI-Algorithmus auf wenige Minuten.

Wärmetauscher bestehen aus zahlreichen Rohren und Komponenten und dienen der Übertragung von Wärmeenergie zwischen zwei Kreisläufen. Ihre Auslegung ist komplex und erfordert sowohl thermodynamische als auch mechanische Berechnungen. Konstrukteure müssen Heizleistung, Dimensionierung, Wandstärken, Schweißnähte und Druckfestigkeit berücksichtigen, da die Geräte meist unter Druck arbeiten und entsprechenden Richtlinien unterliegen. Anschließend folgt der technische Einkauf, der geeignete Anbieter identifiziert.

In der Praxis führt dies häufig zu langwierigen Abstimmungen zwischen Konstruktion, Einkauf und Lieferanten. Zahlreiche Rückfragen, Missverständnisse und Korrekturen verzögern die Angebotserstellung – nicht selten über mehrere Wochen hinweg.

Hier setzt die digitale Plattform von Zilex an. Konstrukteure geben lediglich die wichtigsten Parameter wie Volumen, Zieltemperatur

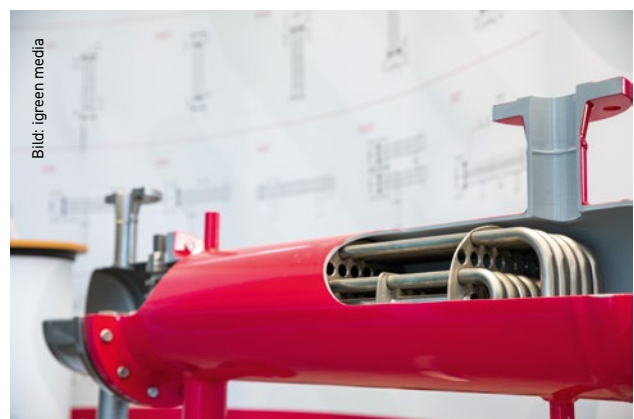


Bild: igreen media

und Platzverhältnisse ein. Der Algorithmus berechnet automatisch passende Auslegungen für Rohrbündel- und Plattenwärmetauscher. Dabei übernimmt das System sowohl die thermodynamische Berechnung auf Basis des VDI-Wärmeatlas als auch statische Auslegung und Materialauswahl gemäß geltender Normen wie AD 2000 und EN 13445.

DIGITALISIERUNG VON KOPF BIS FUSS

Mit einem anspruchsvollen Digitalisierungsprojekt gestaltet das Familienunternehmen Hauser mit Sitz in Linz (Österreich) die Zukunft: Die erfolgreiche Migration zum internationalen Einsatz von SAP S/4HANA wurde mit der Einführung der P'X Industry Solution von Perspectix gekrönt – einer Configure-Price-Quote-Software, kurz CPQ – die nun als Lösungsgenerator für alle Vertriebsprozesse fungiert. » VON DR. THOMAS TOSSE

Mit der Digitalisierung sollten Industrieunternehmen am Anfang der Wertschöpfungskette beginnen, weil in den Vertriebsprozessen nahezu alle Parameter der Geschäftsvorfälle definiert werden“, erklärt Mag. Gabriele Marsoun, IT-Teamleitung CPQ bei Hauser. Wie viele Unternehmen mit variantenreichen Produktsystemen, stellte dies auch Hauser vor große Herausforderungen. Denn der Partner des Lebensmittelhandels und der Industrie für individuelle Kältetechnik plant und produziert schlüsselfertige Kälteanlagen für den europäischen Markt. Das 1946 in Linz gegründete Familienunternehmen erwirtschaftet mit rund 1.300 Mitarbeitern in 15 Ländern jährlich einen Umsatz von 390 Millionen Euro.

Produkte konfigurieren und Abläufe definieren

Dafür werden hunderte Lebensmittelgeschäfte, Gewerbebetriebe wie Molkereien,

aber auch Industriebereiche individuell mit Kühltheken, Kühl- und Tiefkühlinseln, Kühlregalen, Vitrinen und Theken sowie Kühlräumen in Lagerbereichen ausgestattet. „Fast jede Filiale ist ein Gesamtprojekt, bei dem eine Verbundanlage sämtliche Objekte mit Kälte versorgt“, erklärt Marsoun. Fremdprodukte und vorhandene Kühlmöbel werden integriert, die Leitungen konfiguriert und geplant. Schließlich definiert Hauser die Elektroverteilung, die Raumklimatisierung und die Wärmerückgewinnung für die ganze Filiale. Neben der Konfiguration von Produktkomponenten sollte ein neues CPQ-System alle Prozesse von Berechnung, Verrohrung, Transport und Montage abdecken. „Alle diese Prozesse greifen ineinander und müssen daher in einer Lösung abgebildet werden“, sagt Gabriele Marsoun.

Kompetenz sticht räumliche Nähe

Im Auswahlverfahren zur Umsetzung dieses anspruchsvollen Projekts mussten etliche Anbieter aufgrund des riesigen Produktspektrums und der erforderlichen Berechnungen

absagen. Stromlast, Kältemittelfluss, Leitungsquerschnitte und die Temperaturvorgaben der verschiedenen Geräte müssen mit jeder Änderung einer Konfiguration überprüft werden. Nachdem das Kriterium der räumlichen Nähe zum Anbieter unberück-

» DAS WICHTIGSTE WAR FÜR UNS, UNSERE HOHE FLEXIBILITÄT GEGENÜBER DEM KUNDEN NICHT ZU BEEINTRÄCHTIGEN. «

MAG. GABRIELE MARSOUN,
IT-TEAMLEITUNG CPQ BEI HAUSER

sichtigt bleiben sollte, fiel die Entscheidung für Perspectix aus Zürich: „Die P'X Industry Solution und die Kompetenz von Perspectix haben sich in unserem Markt bereits mehrfach bewährt“, berichtet Marsoun. „Von diesen Erfahrungen konnten wir sehr diskret profitieren, ohne dass fremde Lösungen erwähnt wurden.“

Mehrjähriges Projekt zur Systemintegration

Im Frühjahr 2022 begann das internationale Einführungsprojekt. Mit rund 50 Mitarbeitern aus Deutschland, Tschechien, Rumänien, Großbritannien, Italien und Frankreich, mussten verbindliche Prozesse aus einem

In P'X Industry Solution von Perspectix werden die Kühleinrichtungen geplant, konfiguriert, berechnet und präsentiert.

Bilder: Hauser





Im 2024 eröffneten Transgourmet-Abholmarkt in Wals-Siezenheim (Österreich) kommen zahlreiche transparente Kühlleinrichtungen von Hauser zum Einsatz.

Guss geschaffen werden. In wöchentlichen Jours fixes mit Perspectix wurden Entscheidungen getroffen, Aufgaben verteilt und Lösungswege verglichen. „Das Wichtigste war für uns, unsere hohe Flexibilität gegenüber dem Kunden nicht zu beeinträchtigen“, rekapituliert die IT-Projektleiterin. „Dazu ist es notwendig, vorkonfigurierte Produkte und lagernde Artikel mit individuellen und vom Kunden beigestellten Objekten zu verbinden.“ Dazu werden Produktinformationen einschließlich 3D-Vorschaubildern in die Produktkataloge von P’X Industry Solution aufgenommen. Ein technisches Regelwerk und integrierte technische Berechnungen nach branchenüblichen Formeln lassen sich so damit verknüpfen, dass anschließend eine fehlerfreie Konfiguration und Auslegung direkt im Gebäudeplan möglich ist. Dabei werden Farben, Oberflächen und Beleuchtung ausgewählt und dargestellt. Bereits im Entwurfsstadium entsteht so in der 3D-Ansicht sowie in der Zeichnung ein realistischer Eindruck der gesamten Anlage. Änderungen führen zu automatischen Prüfungen der technischen Auslegung. „In diesem Prozess haben uns die verschiedenen Spezialisten bei Perspectix hervorragend beraten und gecoacht“, betont Gabriele Marsoun. „Mit viel Diplomatie wurden Leitplanken gesetzt, die zu effizienten und benutzerfreundlichen Lösungen führten.“

DIE MITARBEITER BEI HAUSER HABEN SCHNELL GELERNT, MIT P’X INDUSTRY SOLUTION UMZUGEHEN.

Verknüpfung mit SAP S/4HANA

Eine weitere Herausforderung war die parallele Migration zu SAP S/4HANA. Dieses neue datenbankführende System, das sowohl die Vorgaben bereitstellen als auch Ergebnisse für die Produktion aufnehmen sollte, war noch im Entstehungsprozess. Dazu wurden dreizehn Schnittstellen eingerichtet und getestet, die ein nahtloses Zusammenspiel zwischen Vertrieb, Entwicklung, Produktion und Service gewährleisten. „Die Verknüpfung mit S/4HANA hat die Anwendung zunächst starr aussehen lassen“, meint Gabriele

Marsoun. „Inzwischen haben wir sehr benutzerfreundliche Prozesse und nur wenige manuelle Zwischenschritte – alles arbeitet wie aus einem Guss.“

Hauser konnte das Projekt rechtzeitig zum Go-live von S/4HANA

im April 2025 erfolgreich abschließen: „Wir haben diesen Schritt in die digitale Welt in nur drei Jahren geschafft“, freut sich die IT-Projektleiterin. „Zu dieser Glanzleistung haben außerordentliches Engagement und viele Gehirne beigetragen. Ein entscheidender Erfolgsfaktor war die Unterstützung von Perspectix.“

Flexibilität mit Effizienz verbinden

Die Mitarbeiter haben schnell gelernt, mit P’X Industry Solution umzugehen. „Die Umstellung ist gelungen – die Mehrheit der Mitarbeiter zeigt sich sehr zufrieden mit der neuen Arbeitsweise“, sagt Gabriele Marsoun.

„Während bestehende Aufträge noch wie gewohnt abgewickelt werden, ist der neue Ansatz bei allen künftigen Projekten bereits Standard.“ Nach dem ersten halben Jahr arbeiten bereits 142 Anwender mit der Software, die sich auf Deutsch, Englisch oder Tschechisch umstellen lässt. Zwar sind noch keine Zahlen bezüglich Zeitersparnis und Effizienzgewinn verfügbar, doch die geringere Arbeitsbelastung ist bereits deutlich spürbar. Außerdem entfallen Fehlerquellen, die sich durch den Einsatz verschiedener Software-Lösungen ergeben. Darüber hinaus müssen Konfigurationen und technische Auslegungen nicht mehr so aufwändig überprüft werden. Die neue Software fördert durch vorkonfigurierte Lösungen die Standardisierung. „Wir haben deutlich an Effizienz gewonnen und nichts von unserer Flexibilität verloren“, fasst Gabriele Marsoun zusammen. „Durch die schnellere Angebotserstellung und die bessere Darstellung unserer Lösungen können wir erfolgreicher am Markt agieren.“

Kein Stillstand bei Hauser

Der Blick bleibt in die Zukunft gerichtet. Perspectix bietet mit dem Consumer Communicator ein Web-Frontend für P’X Industry Solution an. „Damit können wir unseren Kunden Konfigurationen und Dokumente projektbezogen im Internet zur Verfügung stellen. In Zukunft wollen wir dadurch die Kommunikation in Videokonferenzen oder am Telefon weiter verbessern“, freut sich Gabriele Marsoun.

« RT

Dr. Thomas Tosse ist Inhaber der Agentur Hightech Marketing.

PRODUKTSTRUKTUR ALS WAHRHEITSTRÄGER

Digitale Produktentwicklung scheitert selten an fehlenden Tools, sondern an mangelnder Klarheit darüber, was das Produkt eigentlich ist. In vielen Unternehmen existieren parallele Produktbeschreibungen, die nur mühsam synchronisiert werden und bei jeder Änderung an Stabilität verlieren. Der Beitrag zeigt, warum fehlendes Strukturmanagement zum zentralen Engpass moderner Entwicklung wird, und weshalb eine verbindliche Produktstruktur das entscheidende Rückgrat für PLM, Variantenmanagement und Digital Twin bildet. » VON WOLFGANG RÜDELL

Drei unbequeme Thesen zum Einstieg:

- **These 1:** Die meisten PLM-Initiativen scheitern nicht an fehlenden Funktionen, sondern daran, dass niemand das Produkt eindeutig definiert.
- **These 2:** Systems Engineering wird dort eingesetzt, wo eine saubere Produktstruktur fehlt – und kann dieses Defizit nicht vollständig kompensieren.
- **These 3:** Wer mehrere „führende“ Produktstrukturen zulässt, verliert die Kontrolle über Varianten, Kosten und Zeit.

Diese Aussagen wirken zugespitzt. Sie beschreiben jedoch den Alltag vieler Entwicklungsorganisationen erstaunlich genau. Trotz moderner Tools, Methoden und wachsender Investitionen bleibt der strategische Nutzen digitaler Produktentwicklung häufig hinter den Erwartungen zurück. Der Grund liegt selten in der Technologie, sondern fast immer in einer unbequemen Frage: Was ist eigentlich das Produkt – und wo wird es verbindlich beschrieben?

Parallele Produktwelten statt gemeinsamer Realität

Moderne Produkte entstehen heute in hochspezialisierten Disziplinen. Mechanik, Elektronik und Software nutzen jeweils optimierte Prozesse und Werkzeuge, um „ihr“ Produkt zu entwickeln. Jede Disziplin erzeugt dabei ihre eigene, in sich konsistente Beschreibung.

Moderne Produkte entstehen in spezialisierten Disziplinen wie Mechanik, Elektronik und Software, die jeweils eigene Prozesse und Produktbeschreibungen nutzen. Was fehlt, ist ein gemeinsamer struktureller Bezugspunkt, der diese Perspektiven im Entwicklungsprozess zusammenführt.

Bild: TTPSC (generiert mit KI)

Was fehlt, ist ein gemeinsamer struktureller Bezugspunkt, der diese Beschreibungen im Entwicklungsprozess zusammenführt.

Stattdessen existieren mehrere parallele Produktwelten, die über komplexe Prozesse, Reviews und Synchronisationsmechanismen zusammengehalten werden müssen. Konsistenz entsteht nicht durch Struktur, sondern durch Abstimmung. Das Ergebnis ist kein integriertes Produktmodell, sondern ein fragiles Konstrukt aus Annahmen, Abhängigkeiten und implizitem Wissen, das bei jeder Änderung unter Spannung gerät.

Wenn Systems Engineering zur Kompensation wird

In vielen Unternehmen wird versucht, dieses strukturelle Defizit über Systems Engineering zu kompensieren. Anforderungen, Funktionen und Softwarearchitekturen rücken in den Mittelpunkt, während das reale, physische Produkt zunehmend in den Hintergrund tritt.

Prozesse übernehmen Aufgaben, die eigentlich eine klare Produktstruktur leisten müsste:

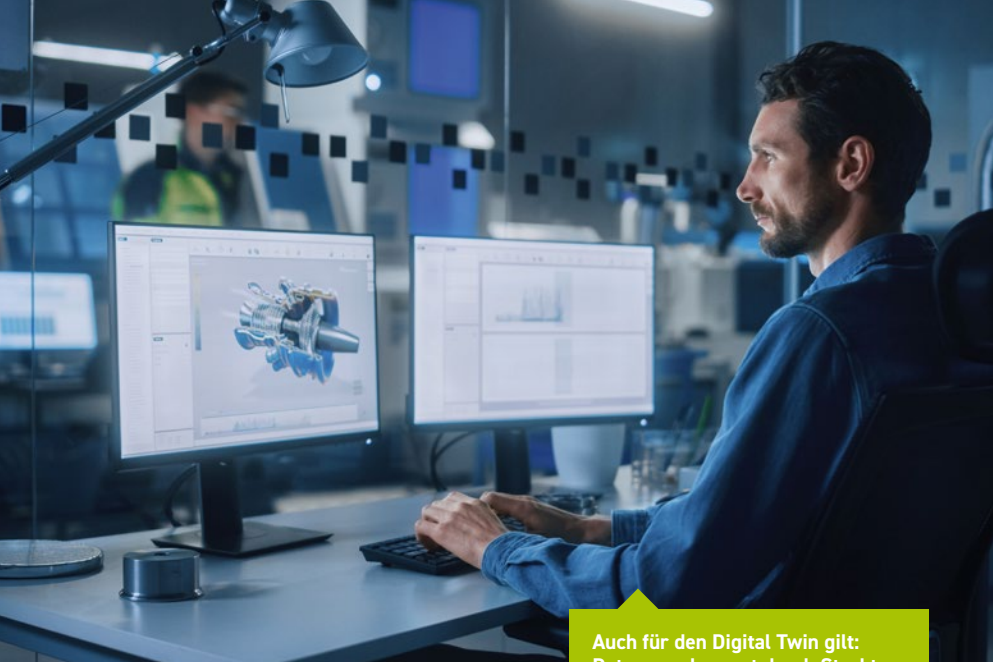
Konsistenz sicherstellen, Auswirkungen von Änderungen sichtbar machen und Abhängigkeiten erklären. Doch Prozesse können fehlende Klarheit nicht ersetzen. Sie machen sie lediglich formaler, langsamer und teurer.

PLM ohne Struktur bleibt wirkungslos

Genau hier müsste Product Lifecycle Management (PLM) seine Stärke ausspielen. In der Praxis zeigt sich jedoch: PLM scheitert selten an mangelnden Funktionen, sondern an unzureichendem Strukturmanagement. Solange Strukturen auf Stücklisten reduziert werden, bleibt PLM ein Datensilo für Engineering-Daten.

Strukturmanagement beschreibt dagegen die Fähigkeit, ein Produkt über seinen gesamten Lebenszyklus hinweg konsistent, nachvollziehbar und veränderbar zu strukturieren. Dazu gehören funktionale Architekturen, Engineering-Strukturen sowie Fertigungs-, Service- und Betriebssichten – nicht als isolierte Artefakte, sondern als miteinander verknüpfte Perspektiven auf dasselbe Produkt.





Auch für den Digital Twin gilt:
Daten werden erst durch Struktur
entscheidungsfähig.

Bild: © Gorodenkoff/stock.adobe.com

Strukturelemente sind mehr als Bauteile

Ein zentrales Missverständnis besteht darin, Strukturen ausschließlich mit physischen Bauteilen gleichzusetzen. Tatsächlich repräsentieren Strukturelemente allgemeine Konfigurationselemente mit eindeutiger Identität, Version, Status und klar definierter Bedeutung. Erst verbindliche Regeln darüber, was ein Element ist und warum es existiert, machen Produktstrukturen belastbar.

Strukturmanagement ist damit keine nachgelagerte Administration, sondern eine methodische Kernkompetenz. Es entscheidet darüber, ob Änderungen beherrschbar bleiben, Wiederverwendung möglich wird und Verantwortung klar zugeordnet werden kann.

Die Produktstruktur als verbindendes Rückgrat

Die zentrale Produktstruktur wird so zum verbindenden Rückgrat der Produktdefinition. Sie beschreibt dabei keine funktionalen Abhängigkeiten im Sinne der Systemarchitektur, sondern die Verwendungs- und Integrationszusammenhänge eines Produkts.

Sie macht transparent, welche Elemente in welchem Kontext eingesetzt werden, welche Komponenten gemeinsam auftreten und welche disziplinübergreifenden Randbedingungen daraus entstehen. Für die Mechanik sind dies beispielsweise Bauraum- und Einbaukontexte, für die Elektronik Platzierung und Schnittstellen, für die Software die Verfügbarkeit von Sensoren, Aktoren und Signalwegen.

Architektur und Produktstruktur erfüllen damit unterschiedliche Aufgaben. Die Architektur beschreibt, wie Funktionen logisch zusammenwirken. Die Produktstruktur beschreibt, wo diese Lösungen konkret im Produkt umgesetzt und verwendet werden. Beide

Ebenen bleiben getrennt, ihre Beziehung wird jedoch explizit und beherrschbar.

Werden stattdessen funktionale, mechanische oder softwareseitige Abhängigkeiten nicht direkt in die Produktstruktur verlagert, verliert sie ihre Stabilität und wird zum Abbild disziplinspezifischer Denkweisen.

Struktur als Voraussetzung für Varianten und Digital Twin

Besonders deutlich wird der strategische Wert dieser Klarheit im Varianten- und Plattformmanagement. Varianten entstehen nicht durch Konfigurationstools, sondern durch konsequente strukturelle Modularisierung. Nur wenn Module, Optionen und Abhängigkeiten eindeutig definiert sind, lassen sich Varianten effizient entwickeln, wiederverwenden und absichern.

Gleiches gilt für den Digital Twin. Daten werden erst durch Struktur entscheidungsfähig. Eine digitale Repräsentation ohne konsistente Produktstruktur bleibt eine lose Sammlung von Informationen ohne belastbaren Kontext.

Fazit: Strukturmanagement ist Führungssache

Strukturmanagement ist kein technisches Detail und kein reines PLM-Thema. Es ist eine Führungsaufgabe. Unternehmen, die die Produktstruktur als zentrales Element der Produktdefinition etablieren, schaffen Klarheit, beherrschen Komplexität und realisieren den strategischen Nutzen digitaler Produktentwicklung. Alle anderen optimieren weiter ihre Tools – und wundern sich, warum die Komplexität trotzdem wächst. « KF

Wolfgang Rüdell ist Principal Business Analyst bei Transition Technologies PSC.

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

DIGITALENGINEERING MAGAZIN

eine Marke vom

**WIN
VERLAG**

„INGENIEURE WERDEN ZU DIGITAL THREAD RANGERN“

PLM ist längst kein Nischenthema mehr. Der Markt wächst, und insbesondere der Mittelstand holt spürbar auf, wie Studien von Bitkom und VDMA belegen. Im Dialog zwischen Hasan Anac, Geschäftsführer von Var Industries, und Andreas Stegmeir, Leiter Technik Team bei Var Industries, wird deutlich, dass erfolgreiche PLM-Einführung weit über die Implementierung eines Software-Tools hinausgeht und eine organisatorische, strukturelle sowie kulturelle Transformation erfordert. Unter dem Leitmotiv „Lernen. Optimieren. Skalieren.“ übernimmt Var Industries dabei die Rolle des Systemarchitekten des digitalen Fadens und verbindet Technologie, Prozesse und Menschen zu einer ganzheitlichen PLM-Landschaft.

■ **ANDREAS STEGMEIR:** Viele Unternehmen versuchen, ihre Entwicklungsprozesse lediglich projektbezogen und operativ zu optimieren – ohne den Blick auf das große Ganze. In Vorgesprächen sind wir oft noch nicht einmal an dem Punkt, an dem klar wird, wie PDM oder PLM helfen kann, die Komplexität unternehmensweit zu reduzieren. Häufig hängt die digitale Produktentstehung an disziplininternen Datenproblemen. Oder wie siehst du das, Hasan?

■ **HASAN ANAC:** Das Tagesgeschäft im Engineering ist meist in Inselstrukturen organisiert. Einfach gesagt: Die Datendurch-

gängigkeit fehlt, der sogenannte rote Faden existiert nicht.

■ **STEGMEIR:** Das zeigt sich darin, dass Informationen aus E-Mail, Excel, CAD und anderen Systemen in separaten Silos liegen. Versionen sind unklar, Änderungen kommen zu spät oder ohne Kontext. Jede Disziplin arbeitet in ihren eigenen Tools, ohne echte Verbindung. Das erfordert Veränderungen in gewohnten Prozessen – und damit auch in der Arbeitsweise.

■ **ANAC:** Genau hier liegt die Herausforderung. Das Tagesgeschäft dominiert, be-

stehende Muster bleiben aus Unsicherheit gegenüber Neuem bestehen. Erste Schritte sind, Workarounds transparent zu machen, Prozesse zu analysieren und manuelle Übergeben durch Standards zu ersetzen. Deshalb ist PLM kein IT-Projekt, sondern ein echtes Business-Projekt.

■ **STEGMEIR:** Der Digital Thread ist das Nervensystem des Unternehmens – oder anders gesagt: das Google Maps der Produktentwicklung. Vorher herrscht eine verteilte Silostruktur, nachher eine durchgängige, verknüpfte Datenkette vom Konzept bis zum Service. Damit zeigt sich, dass die



Bild: Var Industries

Hasan Anac, Geschäftsführer von Var Industries, und Andreas Stegmeir, Leiter Technik Team bei Var Industries:
„PLM ist wie ein gemeinsames Drehbuch.“

MIT PLM-KONFIGURATION DIE KONSTRUKTIONSABTEILUNG ENTLASTEN

„Um im internationalen Wettbewerb zu bestehen, müssen wir mit Funktionalität, Modularität und Qualität punkten und zugleich die Effizienz in unseren Prozessen steigern“, sagt Thomas Hilfiker, verantwortlich für PLM- und CAx-Anwendungen bei der Robatech AG. Mit Unterstützung der Var Group und deren Marke Var Industries automatisiert Robatech die Angebotserstellung für kundenspezifische Sonderanfertigungen. Vertriebsmitarbeiter können Parameter menügeführt eingeben, 3D-Modelle und Dokumente werden automatisch erstellt, klassifiziert und ins PLM-System zurückgespielt – in nur etwa zwei Minuten, ohne dass Entwickler eingreifen müssen. Das Ergebnis: schnellere Angebote, weniger Arbeitsaufwand für Konstrukteure und mehr Freiraum für Innovationen. Die ganze Story lesen Sie auf unserem Online-Portal www.digital-engineering-magazin.de, Suchwort: Robatech.



Grundlage für PLM weniger eine Tool-Frage als eine organisatorische, strukturelle und kulturelle Aufgabe ist.

■ **ANAC:** Produktdaten über den gesamten Lebenszyklus zu beherrschen – das ist der Kern. Das reduziert Suchzeiten, Rückfragen und Versionschaos. Bürokratie verschwindet. Vielleicht kannst du erläutern, wie sich das schrittweise umsetzen lässt.

■ **STEGMEIR:** Mein persönlicher Tipp lautet: Behandle Daten wie Bauteile. Nimmt man das ernst, entstehen klar definierte Eigenschaften, eindeutige Identifikationen und kontrollierte Änderungen – ganz ohne Dateinamen wie „Baugruppe2_v3_neu_vonpeter_final.stp“. Daten werden so von lästigen Dokumenten zu wertvollen Engineering Assets.

■ **ANAC:** Damit verändert sich auch der Mindset. Konstrukteure und Designer arbeiten bewusster im Team, Änderungen werden nachvollziehbar durchgeführt, Versionen als Entwicklungsstände verstanden. Die Zusammenarbeit wird strukturierter, weil alle mit derselben Quelle arbeiten und niemand mehr sucht.

■ **STEGMEIR:** Sobald ein Ingenieur erkennt, dass die Datei zur Instanz des digitalen Bauteils geworden ist, versteht er, dass Daten

Eigenschaften, Abhängigkeiten, Revisionen und Lebenszyklen besitzen. Dann haben auch STEP-Files eine Teilenummer und eine Materialliste.

■ **ANAC:** Ingenieure, Mechanik-Konstrukteure und Elektronik-Designer werden damit zu „Digital Thread Rangern“, die entlang des digitalen Fadens für Ordnung im Informations-Wildwest sorgen. Praxisbeispiele wie bei Robatech zeigen deutlich, welchen Effekt PLM-gestützte Prozessautomatisierung haben kann – etwa bei der Angebotskonstruktion, die durch RuleDesigner die Entwicklungsabteilung spürbar entlastet hat.

■ **STEGMEIR:** Mit Lösungen wie Teamcenter lässt sich ein strategischer Ansatz zur Produktdatenbeherrschung schrittweise definieren. Entscheidend ist, PLM als Kollaborationsplattform zu verstehen und nicht als Kontrollinstrument. Das gilt auch für angrenzende Engineering-Tools, Simulation und ERP. Für mich ist PLM wie ein gemeinsames Drehbuch: Arbeiten alle nach derselben Story, entsteht ein guter Film und jede Wiederholung begeistert.

■ **ANAC:** Und unser Gespräch hier ist der Trailer dazu. « KF

Das Gespräch wurde dokumentiert von Paul Kho, Senior Communications Manager bei Var Industries.

Var Industries fungiert als Übersetzer zwischen Engineering und PLM. Das Unternehmen versteht die Sprache von Konstrukteuren, Fertignern und Elektronikern, kennt die Logik und Grenzen von PLM-Systemen und verbindet beides zu einem funktionierenden digitalen Faden. So entstehen Synergien zwischen Mechanik, Elektrik, Software und Datenmanagement: Daten-Silos werden aufgebrochen, gemeinsame Datenmodelle definiert, Workflows harmonisiert – und Engineering-Teams können PLM als Werkzeug für effizientere Unternehmensprozesse nutzen.

MARKET-PLACE

Anbieter & Dienstleister



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

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

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



Altair spricht beide Sprachen - Engineering und KI.

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

Weitere Informationen erhalten Sie unter: www.altair.de

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



Ihre Spezialisten für Messtechnik und Sensorik

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

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



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

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

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



CAD/CAM-SYSTEM PEPS

- Drahterodieren
- Drehen
- Fräsen
- Laser- und Wasserstrahlschneiden

CAD/CAM-SYSTEM OPTICAM

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

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



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

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

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

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



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

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

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

ECS Engineering Consulting & Solutions GmbH
Ingolstädter Str. 47
92318 Neumarkt
Telefon: +49 9181 4764-0
E-Mail: marketing@ecs-gmbh.de
Internet: www.ecs-gmbh.de



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

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

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

Wir sind und bleiben ganz nah dran. An Ihnen.

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



ESTECO - Ihr starker Partner für SPDM und Design Optimierung.

ESTECO ist unabhängiger Software Anbieter mit Fokus auf:

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

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

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



ANTRIEBSTECHNIK MADE IN KELHEIM

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

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



Die Experten für Ihre 3D-Daten

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

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



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

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



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

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

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

SCHOTT SYSTEME GmbH
Landsberger Str. 8
D-82205 Gilching
Telefon: 089 / 348069
E-Mail: info@schott-systeme.de
WEB: www.schott-systeme.de



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

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

IM NÄCHSTEN HEFT

HANNOVER MESSE 2026 – VORSCHAU

Vom 20. bis 24. April 2026 öffnet die Hannover Messe ihre Pforten: Von Automatisierung und Industriesoftware bis hin zu Robotik, autonomen Systemen und KI zeigen dort internationale Konzerne und mittelständische Technologieführer, wie Produktionsprozesse effizienter, flexibler und wettbewerbsfähiger werden. Das Digital Engineering Magazin berichtet im Vorfeld über die wichtigsten Messetrends.

Bild: Deutsche Messe AG



BRANCHE: MASCHINENBAU (SOFTWARE UND KOMPONENTEN)

Der moderne Maschinenbau lebt vom Zusammenspiel aus Mechanik, Elektronik und Software. In unserem Branchenschwerpunkt Maschinenbau zeigen wir, wie Hersteller und Zulieferer mit intelligenten Komponenten, leistungsfähiger Antriebstechnik und industriellen Softwarelösungen Maschinen effizienter, flexibler und zukunftssicher machen.

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



SMARTE AUTOMATISIERUNG FÜR INDUSTRIE 4.0/5.0

Smarte Automatisierung gilt als zentrale Voraussetzung für Industrie 4.0 und 5.0 und gewinnt weiter an Bedeutung. Der Einsatz von künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen steigert die Effizienz industrieller Prozesse deutlich, etwa durch KI-basierte Bildverarbeitung zur Echtzeit-Qualitätsprüfung. Welche weiteren Trends die smarte Automatisierung prägen und wie sie Konstruktion und Produktentwicklung beeinflussen, erfahren Sie in der nächsten Ausgabe.

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



WEITERE THEMEN IN DER KOMMENDEN AUSGABE:

- Produktkonfiguration und CPQ
- KI-Agenten in der Produktentwicklung
- 3D-Druck und Rapid Prototyping
- Antriebstechnik
- Cloud-Lösungen für Konstrukteure und Produktentwickler
- Multiphysik-Simulation
- PLM-Lösungen

IMPRESSUM

Herausgeber und Geschäftsführer:

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

So erreichen Sie die Redaktion:

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

Mitarbeiter dieser Ausgabe:

Michael Basler, Andrea Blos, Jeroen Buring, Stefan Federer, Dr. Wolfgang Gentzsch, Christoph Hock, Michael Hornung, Paul Kho, Marco Lanfrit, Siegfried Maier, Jörg Niemann, Dr. Phillip Oberdorfer, Daniel Oszczeda, Craig Potter, Björn Riechers, Jens Rollenmüller, Thomas Rönitzsch, Wolfgang Rüdel, Ravi Shankar, Musa Smakaj, Dr. Thomas Tosse

So erreichen Sie die Anzeigenabteilung:

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

Abonnentenservice und Vertrieb

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

Artdirection und Titelgestaltung: Saskia Kölliker Grafik, München

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

Titelbild: Comsol Multiphysics GmbH

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

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

Anschrift Anzeigen, Vertrieb und alle Verantwortlichen:



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

Verlagsleitung:

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

Objektleitung:

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

Zentrale Anlaufstelle für Fragen zur Produktsicherheit

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

Bezugspreise:

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

28. Jahrgang

Erscheinungsweise: achtmal jährlich

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

Copyright © 2026 für alle Beiträge bei der WIN-Verlag GmbH & Co. KG
 Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages vervielfältigt oder verbreitet werden. Unter dieses Verbot fallen insbesondere der Nachdruck, die gewerbliche Vervielfältigung per Kopie, die Aufnahme in elektronische Datenbanken und die Vervielfältigung auf CD-ROM und allen anderen elektronischen Datenträgern.



ISSN 1618-002X, Ausgabe 01/2026
 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, Plastverarbeiter, 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



HANNOVER MESSE 2026

THINK TECH FORWARD

Der globale Treffpunkt für industrielle Transformation – wo Innovation auf Verantwortung trifft, Menschen und Märkte zusammenkommen und die Produktion von morgen gestalten.

20. – 24. April 2026 ■ Hannover, Germany
hannovermesse.de

