

AUTOCAD

Fachmagazin für Konstruktion, Architektur und Planung

MAGAZIN

PNY®

Was die Entwicklung der Smart Factory vorantreibt

KI-Infrastrukturen, Edge-Computing und digitale Zwillinge

PRAXIS

Tipps und Tricks:
Anwender-Know-how
für Konstrukteure

PRODUKTENTWICKLUNG

Wie 3D-Konfiguration und KI-basierte
Modellierung Marketing, Vertrieb und
Planung unterstützen

ANTRIEBSTECHNIK

Digitale Zwillinge und
modellbasierte Entwicklung
steigern die Performance

Additiv X

ADDITIVE FERTIGUNG FÜR SUPPLY CHAIN, PRODUKTION & SERVICE

Jetzt
entdecken!



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

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

Datum: 22. September 2026

Ort: SKZ – Das Kunststoff-Zentrum Würzburg

Mehr Infos & Tickets: www.additivx.de

Ein Event von:

PLAST X
NOW

SKZ

Next Level Maschinenbau: Vernetzt, intelligent und zukunftssicher

Liebe Leser,

nach Jahren mit rückläufiger Produktion und sinkenden Auftragseingängen kämpfen zahllose Unternehmen im Maschinenbau noch immer mit schwacher globaler Nachfrage, geopolitischen Risiken und einer wenig überzeugenden Industriepolitik. Bleibt das Versprechen neuer Technologien und Geschäftsmodelle – und da tut sich unter der Oberfläche einiges. Künstliche Intelligenz steht bei vielen Maschinenbauern ohnehin ganz oben auf der Agenda. Nach den sprachbasierten Modellen, die allmählich an ihre Grenzen stoßen, wächst in Spatial AI gerade eine neue KI-Generation heran, die Maschinen befähigt, ihre Umgebung in 3D zu erfassen, zu verstehen und darin zu navigieren. Hier sprießen zahlreiche deutsche und europäische Start-ups empor, die auf ein starkes industrielles Umfeld treffen, die besten Voraussetzungen also für außergewöhnliche Ideen und Anwendungen.

Doch nicht wenige Industrieunternehmen scheitern bei der Einführung von KI, bevor sie überhaupt von solchen Kombinationen profitieren könnten. Fragmentierte Daten, inkompatible Tools und isolierte Prozessen zwischen Entwicklung, IT und Produktion sind die wichtigsten Gründe. Industrial-Metaverse-Plattformen können hier eine gemeinsame digitale Arbeitsumgebung schaffen, in der Daten, Modelle



Andreas Müller

Chefredakteur

und Projektinformationen zusammenfinden. Wie die funktionieren, erfahren Sie beispielhaft in unserem Schwerpunkt zur Smart Factory auf den Seiten 54 bis 55.

Für eine erfolgreiche Digitalisierung braucht es aber nicht nur Workflows und Plattformen, sondern auch sichere IT-Systeme. Ein Forschungsprojekt entwickelt Technologien wie KI-gestützte Anomalie-Erkennung, gehärtete Plattformen, quantenresistente Kryptografie und eine vertrauenswürdige Software Bill of Materials (SBOM). Mehr dazu lesen Sie auf den Seiten 12 bis 13.

Auch in der Antriebstechnik zahlt sich die digitale Transformation aus: Asynchronmaschinen, eine der am weitesten verbreiteten Arten elektrischer Maschinen, werden bereits in der frühen Entwicklungsphase per virtuellen Prototypen und multiphysikalischer Simulation optimiert, wie unser Beitrag auf den Seiten 14 bis 15 zeigt. Und schließlich führt unser Expertengipfel auf den Seiten 18 bis 23 all diese Fäden zusammen, Simulation, digitale Zwillinge und KI – und wie sie die Antriebstechnik der Zukunft neu definieren werden.

INHALT 2/26

SZENE

06 News & Neue Produkte

BRANCHE: MASCHINENBAU

8 Vom physischen Produkt zum digitalen Service
Daten, Plattformen und KI für den Maschinenbau

Titelstory

10 Wie KI die Smart Factory zum Erfolg führt

Frank Scheufens, PNY Technologies, im Gespräch

12 Der Weg zur selbststeuernden Fabrik

Forschungs KiBSIS: Philipp Zieris, Fraunhofer AISEC im Gespräch

KONSTRUKTIONSBAUTEILE

14 Asynchronmaschinen multiphysikalisch auslegen

Virtuelle Prototypen in frühen Entwicklungsphasen

16 Hallendach optimiert Umschlagprozesse

Ketten-Antriebssysteme

18 Wie Simulation, KI und Software das Engineering verändern

Expertengipfel zu Trends in der Antriebstechnik

PRAXIS

24 Tipps & Tricks

Die AutoCAD-Expertenrunde

28 Kreisförmig statt kreisähnlich

ACM-PL2CIRCLE.LSP

28 Drehen nach Farben

ACM-FARBDREHEN.LSP

29 Inserts importieren

K_INSIMPLSP

29 XDATA-Informationen an Geometrieobjekte hängen

ACM_ED.LSP

30 Sicher ist sicher

ACM-LAYERUNPLOTBAR.LSP

30 2D-Zebrastreifen erzeugen

ZEBRASTREIFEN.LSP

31 Multiples „Etransmiten“ von DWGs

ACMBATCHETRANSMIT.LSP

31 Zufallsbasierte Linienstärken und Transparenzwerte zuweisen

ACM_ZLT.LSP



BRANCHE: MASCHINENBAU: Mit der Vernetzung industrieller Anlagen steigen auch die Anforderungen an IT-Sicherheit. Ein Forschungsprojekt entwickelt Technologien, die Unternehmen dabei unterstützen sollen, Fertigungssysteme besser zu schützen.

Bild: © freepik via Fraunhofer AISEC



KONSTRUKTIONSBAUTEILE: ANTRIEBSTECHNIK Ob drei oder vier Räder, ob Elektrokleinfahrzeug, Leichtmofo-Variante oder Krankenfahrstuhl – Suddy sorgt mit vielseitigen Elektrorollern für Aufsehen. Der gemeinsame Nenner: faltbarkeit – und leistungsfähige Strukturdämpfer.

Bild: Suddy



PNY Technologies Fortschrittliche KI-Lösungen für den Fertigungssektor

Die Fertigungsindustrie durchläuft einen tiefgreifenden Wandel, der maßgeblich durch den Einsatz künstlicher Intelligenz vorangetrieben wird. Der Einsatz neuer Technologien steigert die Effizienz, Präzision und Flexibilität in der Produktion. PNY Technologies nimmt in Zusammenarbeit mit Nvidia eine zentrale Rolle bei dieser Transformation ein und bietet fortschrittliche KI-Lösungen für den Fertigungssektor an.

**PNY ist auf der Hannover Messe 2025:
20. bis 24. April 2026, Halle 14, Stand H40**

PNY TECHNOLOGIES

Schumannstraße 18A
52146 Würselen
Tel: +49-2405 40 848 0
Web: www.pny.eu
E-Mail: sales@pny.eu



KONSTRUKTIONSBAUTEILE

- 32 Aller guten Dinge sind drei
Kompakte Strukturdämpfer von ACE
für hochwertige E-Roller
- 34 Weniger Montageaufwand,
mehr Möglichkeiten
Kupplungskombinationen, die Zeit und Geld sparen
- 36 Von der Komponente bis zur
Komplettlösung
Zahnstangengetriebe und komplexe
Positioniersysteme
- 38 Neue Produkte & News
- 40 Lineartechnik für die Medizin der Zukunft
Hygienische und maßgeschneiderte Lösungen

PRODUKTENTWICKLUNG

- 42 Was für mehr Durchsatz sorgt
3D-Anlagenplanung bei TGW Logistics 4
- 44 Mehrere Schritte auf einmal
Digitalisierung und Automatisierung für alle Aufträge
- 46 Vom Portfolio zum Baukasten
Produktmodellierung mit künstlicher Intelligenz
- 48 Viel mehr als schöne Bilder
Wie 3D-Konfiguration Marketing, Vertrieb und
Planung unterstützt

DIGITALE FABRIK

- 50 Selbst gebaut, sicher betrieben
Low-Code und KI in der vernetzten Produktion
- 52 Zuverlässige und anpassbare
Fertigungslinien
Offenes CC-Link Industrial Ethernet für stabile
Produktionsprozesse
- 54 Wo Entwicklung, IT und Produktion
zusammenwachsen
Jan Berner, EDAG Group, im Gespräch

SERVICE / RUBRIKEN

- 21 LISP-Programme für AutoCAD
- 57 Einkaufsführer
- 60 Applikationsverzeichnis
- 61 Schulungsanbieter
- 62 Impressum / Vorschau

Für Abonnenten: LISP-Programme und Top-Tools für AutoCAD und Inventor finden Sie ab dieser Ausgabe online auf unserer Website. Dazu erhalten Sie ein gesondertes Schreiben.

REDAKTIONELL ERWÄHNT FIRMEN UND ORGANISATIONEN: ACE Stoßdämpfer S. 18, 32-33; CadFem S. 14-15, 19; Camos S. 46-47, CLPA S. 52-53, CustomX S. 44-45, Deloitte S. 7, Delta Electronics S. 20, EDAG S. 54-56, Geos3D S. 7, Groschopp S. 38, Encoway S. 48-49, Fraunhofer AISEC S. 12-13, Heidelberger Druckmaschinen S. 9, HP S. 7, IFS S. 7, Innatera S. 6, Kammerer Gewindetechnik S. 38, KBK S. 34-35, Kollmorgen S. 39, Krauss Maffei S. 8, Leantechnik S. 36-37, Lenze S. 20-21, Mathworks S. 6, Otto Ganter S. 38, Perspectix S. 42-43, ProAlpha S. 50-51, Protolabs S. 7, RUD S. 16-17, Rollon S. 40-41, Rolls Royce S. 8, Siemens Digital Industries S. 9, 21-22; Synapticon S. 22-23, Synopsys S. 6, Trumpf S. 9, Vinci Energies S. 6, Wittenstein S. 23



Bild: Huhtamaki

AUTOMATISIERUNG Das Werk von Huhtamaki in Franeker hat damit begonnen, seine Automatisierungssysteme auf neuere seriellen Netzwerkstandards umzurüsten. Eine offene industrielle Ethernet-Technologie bietet mit Gigabit-Bandbreite höhere Leistung und bessere Diagnosemöglichkeiten.



46

PRODUKTENTWICKLUNG: CPQ UND KONFIGURATION

Die Komplexität aus Excel-Listen, Sonderlösungen und verteiltem Expertenwissen wird schnell zu einem Engpass im Angebotsprozess. Mithilfe von Künstlicher Intelligenz lässt sich hingegen ein klar strukturierter, effizienter Produktbaukasten entwickeln.

Bild: © Gorodenkoff/stock.adobe.com

Neuromorphe Mikrocontroller optimieren



Bild: Innatera

Neuromorphe Mikrocontroller verarbeiten Informationen über Spiking Neural Networks, die die Kommunikation von Neuronen nachahmen.

Innatera nutzt die Technologie von Synopsys, um neuromorphe Mikrocontroller zu designen. Mit dieser Technologie ist energieeffiziente KI für Wearables, Smart-Home-Geräte und

Digital-Twin-Industriesensoren möglich. Innateras Architektur kombiniert Mixed-Signal-Analog-Berechnung, dichte Vernetzung und Low-Voltage-Design. Diese Faktoren machen die Chips hocheffizient, bergen aber Risiken für elektrisches Rauschen und ESD-Empfindlichkeit. Um robuste Performance in komplexen neuromorphen Schaltungen sicherzustellen, setzt Innatera Synopsys PathFinder-SC und Totem ein. Die Tools gewährleisten Power Integrity, steuern Noise Coupling und gewährleisten so auch Zuverlässigkeit. PathFinder-SC simuliert ESD-Ereignisse im großen Maßstab, identifiziert Schwachstellen und

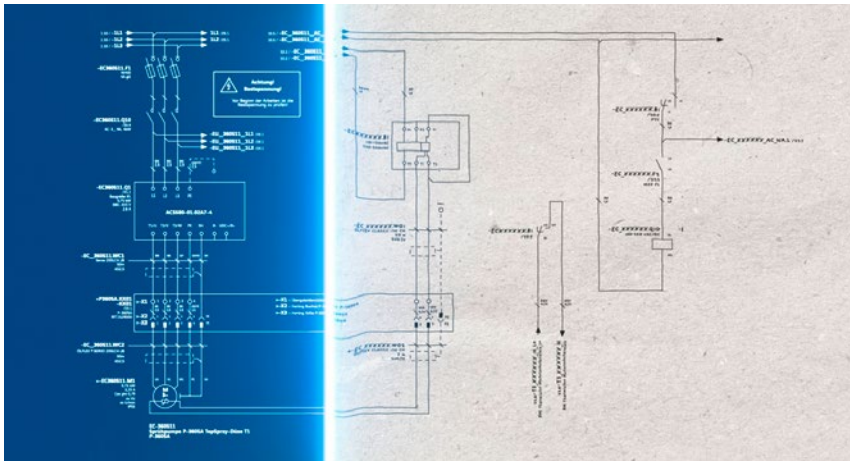
Ursachen, bevor das finale Design in die Fertigung geht. So wird sichergestellt, dass die Chips gegen reale elektrostatische Belastungen optimal geschützt sind. Zusätzlich bietet die Lösung frühzeitige High-Fidelity-Modellierung des Analogverhaltens.

Totem führt detaillierte Power-Integrity-Analysen auf Transistor-Ebene durch und garantiert zuverlässige Stromversorgung sowie Performance für KI-Aufgaben. Durch die Kombination von Totems Modellierung typischer Betriebsbedingungen mit PathFinder-SCs Fähigkeit, ESD-Risiken zu identifizieren, entsteht ein umfassendes Reliability-Tool.

Papierschatpläne schnell und normgerecht digitalisieren

Actemium, die Marke für industrielle Prozesslösungen von Vinci Energies, präsentiert mit Docu2Act eine neuartige Lösung, um Papierschatpläne schnell und normgerecht zu digitalisieren. Die neue Lösung von Actemium richtet sich allem voran an Betreiber von Bestandsanlagen, Planungsbüros und industrielle Instandhaltungsbereiche, die ihre Dokumentation modernisieren und effizienter aufstellen möchten. Docu2Act ermöglicht es, analoge Schaltplanunterlagen durch ein KI-gestütztes Ver-

fahren schnell und normkonform in strukturierte, digitale Zeichnungen zu überführen. Die Lösung erkennt Symbole, Texte und Schaltplanlogiken automatisch und verbindet moderne KI-Algorithmen mit Qualitätssicherung durch Ingenieure von Actemium (Ansatz: Human-in-the-Loop). Konkret werden die eingescannten Papierschatpläne als PDF in die Software hochgeladen, wo die KI sie digitalisiert, bevor sie einer ingenieurgeprüften Qualitätskontrolle unterzogen werden.



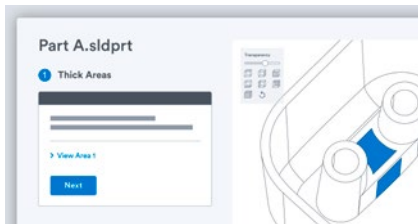
Die Software analysiert die Papierschatpläne und wandelt diese in digitale Informationen um.

Bild: Actemium

Embedded-KI für technische Systeme

MathWorks, Entwickler mathematischer Software für den Entwurf technischer Systeme, tritt der Edge AI Foundation bei, einer Organisation zur Förderung energieeffizienter KI-Technologien für Edge-Geräte. Durch die Zusammenarbeit mit dem globalen Netzwerk der Organisation will MathWorks Ingenieure dabei unterstützen, seine Softwareplattformen Matlab und Simulink zu nutzen, um KI-Modelle zu trainieren, zu integrieren und auf Embedded-Geräten bereitzustellen sowie deren Leistung durch Systemsimulationen zu validieren. „Der Beitritt von MathWorks zur Edge AI Foundation stärkt unsere gemeinsame Mission, Edge-KI zugänglicher zu machen“, sagte Pete Bernard, Executive Director der Edge AI Foundation. „Als anerkannter Marktführer im Bereich Embedded-KI für technische Systeme bringt MathWorks bewährte Fähigkeiten in der Integration von KI-Modellen, der Systemsimulation und der optimierten Codegenerierung mit. Diese Beiträge werden für unsere Community von unschätzbarem Wert sein, während wir gemeinsam daran arbeiten, Fortschritte im Bereich Edge-KI zu beschleunigen.“

Schneller vom Prototypenbau bis zur Produktion



ProDesk ermöglicht KI-gestützte Echtzeit-Angebote unter anderem inklusive Machbarkeitsanalyse (DfM, engl.: Design for Manufacturability).

Bild: Protolabs

Eine neuartige Fertigungsplattform ermöglicht KI-generierte Angebote inklusive fortschrittlicher Machbarkeitsanalyse, nahtloser Plattformnavigation und verbesserter Funktionen für die teamübergreifende Zusammenarbeit.

Der digitale Hersteller Protolabs gibt die Einführung seiner neuen All-in-one-Fertigungsplattform ProDesk bekannt. Die neu eingeführte Online-Umgebung ermöglicht KI-gestützte Echtzeit-Angebote inklusive Machbarkeitsanalyse (DfM, engl.: Design for Manufacturability), nahtlose teamübergrei-

fende Zusammenarbeit und eine Reihe weiterer Werkzeuge, die Prototyping- und Produktionsprojekte unterstützen und damit die Innovationsgeschwindigkeit von Produktentwicklungs- und Beschaffungsteams steigern.

ProDesk bietet eine KI-gestützte DfM-Analyse für Spritzguss-, CNC-Bearbeitungs- und 3D-Druck-Dienstleistungen, um sofortiges Feedback zu Teilen zu erhalten, noch bevor diese in die Produktion gehen. Dabei umfasst die konfigurierbare Plattform auch die Möglichkeit zur Echtzeit-Angebotserstellung für Services und Dienstleistungen wie Materialoptionen, Nachbearbeitungen und Oberflächenbehandlungen. Darüber hinaus können auch Vorlaufzeiten eingestellt werden, sodass Benutzer die Angebote je nach benötigten Durchlaufzeit und Budget anpassen können. Mit dem präzisen Algorithmus zum automatischen Entfernen von Details wie Bohrungen und Taschen sowie der Erzeugung leichter Hüllgeometrien entstehen präzise Modelle.

Industrielle KI-Technologien in der Praxis

Der Bereich industrieller KI-Technologien von IFS wird in der Smart Factory von Deloitte in Düsseldorf präsentiert. In der Anlage kommt IFS.ai für industrielle Anwendungen zum Einsatz, darunter die Lösungen IFS Loops, IFS Copperleaf und POKA. Unternehmen erleben damit live vor Ort, wie sie industrielle KI in der Praxis einsetzen können.

Durch die Präsenz von IFS in der Smart Factory erhalten produzierende Unternehmen einen direkten Einblick, wie industrielle KI einzelne Lösungen zu einem ganzheitlichen Ansatz verbindet und in realistischen Produktionsumgebungen messbaren geschäftlichen Mehrwert schafft.

Die Zusammenarbeit von IFS und Deloitte besteht seit 2024. Die Part-

Automatisiertes Layout von Produktionsstraßen



HP SitePrint kombiniert Druck-Know-how von HP mit Robotern.

Bild: HP

Die Geos3D Geodetic and Industrial Surveying GmbH setzt HP SitePrint ein, um Produktionsflächen zu vermessen und zu drucken. Geos3D arbeitet größtenteils in der Automobilindustrie. Das Unternehmen setzt dafür seit 2025 HP SitePrint ein, um Fertigungsstraßen für den Karosseriebau zu entwickeln. HP SitePrint kombiniert das Druck-Know-how von HP mit Robotertechnologie. Bislang manuelle Prozesse lassen sich so automatisieren. Ein weiteres Leistungsmerkmal: Die zur Vermessung benötigte Zeit reduziert sich enorm. Benötigte Geos3D in der Vergangenheit mehrere Wochen, um Hallen für den Aufbau der Produktionsstraßen zu layouten, reduziert sich dies dank HP SitePrint signifikant. Statt bislang maximal 300 Baupunkten pro Tag lassen sich bis zu 1.500 Punkte setzen. Zudem ist der Einsatz auch deutlich ergonomischer als das manuelle Vermessen der Hallen, um neue Produktionsstraßen zu installieren. Neben Bodpunkten können alphanumerische Informationen und Achsen direkt auf den Boden gedruckt werden. Die erleichtert die spätere Montage und reduziert außerdem mögliche Fehler.

nerschaft soll nun auch in Deutschland weiter intensiviert werden. Der gemeinsame Marktfokus liegt dabei auf den Branchen Manufacturing sowie Energy & Utilities. Mit einer modellhaften Fertigungslinie zeigt die Smart Factory in Düsseldorf, wie die Wertschöpfung im produzierenden Gewerbe umfassend digitalisiert werden kann und neue digitale Ansätze über alle Prozessstufen hinweg ineinandergreifen.



V.l.n.r.: Matthias Heiden (CFO bei IFS), Dr. Niels Sahl (Partner bei Deloitte im Bereich Technology & Transformation), Sebastian Spicker (Managing Director DACH bei IFS)

Bild: IFS

Vom physischen Produkt zum digitalen Service

Jahrzehntelang beruhte das Geschäftsmodell vieler Maschinenhersteller im Kern auf dem Verkauf hochwertiger Maschinen, ergänzt durch Serviceleistungen. Digitalisierung, industrielle Datenplattformen und Softwarefunktionalität bringen nun neue Geschäftsmodelle hervor, die auch die traditionelle Produktentwicklungslogik erweitern. **VON ANDREAS MÜLLER**

Digitalisierung, künstliche Intelligenz und neue datenbasierte Geschäftsmodelle verändern den Maschinenbau grundlegend. Maschinen verwandeln sich in vernetzte Systeme, deren wirtschaftlicher Wert sich zunehmend in digitalen Services, Datenanalysen und langfristigen Leistungsversprechen bemisst. Dieser Beitrag umreißt zentrale Entwicklungen und Geschäftsmodelle und leitet über in weitere Fachbeiträge dieser Ausgabe, die sich mit Themen wie industrielle Sicherheit, Simulation und Engineering-Methoden in der Antriebstechnik beschäftigen.

Nutzung statt Kauf: Equipment-as-a-Service

Statt Maschinen zu verkaufen, stellen Hersteller ihre Anlagen zunehmend als nutzungsbasierte Serviceleistung bereit. Kunden bezahlen etwa pro Betriebsstunde, pro gefertigtem Bauteil oder über ein Subscription-Modell. Für Anwender reduziert sich damit der Investitionsaufwand, da hohe Anfangskosten durch planbare Betriebskosten ersetzt werden. Gleichzeitig übernimmt der Hersteller mehr Verantwortung für Verfügbarkeit, Wartung und

Leistungsfähigkeit der Anlage. Für Maschinenbauer entstehen wiederkehrende Umsätze, und eröffnet sich ein direkter Zugang zu Nutzungsdaten aus realen Produktionsumgebungen.

Vorläufer für leistungs- basierte Geschäftsmodelle

Ein frühes Beispiel stammt aus der Luftfahrtindustrie. Der Triebwerkshersteller Rolls-Royce ermöglicht bereits seit 1962 Betreibern und Fluggesellschaften mit seinem Servicekonzept Power by the Hour, nicht das Triebwerk selbst zu bezahlen, sondern die tatsächlich erbrachte Flugleistung. Um den Viper-Motor des Business-Flugzeugs de Havilland/Hawker Siddeley 125 zu unterstützen, offerierte Rolls Royce einen kompletten Austauschservice für Motoren und Zubehör zu einem festen Preis pro Flugstunde. Der Betreiber zahlte also nur für Motoren, die ihre Leistung tatsächlich erbrachten.

Mittlerweile ermöglichen Sensoren und digitale Analysen eine kontinuierliche Überwachung der Triebwerke. Wartung und Verfügbarkeitsgarantien übernimmt auch hier der Hersteller. Das Modell gilt heute als Pionier für performancebasierte Geschäftsmodelle in der Industrie.



Traditionelle Finanzierungsmodelle sind mit festen Raten nicht darauf ausgelegt, sich an die tatsächliche Nutzung der Maschine anzupassen. Genau das ermöglicht das Finanzierungsmodell FlexPay von KraussMaffei.

Pay-per-Use im Kunststoffmaschinenbau

Auch die Maschinenbauer haben derartige Ansätze entwickelt. Ein Beispiel ist das Modell FlexPay des Maschinenbauers KraussMaffei. Dabei wird die klassische Investition in eine Spritzgießmaschine durch ein nutzungsabhängiges Bezahlmodell ergänzt.

Kunden zahlen abhängig von der tatsächlichen Nutzung der Anlage. Grundlage sind digitale Betriebsdaten, die direkt aus der Maschinensteuerung erfasst werden, etwa Produktionszeit oder Auslastung. Besonders bei hohen Investitionskosten und schwankender Auslastung kann ein solcher Ansatz wirtschaftliche Vorteile für Hersteller und Anwender bieten. Um solche Modelle umzusetzen, braucht es jedoch eine leistungsfähige digitale Infrastruktur, die Maschinendaten sicher erfassen, übertragen und auswerten kann.

Equipment-as-a-Service für Druckmaschinen

Auch im Druckmaschinenbau sind nutzungsbasierte Geschäftsmodelle entstanden. Der Hersteller Heidelberg Druckmaschinen AG bietet mit seinem Subskriptionsmodell eine Form von „Printing-as-a-Service“ an. Kunden erwerben dabei nicht mehr nur die Druckmaschine selbst, sondern bezahlen auf Basis der tatsächlich produzierten Druckbögen.

Die Maschinen sind digital vernetzt und liefern kontinuierlich Produktionsdaten an die Plattform des Herstellers. Dadurch lassen sich Verbrauchsmaterialien, Wartung und Service eng mit der tatsächlichen Nutzung der Anlage koppeln. Für Druckereien reduziert sich der Investitionsbedarf, während der Hersteller langfristige, datenbasierte Kundenbeziehungen aufbauen kann.

Künstliche Intelligenz

Ein weiterer Trend im Maschinenbau ist der Einsatz künstlicher Intelligenz. Industrielle Anlagen erzeugen große Mengen an Betriebsdaten, deren Analyse mit klassischen Methoden schnell an Grenzen stößt. KI-Modelle können Muster erkennen, etwa zur Vorhersage von Komponentenausfällen oder zur Optimierung von Prozessparametern.



Subscription bei Heidelberg Druckmaschinen: Der Preis pro gedrucktem Bogen steht im Mittelpunkt.

Für den Einsatz solcher Technologien steht die Zusammenarbeit zwischen Siemens und Trumpf. Die Partnerschaft kombiniert das digitale Portfolio Siemens Xcelerator mit der Maschinen- und Softwarekompetenz von Trumpf, um KI-fähige Fertigungssysteme schneller in die industrielle Praxis zu bringen. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf offenen und interoperablen Schnittstellen, die eine engere Integration von Informationstechnologie (IT) und Produktionssystemen (Operational Technology, OT) ermöglichen.

Durch standardisierte Schnittstellen und modulare Systemarchitekturen sollen Fertigungsanlagen, Automatisierungssysteme und Unternehmenssoftware nahtlos miteinander vernetzt werden. Ziel ist es, die Grundlage für datengetriebene Produktionsprozesse und KI-basierte Anwendungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu schaffen – von der Maschinensteuerung über Motion-Control-Anwendungen bis hin zu übergeordneten Produktionsplattformen.

Solche Ansätze sollen Unternehmen helfen, Engineering-Aufwände zu reduzieren, Produktionsprozesse flexibler zu gestalten und neue KI-Anwendungen schneller in die Fertigung zu integrieren.

Auch in der Qualitätssicherung gewinnt KI an Bedeutung, etwa bei der visuellen Prüfung von Bauteilen. Andererseits kann sie auch die Sicherheit industrieller Systeme gewährleisten helfen. Ein Interview mit Philipp Zieris vom Fraunhofer AISEC zu entsprechenden Forschungsansätzen finden Sie auf den Seiten 12–13.

Neue Anforderungen

Damit verändert sich auch die Arbeit von Konstrukteuren und Entwicklungsingenie-

niere. Maschinen müssen bereits in der Entwicklungsphase so ausgelegt werden, dass Sensorik, Diagnosesysteme und digitale Schnittstellen relevante Betriebsdaten liefern können.

Simulation, digitale Zwillinge und modellbasierte Methoden machen komplexe Zusammenhänge zwischen Mechanik, Elektronik und Software frühzeitig sichtbar. Gleichzeitig arbeiten Konstrukteure heute enger mit Softwareentwicklern, Automatisierungsspezialisten und Datenanalysten zusammen. Mechanik, Elektronik und Software verschmelzen zu integrierten mechatronischen Systemen.

Welche zentrale Rolle Vernetzung, Automatisierung und künstliche Intelligenz für die zukünftige Produktentwicklung antriebstechnischer Lösungen spielen, diskutieren sieben Branchenvertreter im Expertengespräch „Wie Simulation, KI und Software das Engineering verändern“ in dieser Ausgabe auf den Seiten 18–23. ◀

Bild: Heidelberg Druckmaschinen AG

**VISION
ERFÜLLT**

Sondergetriebe auf höchstem technischen Niveau für effiziente und innovative Lösungen von Morgen.

GSC Schwörer GmbH
D-79871 Eisenbach

INDIVIDUALITÄT
PRÄZISION
QUALITÄT

www.gsc-schwoerer.de

Wie KI die Smart Factory zum Erfolg führt

Künstliche Intelligenz entwickelt sich zu einem zentralen Baustein moderner Produktionsumgebungen. Im Gespräch erklärt Frank Scheufens, Product Manager Professional Visualization EMEA bei PNY Technologies, wie KI-Infrastrukturen, Edge-Computing und digitale Zwillinge den Weg zur Smart Factory ebnen – und wie Unternehmen ihre AI-Projekte erfolgreich an den Start bringen.

Autocad Magazin: Welche zentralen Herausforderungen sehen Sie aktuell in der Fertigungsindustrie?

Frank Scheufens: Aktuelle Fertigungsumgebungen sind geprägt von Fachkräftemangel, komplexen Anlagen und volatiler Nachfrage. KI-Systeme, die auf GPUs laufen, können hier gleich mehrere Engpässe auflösen: Sie unterstützen Bediener durch intelligente Assistenz, übernehmen visuelle Inspektionen und lernen neue

Produktvarianten schnell an. Gleichzeitig erlaubt GPU beschleunigte Analytik die Auswertung riesiger Datenströme aus Maschinen und Lieferketten nahezu in Echtzeit. So werden Ausfälle prognostiziert und vermeidbar, Materialflüsse stabiler und Produktionspläne zuverlässiger. Unternehmen können so Flexibilität und Produktivität steigern, ohne Sicherheit oder Qualität zu kompromittieren – ein Vorteil im internationalen Wettbewerb.

Wie definieren Sie „Smart Factory“ im Kontext von KI und Deep Learning – und welche Technologien stehen im Zentrum?

Frank Scheufens: Im Kontext von KI ist eine Smart Factory eine Produktionsumgebung, in der Entscheidungen datenbasiert und weitgehend autonom getroffen werden. Deep-Learning-Modelle verknüpfen Sensordaten, Maschinensignale und Bildinformationen, um Anomalien zu erkennen und Prozesse in Echtzeit zu regeln. Zentrale Bausteine sind vernetzte IIoT-Geräte, digitale Zwillinge sowie GPU-gestützte Edge- und Cloud-Systeme. Dadurch erhöht die Fabrik kontinuierlich ihre Effizienz, Qualität und Reaktionsfähigkeit.

Wo sehen Sie die größten Hürden bei der Implementierung von KI-Systemen in bestehenden Fertigungsprozessen?

Frank Scheufens: Ein zentrales Hindernis ist die mangelnde Datenbasis: Historische Daten sind unstrukturiert, nicht gelabelt oder gar nicht vorhanden. Bestehende Automatisierungstechnik ist oft nicht für kontinuierliches Datenstreaming und KI-Inferenz ausgelegt. Gleichzeitig kollo-



Mit Omniverse-basierten digitalen Zwillingen lassen sich ganze Werke vorab virtuell planen.

dieren Anforderungen an Cybersecurity und Echtzeitfähigkeit mit Cloud-basierten Ansätzen. Budget- und Skill-Lücken, etwa bei MLOps, erschweren den Übergang von PoCs zu stabilen Produktionssystemen. Und oft fehlen klare ROI-Nachweise und skalierbare Betriebsmodelle, sodass KI-Projekte oft in der Pilotphase verharren.

Welche Rolle spielt Edge-AI – und wie unterscheiden sich die Anforderungen gegenüber dem Rechenzentrum?

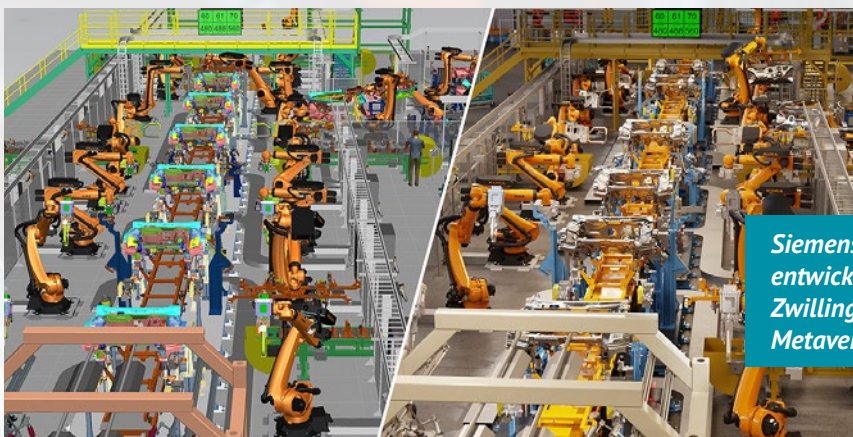
Frank Scheufens: Die Rolle von Edge-AI besteht darin, Entscheidungen unmittelbar im Prozess zu treffen, ohne Umweg über das Rechenzentrum. So bleiben Daten lokal, Latenz und Bandbreite werden minimiert, was auch für sicherheitskritische Anwendungen entscheidend ist. Im Vergleich dazu kann das Rechenzentrum komplexere Modelle trainieren und große Datenmengen aggregiert auswerten. Edge-Systeme müssen jedoch leichter administrierbar, widerstandsfähig und oft autonom lauffähig sein.

Wo haben Nvidia-Technologien die Effizienz oder Qualität gesteigert?

Frank Scheufens: Nvidia-Plattformen kommen vor allem in der visuellen Qualitätskontrolle, der Fabriksimulation und bei Assistenzsystemen zum Einsatz. Pegatron berichtet von massiv gesteigerter Inspektionsgenauigkeit, geringeren Nacharbeitungsquoten und einer schnelleren Einführung neuer Produktvarianten, seit Metropolis-basierte Lösungen im Einsatz sind. Foxconn wiederum nutzt Omniverse-basierte digitale Zwillinge, um ganze Werke virtuell zu planen und die Anlaufzeit neuer Fabriken um bis zu 40 Prozent zu verkürzen.

Wie unterstützen PNY und Nvidia Unternehmen beim Aufbau einer skalierbaren KI Infrastruktur?

Frank Scheufens: PNY spezialisiert sich auf Nvidia-basierte Lösungen für skalierbare AI: DGX-Plattformen für Rechenzentren, Edge-Lösungen für den Shopfloor und GPUs für den Einsatz in Workstations, inklusive Netzwerk-Speicher-Lösungen. Nvidia liefert den AI-Enterprise-Stack (NIM, NeMo). Die Partnerschaft reduziert Komplexität durch Referenzdesigns, sowie schnelle Lieferung und Support, sodass Unternehmen ihre Dateninfrastruktur erweitern und KI-Modelle effizient deployen können – ideal für Smart Factories.



Siemens und Nvidia entwickeln digitale Zwillinge für das Metaverse.

Welche strategischen Partnerschaften und Ökosysteme gibt es dafür?

Frank Scheufens: PNY pflegt strategische Partnerschaften vor allem mit Nvidia als Kernpartner für GPUs, Netzwerk und KI-Lösungen. Weitere Kooperationen umfassen zum Beispiel Canonical für Ubuntu-basierte AI-Server. VAST/NetApp/

Wie adressieren Sie Sicherheit und Zuverlässigkeit in KI-Produktionsumgebungen?

Frank Scheufens: PNY verfolgt einen „Safety by Design“-Ansatz: Daten werden geschützt, Zonen getrennt und KI-Entscheidungen nachvollziehbar gestaltet. Für die Absicherung der Mensch-Maschine-Kooperation bietet PNY Nvidia IGX Thor



„Ein zentraler Trend ist die Verlagerung von ‚starrer‘ Automatisierung hin zu lernfähigen Robotersystemen, die aus Daten und Simulationen kontinuierlich besser werden.“ Frank Scheufens

DDN/ PEAK:AIO für Hochleistungs-Speicherlösungen (AI-Data-Lakes, Scale-out Storage) oder Vertiv für KI-Infrastruktur (Strom/Kühlung) und weitere. Diese Partnerschaften stärken das Ökosystem für Reseller, Systemintegratoren und ISVs. PNY ist mittlerweile ein Multi-Solution-Provider mit Fokus auf AI Infrastructure, vGPUs und Data Center.

Welche Trends in KI-gestützter Automatisierung und Robotik sehen Sie in den nächsten drei bis fünf Jahren?

Frank Scheufens: Ein zentraler Trend ist die Verlagerung von ‚starrer‘ Automatisierung hin zu lernfähigen Robotersystemen, die aus Daten und Simulationen kontinuierlich besser werden. Kollaborative Roboter wachsen stark, da sie Fachkräfte entlasten und sich schneller auf neue Produkte umstellen lassen. KI-Modelle für Vision, Greifen und Bahnplanung laufen dabei zunehmend auf Edge-GPUs nahe der Zelle. Ergänzt wird dies durch digitale Zwillinge, in denen Layouts, Programme und Energieeffizienz vorab virtuell optimiert werden.

als Industrial-Grade Plattform für Safety-KI-Agenten, die Kameras, LiDAR und andere Sensoren fusionieren, um Menschen zu erkennen und Roboterbewegungen sicher anzupassen. So lassen sich produktive, aber dennoch sichere kollaborative Zellen und Smart-Factory-Umgebungen realisieren.

Welche Best Practices empfehlen Sie Unternehmen, die ihre erste AI Smart Factory-Initiative starten wollen?

Frank Scheufens: Es empfiehlt sich, AI-Smart-Factory-Initiativen mit klaren Zielen und wenigen, hochrelevanten Use Cases zu starten – etwa visuelle Qualitätskontrolle oder Predictive Maintenance. Parallel sollte die Datenbasis geprüft, die OT/IT-Architektur bewertet und früh ein skalierbares Fundament wie PNY AI Factory mit Nvidia-Technologien gelegt werden. Wichtig sind zudem Change-Management, Schulungen und ein iteratives Vorgehen: vom Pilotprojekt mit klaren KPIs hin zum Roll-out über mehrere Linien und Werke.

anm ◀

KiBSIS entwickelt vollautomatische KI-gestützte Sicherheitsquittierung für Werkzeugmaschinen.

Der Weg zur selbststeuernden Fabrik

Das Forschungsprojekt „KI-basierte Sicherheit für Industrie-Systeme (KiBSIS)“ entwickelt Technologien, die Unternehmen helfen sollen, Sicherheitsrisiken zu minimieren. Was sich dahinter verbirgt, erläutert Dipl.-Inf. Philipp Zieris vom Fraunhofer-Institut für Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC.

Mit der zunehmenden Digitalisierung und Vernetzung industrieller Anlagen entstehen neue Möglichkeiten für automatisierte Produktionsprozesse, gleichzeitig steigen jedoch auch die Anforderungen an IT-Sicherheit. Das Forschungsprojekt „KI-basierte Sicherheit für Industrie-Systeme (KiBSIS)“ entwickelt Technologien, die Unternehmen dabei unterstützen sollen, diese Systeme besser zu schützen.

Zu den zentralen Ansätzen des Projekts zählen eine KI-gestützte Anomalieerkennung zur Identifikation von Cyberangriffen, eine gehärtete Plattform für sichere KI-Anwendungen, quantenresistente Kryptografie mit Secure Elements sowie eine vertrauenswürdige Software Bill of Materials (SBOM) für Industrieprodukte.

Ein Beispiel für den praktischen Einsatz ist die automatische, KI-gestützte Sicherheitsquittierung von Werkzeug-

maschinen. Nach einem Sicherheitsstopp überprüft das System selbstständig, ob der Gefahrenbereich frei ist, und ermöglicht anschließend einen automatischen Neustart der Maschine.

Autocad Magazin: Warum ist eine vollautomatische KI-gestützte Sicherheitsquittierung für Werkzeugmaschinen notwendig?

Philipp Zieris: Es gibt mehrere Gründe. Der wichtigste Faktor ist zunächst einmal Effizienz beziehungsweise die Kosten. Wenn eine Maschine heute in einen Not-Aus geht – zum Beispiel, weil eine Lichtschranke ausgelöst wurde –, muss normalerweise ein Mitarbeiter zur Maschine gehen und überprüfen, was passiert ist. Erst danach kann die Maschine wieder quitiert werden und weiterlaufen. Wenn dieser Schritt automatisiert wird, kann die Maschine schneller wieder starten und Stillstandzeiten werden reduziert.

Ein zweiter Faktor sind neue Geschäftsmodelle. Viele Maschinenhersteller verkaufen ihre Anlagen heute nicht mehr nur, sondern betreiben sie zunehmend selbst beim Kunden. Die Maschine steht dann zwar in einer Fabrik irgendwo auf der Welt, wird aber weiterhin vom Hersteller betrieben. In solchen Szenarien ist es besonders interessant, wenn möglichst viele Prozesse automatisiert ablaufen können – perspektivisch sogar ohne Personal vor Ort.

Ein dritter Aspekt ist langfristig auch die Sicherheit im Sinne des Personenschutzes. Eine KI kann Situationen sehr schnell auswerten und wird nicht müde oder unaufmerksam. Dafür müssen solche Systeme zunächst jedoch erst zuverlässig genug für den industriellen Alltag werden.

Woher stammen die Daten, mit denen die KI trainiert wird?

Philipp Zieris: Die Trainingsdaten sollen direkt aus der Praxis kommen. Im Projekt arbeitet ein Werkzeugmaschinenhersteller mit, der eine konkrete Maschine ausgewählt hat, an der entsprechende Daten aufgezeichnet werden.

Diese Maschine läuft im normalen Produktionsbetrieb. Dabei werden beispielsweise Videodaten aus dem Arbeitsbereich der Maschine aufgezeichnet. Ziel ist es, den realen Betrieb möglichst vollständig abzubilden und daraus Trainingsdaten für die KI zu gewinnen.

Der Ansatz besteht also darin, den Videofeed der Maschine über längere Zeit mitzuschneiden und anschließend auszuwerten. Damit lassen sich KI-Modelle trainieren und später auch testen.

Wie funktioniert der Prozess der KI-gestützten Sicherheitsquittierung in technischer Hinsicht?

Philipp Zieris: Grundsätzlich bleibt die bestehende Sicherheitsarchitektur der Maschine erhalten. Eine Werkzeugmaschine besitzt normalerweise einen Sicherheitsbereich, der durch Lichtschranken abgesichert ist. Wenn jemand diesen Bereich betritt oder ein Objekt die Lichtschranke unterbricht, schaltet die Maschine automatisch auf Not-Aus. Im klassischen Fall muss anschließend ein Bediener vor Ort überprüfen, ob der Bereich wieder frei ist. Erst dann kann die Maschine wieder gestartet werden.

Im Projekt wird diese Architektur um zusätzliche Kameras erweitert, die den gesamten Sicherheitsbereich überwachen. Die Kameras liefern einen Videofeed an ein KI-System, das mit mehreren Komponenten vernetzt ist: mit den Kameras, mit den Lichtschranken und mit der Sicherheitssteuerung der Maschine.

Wenn ein Not-Aus ausgelöst wird, erhält das KI-System dieses Signal und analysiert die Kamerabilder. Es prüft, ob sich noch Personen oder Gegenstände im Gefahrenbereich befinden. Erkennt die KI, dass der Bereich frei ist, kann sie über eine Schnittstelle ein Signal an die Sicherheitssteuerung senden, sodass die Maschine wieder anlaufen darf.

Eine wichtige Frage im Projekt ist dabei, wo das KI-System laufen soll – direkt an der Maschine, auf einem Edge-System oder in einer Cloud-Infrastruktur. Gerade Videodaten erzeugen relativ große Datenmengen, weshalb Rechenleistung

und Netzwerkanbindung eine wichtige Rolle spielen.

Welche technischen Standards und Sicherheitsmechanismen spielen dabei eine Rolle?

Philipp Zieris: Das Projekt baut teilweise auf einem früheren Forschungsvorhaben zur quantenresistenten Kommunikation in Smart Factories auf. Dort ging es unter anderem um die Entwicklung von Vertrauensankern, die auch in maschinennahen Geräten eingesetzt werden können.

Für die automatisierte Sicherheitsquittierung müssen verschiedene Daten übertragen werden, etwa Videodaten oder Informationen zur Steuerung. Diese Daten müssen authentifiziert sein und verschlüsselt übermittelt werden.

Ein wichtiges Konzept ist außerdem die Krypto-Agilität. Industrieanlagen haben häufig sehr lange Lebenszyklen, oft zehn Jahre oder mehr. Deshalb müssen Systeme so ausgelegt sein, dass sich kryptografische Verfahren später austauschen lassen – zum Beispiel wenn neue Post-Quanten-Verfahren eingesetzt werden sollen. Darüber hinaus spielt die Software Bill of Materials (SBOM) eine wichtige Rolle. Sie dokumentiert, aus welchen Softwarekomponenten ein

muss ein System sehr stabil funktionieren. Man kennt das auch aus anderen Bereichen der KI: Man bekommt manchmal sehr gute Ergebnisse und manchmal weniger gute. In der Produktion ist diese Schwankung jedoch problematisch.

Hinzu kommt der Umgang mit großen Datenmengen. Videodaten erzeugen hohe Datenraten, und wenn diese in eine Cloud übertragen werden sollen, muss auch das Netzwerk der Fabrik entsprechend ausgelegt sein.

Ein weiterer wichtiger Punkt sind Zertifizierungen im Bereich Safety. Systeme, die Einfluss auf den Betrieb von Maschinen haben, müssen strenge Sicherheitsanforderungen erfüllen. Gerade beim Personenschutz sind die Prüfprozesse sehr etabliert und entsprechend aufwendig.

Welche Trends lassen sich daraus für die Industrie ableiten?

Philipp Zieris: Ein wichtiger Trend ist das Modell ‚Maschine als Service‘. Maschinen werden künftig häufiger vom Hersteller betrieben, während Kunden sie eher als Produktionsdienstleistung nutzen.

Wenn Maschinen aus der Ferne überwacht und gesteuert werden können, entstehen auch neue Möglichkeiten für Produktionsstandorte. Produktion kann

„Ein wichtiger Trend ist das Modell ‚Maschine als Service‘. Maschinen werden künftig häufiger vom Hersteller betrieben, während Kunden sie eher als Produktionsdienstleistung nutzen.“ Philipp Zieris, Fraunhofer AISEC



System besteht. Wenn später eine Sicherheitslücke in einer bestimmten Bibliothek bekannt wird, lässt sich schnell nachvollziehen, welche Systeme betroffen sind.

Welche Herausforderungen entstehen bei der Umsetzung?

Philipp Zieris: Ein Teil der Herausforderung liegt gar nicht unbedingt bei der Maschine selbst. Die KI läuft außerhalb der Maschine und kann daher auch zu bestehenden Anlagen hinzugefügt werden. Die Maschinen müssen lediglich entsprechend vorbereitet sein, etwa mit Kameras und Netzwerkanschlüssen. Die größere Herausforderung ist die Zuverlässigkeit der KI. Für industrielle Anwendungen

näher am Absatzmarkt stattfinden, während die technische Betreuung weiterhin zentral organisiert wird.

Technologisch spielt KI dabei eine immer größere Rolle. Das Potenzial ist groß, allerdings ist die Zuverlässigkeit der Systeme derzeit noch eine Herausforderung. Gleichzeitig benötigen leistungsfähige KI-Modelle häufig erhebliche Rechenressourcen.

Wenn es gelingt, diese Modelle effizienter zu machen, könnten KI-Systeme künftig deutlich breiter eingesetzt werden – auch in sicherheitskritischen Bereichen der Industrie. *anm* ◀

Herr Zieris, vielen Dank für das Gespräch.

Asynchronmaschinen multiphysikalisch auslegen

Eigenschaften wie Kosteneffizienz und Robustheit machen Asynchronmaschinen zu einer der am meisten verbreiteten Arten von elektrischen Maschinen. Der Grundstein zur Ausschöpfung ihres Leistungspotenzials wird mit dem virtuellen Prototyp in der frühen Entwicklungsphase per multiphysikalischer Simulation gelegt. **VON PETER DÜCK**

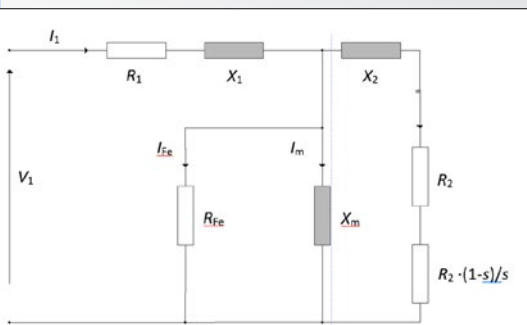


Bild 1: Ersatzschaltbild einer Asynchronmaschine.

Bei elektrischen Maschinen (E-Maschinen) haben sich im Wesentlichen zwei Arten durchgesetzt: Synchronmaschinen und Asynchronmaschinen. Im Gegensatz zu Synchronmaschinen dreht sich der Rotor bei Asynchronmaschinen (ASM) mit einer leicht abweichenden Drehzahl, bezogen auf die Frequenz des Statorfelds.

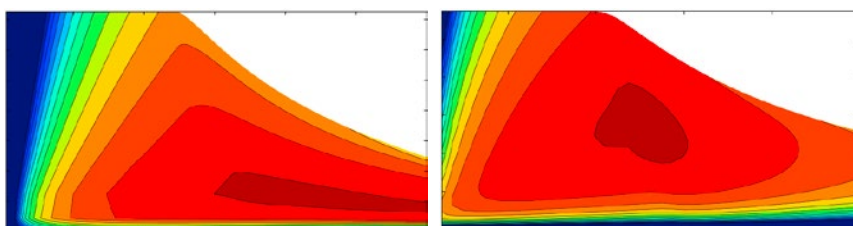


Bild 2: Schematisches Wirkungsgradkennfeld einer ASM (links) und einer Synchronmaschine (rechts).

Dieser Schlupf sorgt für unterschiedliche Betriebseigenschaften und Anwendungsgebiete. ASM werden hauptsächlich als Fahr- und Industrieantriebe eingesetzt. In der E-Mobilität sind beide Maschinenarten als Hauptantriebe vertreten.

Besonderheiten beim Auslegen von Asynchronmaschinen

Aufgrund des Schlupfes erfolgt die Auslegung von ASM nicht wie bei Synchronmaschinen, deren eingeschwungener Zustand über 2D-FEM-Berechnungen und in überschaubaren Rechenzeiten schnell erreicht wird. Eine ASM lebt dagegen von den Wirbelströmen im Rotorkäfig, deren Berechnung zeitaufwändig ist. Die Folge ist, dass der Konstrukteur die ASM idealerweise

- zuerst analytisch auslegt,
- dann die Ergebnisse numerisch verifiziert und

- abschließend physikbedingte Optimierungen vornimmt.

E-Maschinen sollten generell nicht nur rein magnetisch betrachtet werden. Ihre Auslegung erfordert auch einen Blick auf die Drehmomentgleichung, das heißt, das Zusammenwirken der elektrischen Klemmengrößen und der mechanischen Größen, sprich: Drehmoment und Drehzahl.

Wenn die Entwurfsphase einen bestimmten Reifegrad erreicht hat, stellen sich Fragen zu anderen physikalischen Domänen. So erwärmen sich E-Maschinen oft stark, was eine aktive Kühlung notwendig macht. Rotorfestigkeit und Akustik sind ebenfalls relevant.

Mit speziell für die Motorauslegung entwickelten Software-Tools können Ingenieure sämtliche Fragestellungen aus verschiedenen physikalischen Domänen simulativ beantworten. Im Folgenden wird Ansys Motor-CAD verwendet, ein hybrides Tool, das E-Maschinen sowohl umfassend analytisch berechnen als auch den Feinentwurf numerisch – und multiphysikalisch – simulieren kann.

Das Ersatzschaltbild der Asynchronmaschine

Die eigentliche Herausforderung der analytischen Berechnung ist, die vor über 100 Jahren entwickelte Analytik einer ASM so nachzuvollziehen, dass die Berechnung korrekt aufgesetzt und

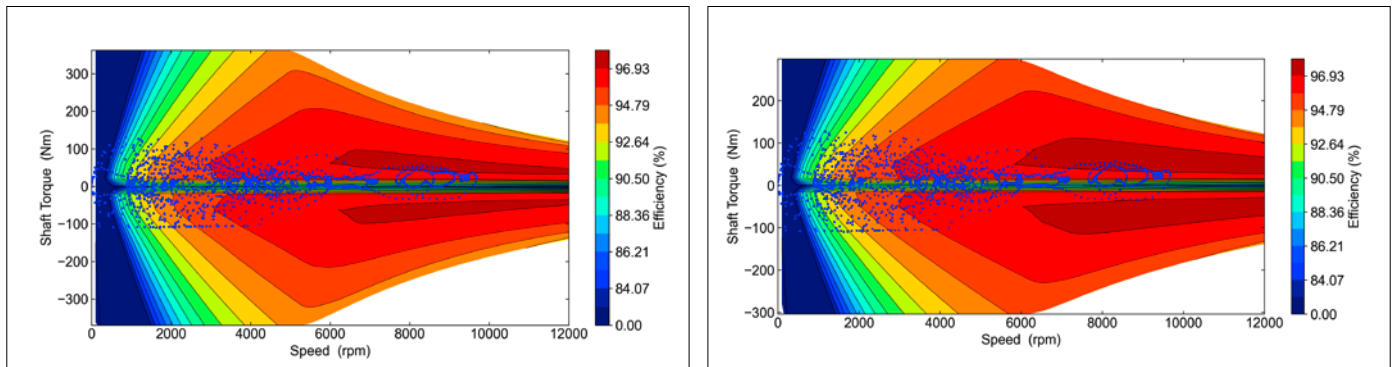


Bild 3: Wirkungsgradkennfeld einer ASM mit unveränderten (links) und reduzierten Statorzähnen (rechts).

deren Ergebnisse interpretiert werden können. Für den analytischen Ansatz wird das sogenannte T-Ersatzschaltbild verwendet: ein elektrisches Netzwerk aus zwei Maschengleichungen und einer Knotengleichung. Damit lassen sich beliebige Arbeitspunkte berechnen.

In der Vergangenheit ging es bei der Auslegung von E-Maschinen vor allem um den so genannten Bemessungspunkt. Das Design hat man so gewählt, dass dort bei der zu erwartenden Belastung das Maximum des Wirkungsgrads erzielt wird. Heute werden E-Maschinen bei unterschiedlichen Drehzahlen genutzt, man denke an E-Autos oder Förderbänder.

Wirkungsgrad und andere Größen

Um die Leistungsfähigkeit der Maschine einzuschätzen, werden Drehmoment-Drehzahl-Kennfelder (M-n-Kennfelder) verwendet, die Ansys Motor-CAD für diverse Maschinenarten berechnet. Ein Vergleich, zum Beispiel zwischen einer ASM und einer Synchronmaschine, zeigt wann welcher Maschinentyp überlegen ist.

Kennfelder numerisch simulieren – Beispiel E-Auto

Nimmt man das Beispiel eines E-Auto Motors, so werden Informationen zu einem Fahrzyklus benötigt, bei dem die Maschine einen möglichst hohen Wirkungsgrad erreichen soll. Eine gängige Grundlage dafür ist der WLTP (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure) Fahrzyklus.

Die Ableitung der Drehmomentanforderung für bestimmte Drehzahlen aus dem Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm und einem Fahrzeugmodell, führt zur

Punktewolke im M-n-Kennfeld in Bild 3. Ziel bei der Auslegung der ASM im variablen Betrieb ist also, den Bereich des höchsten Wirkungsgrads optimal zu platzieren, so dass die meisten Arbeitspunkte des Fahrzyklus darin liegen. Dazu sind viele Iterationen notwendig, die sich mit Ansys Motor-CAD schnell und effizient vornehmen lassen. Dies kann rein magnetisch betrachtet geschehen oder unter Berücksichtigung der Temperaturverteilung der Maschine. Dazu wird für jeden blau markierten Arbeitspunkt im Fahrzyklus ein thermisches Wärmequellennetzwerk in einer schwachen Kopplung mit dem elektromagnetischen Modell mitsimuliert. Damit ergeben sich Aufheizkurven und Aussagen der Art, nach welcher Zeit man beispielsweise eine bestimmte Geschwindigkeit auf der Autobahn nicht mehr halten kann, da Überhitzung droht.

Parallel dazu lässt sich das akustische Verhalten in Form eines Wasserfalldiagramms unter Annahme eines Ringmodells für den Stator untersuchen. Werden dabei kritische Frequenzen mit hohen Amplituden des Schalldruckpegels ermittelt und treten diese dann im Fahrzyklus für längere Zeit auf, liegt möglicherweise ein kritisches Systemverhalten vor, das man noch vor dem Bau von Prototypen mithilfe von Simulationen erkennen und beheben kann.

Wechselwirkungen erfordern multiphysikalischen Ansatz

Im Hinblick auf weitere physikalische Einflussfaktoren ist beispielsweise auch zu berücksichtigen, dass breitere Nuten im Stator zwar einerseits den Einbau von mehr Windungen in der Wicklung ermöglichen, aber andererseits die Statorzähne

schmäler werden und darüber hinaus schneller in Sättigung gehen.

Bild 3 zeigt die Auswirkungen im Kennfeld (links: Original-Geometrie, rechts mit um 30 % schmaleren Statorzähnen). Es ist zu sehen, dass sich der Bereich hoher Wirkungsgrade hin zu betragsmäßig höheren Drehmomenten aufweitet. Dadurch verbessert sich der Wirkungsgrad einiger in blau eingezeichneter Arbeitspunkte des WLTP. Die Tatsache, dass sich dadurch das thermische Verhalten verschlechtert, ist ein Beispiel für die vielen Wechselwirkungen in einem Motor.

Fazit: Der Weg zur fundierten Auslegung einer Asynchronmaschine unter Berücksichtigung aller Parameter führt nur über einen multiphysikalischer Simulationsansatz. *anm* ◀

Der Autor, Peter Dück, ist Berechnungsingenieur bei der Cadfem Germany GmbH

SEMINAR-TIPP: AUSLEGUNG ELEKTRISCHER MASCHINEN MIT ANSYS MOTOR-CAD

Dieses Einsteiger-Seminar und E-Learning vermittelt, wie Motoren und Generatoren mit einfachen Simulationsverfahren schnell und zuverlässig entworfen werden. Es umfasst die Berechnung von Kennlinien, Kennfeldern und Fahrzyklen von Motoren, die Modellierung und Simulation von multiphysikalischen Wechselwirkungen sowie die Entwicklung automatisierter Optimierungsworkflows.

Weitere Informationen:
cadfem.net/em-seminar



Hallendach optimiert Umschlagprozesse

Eine neue Halle im Ennshafen zeichnet sich durch verschiebbare Dachsegmente aus, sodass sich Schüttgüter direkt von oben einlagern lassen. Ein Kettenantrieb bewegt die Dachkonstruktionen vollautomatisch und ermöglicht so einen flexiblen Betrieb der Anlage. **VON SABRINA DEININGER**

Optimierter Umschlag und optimal genutzte Lagerkapazitäten: Das waren die Anforderungen der Danubia Speicherei an eine neue Halle im Hafengelände Enns in Oberösterreich. Die Lösung ist ein verschiebbares Hallendach, das sich individuell verfahren lässt. Die Halle besteht aus drei Lagerkammern, in denen lose Güter wie Futtermittel gelagert werden. Deren Dächer lassen sich unabhängig voneinander vollautomatisch öffnen und schließen.

Möglich macht das ein 2-in-1-Ketten-Antriebssystem.

Verschiebbares Hallendach

Die neue Umschlaghalle der Danubia Speicherei ging 2024 in Betrieb. In der zwölf Meter hohen und 990 Quadratmeter großen Halle werden lose Güter gelagert und umgeschlagen. Sie liegt im Hafengelände Enns (Oberösterreich) direkt am Wasser und an Gleisen. „Es

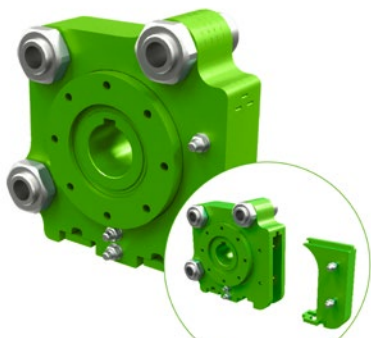
ist einer unserer besten Standorte auf dem ganzen Firmengelände. Klar, dass wir hier auch die bestmögliche Halle realisieren wollten“, erklärt Georg Dobsberger, Geschäftsführer der Danubia Speicherei ges.m.b.h. Das Unternehmen betreibt einen trimodalen Umschlagplatz mit den Verkehrsträgern Schiene, Straße und Wasserstraße.

Der Neubau aus Vollbeton besteht aus drei Lagerkammern mit jeweils 33 Metern Länge und zehn Metern Breite und ist zwölf Meter hoch. Über jeder Box sitzt ein Dach mit einer Größe von 33 × 10 × 3 Metern, das sich per Funkfernsteuerung vollautomatisch öffnen und schließen lässt. Die drei Dächer können unabhängig voneinander bewegt werden, sodass sich die Lagerhalle von oben beladen lässt.

„Wir wollten von Anfang an ein verschiebbares Hallendach. Aufgrund der großen Ausmaße war es allerdings schwierig, Firmen zu finden, die uns hierbei unterstützen konnten“, betont Georg Dobsberger. Unterstützung kam schließlich von einem Spezialisten für Hebeteknik, der die Auslegung der Antriebstechnik sowie Steuerung und Programmierung übernahm und die Gewerke vor Ort koordinierte.

Optimierter Umschlag

Mit dem verschiebbaren Hallendach profitiert die Danubia Speicherei von einem deutlich effizienteren Umschlagprozess. Die losen Güter, die mit dem Schiff im Hafen ankommen, werden per Umschlagbagger direkt von oben in die neue Halle



Bilder: RUD

2-in-1 Antriebssystem: Teodos Pi-Gamma von RUD mit einer flexiblen Kettenumlenkung von 90 bis 180 Grad.



Mittels flexibler Kettenumlenkung eignet sich Teodos Pi-Gamma auch für vertikale oder ansteigende Anwendungen.



Bilder: Danubia Speicher

Bild links: Optimierter Umschlag und optimal genutzte Lagerkapazitäten: die neue Halle der Danubia Speichererei mit verschiebbarem Hallendach. Bild Mitte: Dank verschiebbarem Hallendach sind die drei Lagerkammern der Umschlaghalle von oben per Bagger beladbar. Bild rechts: Die drei Dächer lassen sich vollautomatisch öffnen und schließen und können unabhängig voneinander bewegt werden.

geladen. „Ziel war es, den Umschlag bestmöglich zu verschlanken. Auf unnötige und teilweise störanfällige Förderverbindungen können wir verzichten und haben so unseren Umschlag auf ein neues Level gehoben“, erklärt Dobsberger. Die Schiffe, die im Ennshafen anlegen, haben bis zu 2.000 Tonnen Güter zu entladen. Der Bagger erreicht dabei eine Umschlagleistung von bis zu 1.000 Tonnen pro Stunde. Die Auslagerung erfolgt ebenfalls über Dach per Bagger oder vom Boden aus mit einem Radlader.

Mit einem Fassungsvermögen von rund 3.500 Kubikmetern pro Box hat die Danubia Speichererei ihre Lagerkapazität für lose Schüttgüter deutlich erweitert. In der neuen Halle werden hauptsächlich Futtermittel gelagert und umgeschlagen. „Wir nutzen den Raum der Boxen maximal aus. Bei klassischen Förderanlagen bleiben häufig Schüttkegel des Materials zurück. Durch die kompakte Antriebstechnik gibt es hier keinen limitierenden Faktor“, betont Dobsberger. Pro Lagerkammer sind vier Kettenantriebe am Hallendach installiert, über die sich die Dachsegmente öffnen und schließen lassen. Das 2-in-1-Antriebssystem wurde für horizontale, ansteigende und vertikale Anwendungen entwickelt und verfügt über eine Kettenumlenkung von 90 bis 180 Grad.

Schlankes Antriebssystem

Basis des Systems ist eine Hochleistungs-Rundstahlkette, die über eine Antriebswelle läuft. Dank seiner einfachen Bauweise lässt sich das Antriebssystem leicht montieren und instandhalten. Es gilt als besonders belastbar, langlebig und korrosionsbeständig, und sie eignet sich deshalb besonders gut für den Außeneinsatz. In der Dachkonstruktion jeder Lagerkammer ist eine rund 33 Meter lange Rundstahlkette integriert. Alle zwei Meter wird sie durch Rollen unterstützt, um einen Durchhang zu vermeiden. Beim Umschlag und der Lagerung von Futtermitteln entsteht zudem viel Staub – ein weiterer Grund für den Einsatz der robusten Kettenlösung.

Kompakter Antrieb

Das Antriebssystem ist vergleichsweise kompakt und benötigt wenig Bauraum. Gerade bei beengten Platzverhältnissen kann es seine Stärke ausspielen und mit relativ kleiner Baugröße auch schwere Lasten bewegen – in diesem Fall ganze Hallendächer. Tatsächlich stand bei der neuen Umschlaghalle nur ein begrenzter Bauraum zur Verfügung. Um den Platz in den Boxen optimal zu nutzen, musste die Antriebstechnik möglichst schmal an den

Dachrändern integriert werden. Neben dem begrenzten Platz stellte auch die Höhe der Halle eine Herausforderung dar. Mit zwölf Metern ist sie die höchste Halle auf dem Hafengelände. In dieser Höhe wirkt ein entsprechender Winddruck auf die Dachkonstruktion. Die Dächer und ihre Antriebstechnik sind daher windsicher ausgelegt und können bei Bedarf mechanisch verriegelt werden. Jedes Dach misst 33 x 10 x 3 Meter und wiegt rund 35 Tonnen.

Neben Wind müssen die Dächer auch Regen und Schneelasten standhalten. Für die sichere Lagerung der Güter darf kein Regenwasser in die Boxen eindringen. Gleichzeitig wurde bei der Planung berücksichtigt, dass im Winter zusätzliche Schneelasten auftreten können. Bei starkem Schneefall kann sich das Gewicht eines Daches um bis zu 15 Tonnen erhöhen. Insgesamt müssen die Antriebe daher bis zu rund 50 Tonnen Gesamtgewicht pro Dach horizontal bewegen können.

Vorausschauend geplant

Aktuell betreibt die Danubia Speichererei auf dem Hafengelände elf Umschlag- und Lagerhallen. Die neue Halle mit verschiebbarem Hallendach ist so konzipiert, dass sie künftig erweitert werden kann.

anm ◀



GAIN COLLABORATION ^{PDM}

"Vom ersten Entwurf bis zum finalen Serviceeinsatz. Alle Daten. Alle Prozesse. Ein System."



www.gain.de



Wie Simulation, KI und Software das Engineering verändern

In unserem Expertengespräch diskutieren sieben Branchenvertreter über aktuelle Trends in der Antriebstechnik. Sie erläutern, wie simulationsbasierte Entwicklung, digitale Zwillinge, modellbasierte Methoden und KI die Produktentwicklung unterstützen, mit steigenden Anforderungen und regulatorischem Druck Schritt zu halten.

VON ANDREAS MÜLLER

1. Welche aktuellen technologischen, regulatorischen und wirtschaftlichen Herausforderungen beeinflussen die Produktentwicklung in der Antriebstechnik besonders?
2. Welche Bedeutung haben simulationsbasierte Entwicklungsprozesse und digitale Zwillinge für die virtuelle Absicherung, Funktionsvalidierung und Verkürzung der Entwicklungszyklen?
3. Wie verändern automatisierte Engineering-Workflows und modellbasierte Entwicklungsmethoden die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Mechanik, Elektronik und Software in der Entwicklung intelligenter Antriebssysteme?
4. Wie kann der Einsatz von Künstlicher Intelligenz die Performance und Effizienz neuer Antriebssysteme verbessern?



Bild: ACE-Stoßdämpfer

Dieter Wohlschlegel

Engineering Manager,
ACE Stoßdämpfer GmbH.

1. Die Anforderungen steigen auf allen Ebenen gleichzeitig. Technologisch erwarten unsere Kunden immer kompaktere Dämpfer mit höherer Leistungsdichte – bei gleichzeitig längerer Lebensdauer. Regulatorisch rücken Themen wie RoHS, REACH und die allgemeine Nachhaltigkeitspflicht stärker in den Fokus: Wir müssen Materialien

und Prozesse konsequent hinterfragen. Wirtschaftlich spüren wir den Druck durch kürzere Time-to-Market und globalen Wettbewerb – besonders aus Asien. Das zwingt uns, noch effizienter zu werden, ohne Qualität zu opfern. Das gelingt uns unter anderem durch die Stärkung der Produktion in Europa an neuen Fertigungsstandorten.

2. Eine sehr zentrale. Wir setzen SimulationX ein, um das dynamische Verhalten unserer Dämpfer bereits früh im Entwicklungsprozess virtuell abzusichern. Das bedeutet: weniger physische Prototypen, schnellere Iterationen und eine deutlich bessere Funktionsvalidierung noch vor dem ersten Bauteil. Auf Kundenwunsch stellen wir auch einen Digital Twin des jeweiligen Dämpfers bereit – ein virtuelles Abbild, das sich direkt in die Systemsimulation des Kunden integrieren lässt. Das spart auf beiden Seiten Zeit und erhöht die Entwicklungssicherheit erheblich.

3. Hier sehen wir zunehmend verschwimmende Grenzen zwischen Mechanik, Elektronik und Software. Das gilt gerade bei adaptiven oder sensorintegrierten Dämpferlösungen. Modellbasierte Entwicklung schafft eine gemeinsame Sprache, und alle Disziplinen arbeiten am selben Systemmodell. Dabei sind Änderungen sofort für alle sichtbar und Fehler früher erkennbar. Das reduziert Abstimmungsphasen und fördert interdisziplinäres Denken.

4. KI hilft uns dort, wo es um große Datenmengen und viele Varianten geht. Bei der Auslegung eines Dämpfers gibt es oft hunderte von Parameterkombinationen – KI kann diese viel schneller bewerten als ein Ingenieur per Hand. Auch in der Simulation kommen wir durch KI schneller zu Ergebnissen, weil das System aus früheren



Bild: © DarkinStudio/stock.adobe.com

Berechnungen lernt und nicht jedes Mal von null anfängt. Ein Bereich, der oft unterschätzt wird, ist die Dokumentation. Labor- und Entwicklungsberichte kosten Ingenieure viel Zeit. KI-Tools können Messdaten automatisch auswerten, Ergebnisse strukturiert zusammenfassen und erste Berichtsentwürfe erstellen – der Ingenieur prüft und ergänzt, schreibt aber nicht mehr alles von Grund auf selbst. Das spart spürbar Zeit und hält unsere Entwickler dort, wo sie gebraucht werden: an der eigentlichen Anwendung und deren Technik.

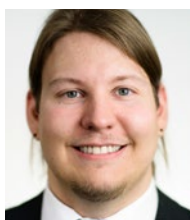


Bild: Cadfem

Philipp Siehr

Simulationsingenieur,
Cadfem Germany GmbH.

1. Nach der Elektrifizierungswelle des vergangenen Jahrzehnts befindet sich die Antriebstechnik in einem tiefgreifenden Wandel. Neben der Frage nach dem passenden Antrieb rückt stärker in den Vordergrund, wie Maschinen intelligent, effizient und nachhaltig bewegt werden können. Trotz neuer technischer Möglichkeiten bleibt die wirtschaftliche Zielgröße ‚Euro‘ das zentrale Entscheidungskriterium – von Material- und Produktionskosten bis zur Energieeffizienz. Gleichzeitig gewinnt die geopolitische Situation zunehmend an Bedeutung: Lieferketten, Antriebe ohne Seltene Erden sowie eine erhöhte Cybersicherheit werden zu zentralen Themen.

2. Simulationsbasierte Entwicklungsprozesse sind heute zentral für die virtuelle Absicherung und die Verkürzung von Entwicklungszyklen. Vom Einzelmodell bis zu multiphysikalischen Gesamtsystemen ermöglichen sie ein frühzeitiges Erkennen von Fehlern und damit effizientere, kostengünstigere Abläufe. Digitale Zwillinge, die kontinuierlich mit Test- und Felddaten gespeist werden, verbessern die Funktionsvalidierung und zeigen Einflüsse wie Materialstreuungen oder Alterung präzise auf. So lassen sich Varianten schneller bewerten, Schnittstellen standardisieren und Entwicklungen automatisiert optimieren. Gleichzeitig schaffen reduzierte Modelle die Basis für einen effizienten Austausch mit Kunden und Lieferanten, während unternehmenskritisches Wissen geschützt bleibt, und eröffnen damit ein neues Geschäftsmodell für digitale Güter.

3. Die Optimierung einzelner Komponenten oder Domänen greift zu kurz – nur die systemweite Betrachtung führt zu einer vollständig abgestimmten Lösung. Automatisierte Workflows und modellbasierte Methoden stärken die interdisziplinäre Zusammenarbeit, da Mechanik, Elektronik und Software über durchgängige Prozesse und Schnittstellen effizienter kooperieren. Automatisierte Routineaufgaben ermöglichen, dass sich Entwickler stärker auf ihre Kernkompetenzen konzentrieren können. Zusätzlich erhöhen nachvollziehbare und konsistente Prozessschritte die Qualitätssicherung über alle Disziplinen hinweg.

4. KI beziehungsweise Maschinelles Lernen (ML) steht in der Entwicklung von Antriebssystemen noch am Anfang, bietet aber große Potenziale: Es entlastet Ingenieure,

Das Systemmodell bildet die Abstrahlleistung über den Hochlauf realitätsnah ab und nutzt dafür reduzierte elektromagnetische und mechanische Modelle.

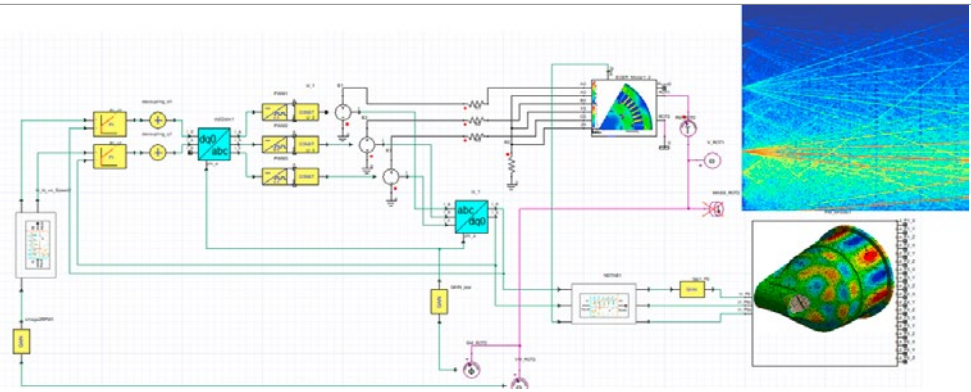


Bild: Cadferm

beschleunigt Arbeitsschritte und überwindet Grenzen klassischer parameterbasierter Optimierungen. ML erkennt Muster und kann so diskrete Änderungen vorhersagen, die sich nur schwer durch kontinuierliche mathematische Modelle erfassen lassen. Perspektivisch können auf ML basierende Modelle ähnlich wie klassisch reduzierte Modelle genutzt werden, und somit auch in Digitalen Zwillingen für Predictive Maintenance eingesetzt werden.



Michael Mayer-Rosa

Director Industrial Automation Division EMEA sowie Head of Intelligent Robot Systems (IRS) bei Delta Electronics.

Bild: Delta Electronics

1. Technologisch verschiebt sich die Antriebstechnik von einer elektromechanischen Disziplin hin zu software- und datengetriebenen Systemarchitekturen. Systemvernetzung, Integration in digitale Produktionsumgebungen sowie höhere Leistungsdichten und kompaktere Bauformen nehmen zu. Regulatorisch verschärfen sich die Rahmenbedingungen durch Effizienzstandards, CO₂-Reduktionsziele sowie strengere Sicherheits- und Cybersecurity-Vorgaben. Das erhöht die Komplexität in der Entwicklung. Wirtschaftlich kommen volatile Lieferketten, steigende Materialkosten und ein intensiver Wettbewerb hinzu, insbesondere durch hochskalierte asiatische Anbieter. Diese Faktoren verstärken den Kosten- und Innovationsdruck und führen zu stärkerer Modularisierung, höherer Standardisierung und kürzeren Innovationszyklen.

2. Simulationsbasierte Entwicklungsprozesse und digitale Zwillinge ermöglichen es, einen großen Teil der Absicherung und Funktionsvalidierung in die virtuelle Entwicklung zu verlagern. Der digitale Zwilling wird dabei zur zentralen Entwicklungsumgebung. Mechanisches Verhalten, thermische Effekte, Regelgüte und elektromagnetische Einflüsse lassen sich frühzeitig virtuell validieren. Ein großer Teil der Absicherung verlagert sich dadurch in frühe Phasen. Entwicklungszeiten verkürzen sich und physische Prototypzyklen werden reduziert. Gleichzeitig steigt die Qualität bei der Erstintegration. Mit hochpräzisen, physikalisch genauen Simulationen in Echtzeit lassen sich reale Bedingungen ab-

bilden sowie Robotersoftware und Verhaltensmodelle vor dem Einsatz testen. Das reduziert Entwicklungsaufwand und Prototypkosten und verkürzt die Markteinführungszeit.

3. Die Zusammenarbeit verändert sich grundlegend, weil Mechanik, Elektronik und Software nicht mehr nacheinander, sondern integriert und parallel arbeiten. Modellbasierte Methoden schaffen dafür gemeinsame Funktionsmodelle als Basis. Diese werden früh definiert, simuliert und teilweise automatisiert in Software überführt. Dadurch entstehen robustere Systemarchitekturen und der Reifegrad steigt bereits vor dem ersten Hardware-Aufbau deutlich.

4. KI ist ein wesentlicher Innovationsbeschleuniger. Sie ermöglicht adaptive Regelstrategien, optimierte Energieprofile und eine intelligente Parametrierung während der Inbetriebnahme. Anomalien können frühzeitig erkannt, Wartungszyklen vorausschauend geplant und Performanceparameter dynamisch angepasst werden. Insbesondere in Robotik-, AMR- und hochflexiblen Produktionsumgebungen entstehen so selbstoptimierende Motion-Systeme, die Effizienz und Präzision steigern.



Daniel Lindemann

Senior Vice President Global Key Account Management, Lenze SE.

Bild: Lenze

1. Die Antriebstechnik erlebt einen tiefgreifenden Wandel. Strengere Energieeffizienzvorgaben, hochintegrierte mechatronische Systeme und der permanente Druck, Produkte schneller zur Marktreife zu bringen, stellen die Branche vor enorme Herausforderungen.

Ein modernes Antriebspaket muss deshalb weit mehr leisten als ‚nur‘ technisch zu überzeugen: Es muss offen, interoperabel und intuitiv nutzbar sein – und sich nahtlos in unterschiedlichste Automatisierungslandschaften einfügen. Genau diese Verbindung aus Leistungsfähigkeit, Flexibilität und radikaler Einfachheit wird heute zum entscheidenden Differenzierungsmerkmal.

2. Simulationsgestützte Entwicklungsmethoden werden dabei zu wichtigen Werkzeugen. Sie ermöglichen eine belastbare virtuelle Absicherung, lange bevor der ers-

te Prototyp entsteht. Varianten, Lastprofile oder das Regelungsverhalten lassen sich realitätsnah vorab testen, damit Fehler minimiert, Entwicklungszyklen verkürzt und die Systemqualität gesteigert wird. Für uns heißt das: Wir gelangen schneller zu konsistenten, robusten und durchdachten Antriebslösungen. Und für den Kunden bedeutet es spürbare Sicherheit und Effizienz im gesamten Engineering-Prozess.

3. Automatisierte Workflows und modellbasierte Methoden verändern parallel die interdisziplinäre Zusammenarbeit. Mechanik, Elektronik und Software arbeiten heute in gemeinsamen, standardisierten Datenräumen. Dadurch steigt die Wiederverwendbarkeit, Schnittstellenrisiken sinken, und die Integration in IT- und Automatisierungssysteme wird deutlich zuverlässiger. Offene Schnittstellen und klare Engineering-Standards sorgen dafür, dass Antriebe schneller in Betrieb genommen, parametrisiert und gewartet werden können. Ein echter Praxisvorteil, der unmittelbar beim Kunden ankommt.

4. Natürlich erschließt künstliche Intelligenz auch neue Potenziale für Performance und Effizienz. KI-basierte Regelungen reagieren adaptiv, verbessern den Energieverbrauch und erhöhen die Anlagenverfügbarkeit. In Kombination mit benutzerfreundlichen Tools wie Lenze FAST oder dem EASY System Designer sowie interoperablen Plattformen entsteht so ein intelligentes, leistungsstarkes Antriebssystem, das sich mühelos in moderne Produktionsumgebungen einbettet.

Die Richtung ist daher klar: Die Zukunft gehört durchgängigen, hochgradig integrierbaren und intuitiv nutzbaren Antriebssystemen. Interoperabilität und Usability werden dabei ebenso wichtig wie technische Exzellenz – und genau auf diese Kombination setzt Lenze den Fokus.



Jens Neuner

Leiter Produktmanagement Drives bei Siemens Digital Industries.

Bild: Siemens

1. Technologisch prägen vor allem zwei Entwicklungen die Antriebstechnik: KI gewinnt an Bedeutung, da Kunden datenbasierte Funktionen wie Zustandsüberwachung und vorausschauende Wartung erwarten, die industri-

1. Welche aktuellen technologischen, regulatorischen und wirtschaftlichen Herausforderungen beeinflussen die Produktentwicklung in der Antriebstechnik besonders?
2. Welche Bedeutung haben simulationsbasierte Entwicklungsprozesse und digitale Zwillinge für die virtuelle Absicherung, Funktionsvalidierung und Verkürzung der Entwicklungszyklen?
3. Wie verändern automatisierte Engineering-Workflows und modellbasierte Entwicklungsmethoden die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Mechanik, Elektronik und Software in der Entwicklung intelligenter Antriebssysteme?
4. Wie kann der Einsatz von Künstlicher Intelligenz die Performance und Effizienz neuer Antriebssysteme verbessern?

etauglich und echtzeitfähig sein müssen. Fortschritte in der Leistungselektronik durch SiC und GaN ermöglichen höhere Effizienz und kompaktere Bauformen.



Sinamics S220 ist ein modulares Antriebssystem, das auf Präzision, Zuverlässigkeit und nahtlose Integration in Automatisierungssysteme ausgelegt ist.

Bild: Siemens

XR EXPO 2026

> 28–29 April 2026, Messe Stuttgart



Messe Stuttgart
Key to Markets



VIRTUAL DIMENSION CENTER



Immersive technology. Empowering business

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

xrexpo.com



1. Welche aktuellen technologischen, regulatorischen und wirtschaftlichen Herausforderungen beeinflussen die Produktentwicklung in der Antriebstechnik besonders?
2. Welche Bedeutung haben simulationsbasierte Entwicklungsprozesse und digitale Zwillinge für die virtuelle Absicherung, Funktionsvalidierung und Verkürzung der Entwicklungszyklen?
3. Wie verändern automatisierte Engineering-Workflows und modellbasierte Entwicklungsmethoden die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Mechanik, Elektronik und Software in der Entwicklung intelligenter Antriebssysteme?
4. Wie kann der Einsatz von Künstlicher Intelligenz die Performance und Effizienz neuer Antriebssysteme verbessern?

Regulatorisch steht der EU Cyber Resilience Act im Fokus, der Cybersicherheit über den gesamten Produktlebenszyklus verschärft. Wir entwickeln Security "by design" und richten unsere Prozesse an IEC 62443 aus. Unsere neue Sinamics-Generation erreicht Security Level Capability 2 nach IEC 62443-4-2.

Wirtschaftlich bestimmen striktes Kostenbewusstsein bei konsequentem Kundenfokus den Erfolg. Entwicklungsentscheidungen priorisieren wir nach messbarem Kundennutzen unter Betrachtung der Gesamtkosten über den Lebenszyklus.

2. Simulationsbasierte Prozesse und digitale Zwillinge sind zentrale Hebel für frühzeitige virtuelle Absicherung und Risikoreduktion. Wir prüfen Systemverhalten bereits in frühen Phasen realitätsnah, vergleichen Varianten schneller und identifizieren Schwachstellen vor Hardwareprototypen.

Das verkürzt Iterationsschleifen, vermeidet späte Designänderungen und beschleunigt die Entwicklung robuster Produkte. Digitale Zwillinge erfüllen hohe Qualitätsansprüche durch reproduzierbare, skalierbare Tests über viele Betriebsfälle.

Gemeinsam mit UL-Solutions nutzen wir digitale Engineering-Daten und virtuelle Validierungen für Zertifizierungsprozesse, um Freigabeverfahren zu modernisieren und beschleunigen – ohne Abstriche bei Sicherheit und Qualität.

3. Automatisierte Workflows und modellbasierte Methoden revolutionieren die interdisziplinäre Zusammenarbeit durch ein zentrales Architekturmodell als "Single Source of Truth", das alle Disziplinen einheitlich informiert.

Informationsflüsse werden vereinfacht, da Schnittstellen und Anforderungen in einer gemeinsamen Datenbasis statt getrennten Tool-Silos gepflegt werden. Das reduziert Missverständnisse und macht Änderungen transparent und konsistent. Der Modellansatz sichert durchgängige Nachvollziehbarkeit von Anforderung bis Umsetzung und ermöglicht saubere Rückverfolgung von Entscheidungen, wodurch die disziplinübergreifende Zusammenarbeit effizienter und robuster wird.

4. KI bietet großes Potenzial zur Performance- und Effizienzsteigerung in Entwicklung und Betrieb. In der Auslegung bewertet KI-Design-Varianten schneller und optimiert gezielt Effizienz, Dynamik und thermische Robustheit, was Entwicklungszeiten verkürzt und bessere Zielkonfliktlösungen ermöglicht. Im Betrieb passen datenbasierte Ansätze Regelungsstrategien adaptiv an Lastprofile und Umgebungsbedingungen an, erhöhen den Wirkungsgrad und verbessern Zustandsüberwachung sowie vorausschauende Wartung. Voraussetzung ist eine belastbare Datenbasis aus Entwicklung, Tests und Feldbetrieb in geeigneter Qualität und Menge, damit KI ihre Optimierungspotenziale zuverlässig heben kann.



Simon Fischinger

CEO bei Synapticon.

Bild: Synapticon

1. Die drei größten Treiber, die wir sehen, sind die neue EU-Maschinenverordnung, der Siegeszug humanoider Roboter und der steigende Druck zur Miniaturisierung.

Die EU-Maschinenverordnung (EU) 2023/1230, die ab Januar 2027 ohne Übergangsfrist gilt, verändert die Anforderungen an Antriebssysteme grundlegend. Cybersecurity wird erstmals zur Kernpflicht, und KI-gestützte Sicherheitsfunktionen müssen nachweisbar und zertifizierbar sein. Wir bei Synapticon verfolgen seit Jahren den Ansatz, zertifizierte funktionale Sicherheit – SIL3 PLe nach IEC 61508 und ISO 13849 – direkt in den Servoantrieb zu integrieren, nicht als externes Modul nachzurüsten. Das wird mit der neuen Verordnung zum klaren Wettbewerbsvorteil.

Technologisch treibt vor allem die humanoide Robotik die Anforderungen in eine neue Dimension: Antriebssysteme mit 50 und mehr Freiheitsgraden, die in Echtzeit koordiniert werden müssen, bei gleichzeitig extremen Anforderungen an Bauraum und Gewicht. Die Zukunft gehört dezentralen, integrierten Antriebskonzepten, bei denen Servoantrieb, Encoder, Bremse und Safety in einem einzigen Gerät vereint sind.

Wirtschaftlich sehen wir, dass Entwicklungszyklen in der Robotik dramatisch kürzer werden. Startups im Bereich Humanoid Robotics erwarten von der ersten Anfrage bis zum funktionierenden Prototyp Wochen, nicht Monate. Wer als Antriebshersteller hier mithalten will, braucht modulare Plattformen und eine softwarezentrierte Architektur.

2. Simulationsbasierte Entwicklung ist für uns kein Zukunftsthema, sondern tägliche Praxis. Unser Motorcortex Motion Suite ermöglicht es, komplette Multi-Achs-Robotersteuerungen virtuell aufzusetzen und zu validieren, bevor die erste Hardware in Betrieb geht. Das verkürzt die Inbetriebnahme erheblich und reduziert kostspielige Iterationen am physischen System.

Wo digitale Zwillinge ihren größten Hebel entfalten, ist die Absicherung von Sicherheitsfunktionen. Wenn ein humanoider Roboter mit zehn und mehr Achsen sicher neben einem Menschen arbeiten soll, können Sie die notwendigen Sicherheitsnachweise nicht allein durch physische Tests erbringen. Unsere Positron Safety AI Plattform nutzt digitale Zwillinge, um sichere Arbeitshüllen, Geschwindigkeitsbegrenzungen und sichere inverse Kinematik für bis zu sieben Freiheitsgrade vorab zu berechnen und zu validieren.

Entscheidend ist dabei, dass der digitale Zwilling nicht isoliert neben der realen Steuerung existiert, sondern nahtlos in den Entwicklungsprozess integriert ist.

3. Das ist der Kern unserer Unternehmensphilosophie. Synapticon ist das einzige Unternehmen, das Servoantriebe nach dem Software-first-Prinzip entwickelt. Das bedeutet: Die Software-Architektur definiert das Produkt, nicht umgekehrt. Mechanik und Elektronik werden um die Software herum optimiert.

In der klassischen Antriebstechnik arbeiten Mechanik, Elektronik und Software oft sequenziell – erst wird der Motor ausgelegt, dann die Leistungselektronik, dann kommt die Firmware. Das führt zu langen Entwicklungszyklen und suboptimalen Kompromissen. Unser Ansatz dreht diese Reihenfolge um: Wir beginnen mit der Steuerungsarchitektur und der Safety-Spezifikation. Daraus leiten sich die Anforderungen an Elektronik und Mechanik ab.

Konkret zeigt sich das in unseren Oblac Drives Tools: Die Inbetriebnahme eines Somanet-Servoantriebs – Motor-Identifikation, Encoder-Kalibrierung, Regler-Tuning – läuft vollständig browserbasiert und weitgehend automatisiert. Die modellprädiktive Regelung, die in allen Somanet-Antrieben arbeitet, ist ein weiteres Beispiel: Der Algorithmus optimiert das Schaltverhalten der Leistungselektronik in Echtzeit.

4. KI in der Antriebstechnik hat zwei grundlegend verschiedene Dimensionen: Performance-Optimierung und Sicherheit. Beide sind relevant, aber die zweite wird die Branche stärker verändern. Auf der Performance-Seite setzen wir modellprädiktive Regelungsverfahren ein, die das Systemverhalten vorausberechnen und den Antrieb in jedem Arbeitspunkt optimal betreiben. Unsere Auto-Tuning-Algorithmen identifizieren die mechanische Strecke automatisch und parametrieren die Regelung ohne manuellen Eingriff.

Die eigentliche Revolution liegt jedoch in der KI-gestützten Sicherheit. Mit unserer Positron Safety AI Plattform verfolgen wir einen Ansatz, der über klassische funktionale Sicherheit hinausgeht: Kamerabasierte Personenerkennung in Echtzeit, sichere 3D-Arbeitshüllen und verhaltensbasierte Sicherheit, die Gefährdungssituationen erkennt, bevor sie eintreten – und nicht erst, wenn ein Lichtvorhang unterbrochen wird.

Entscheidend ist: KI in sicherheitskritischen Antriebssystemen muss zertifizierbar sein. Black-Box-Modelle, die niemand nachvollziehen kann, werden in der industriellen Robotik keine Akzeptanz finden. Der Weg führt über hybride Architekturen, die klassische, deterministische Sicherheitsfunktionen mit KI-Inferenz kombinieren.



Matthias Wahler

Leiter Corporate Foresight, Research & Development der Wittenstein SE.

Bild: Wittenstein SE

1. Nachhaltigkeit ist einer der Faktoren, die aktuell die Produktentwicklung besonders beeinflussen. Es geht dabei aber nicht nur um Energieeffizienz, sondern auch um den Einsatz neuer Werkstoffe, die ohne Umwelt und Gesundheit gefährdende und zum Teil verbotene Stoffe wie PFAS (per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen) oder beschaffungskritische Materialien wie Seltene Erden auskommen und die sich gut recyceln lassen. Ein weiteres Thema ist der Cyber Resilience Act und die damit einhergehenden Prozesse in der Softwareentwicklung, da viele unserer Produkte einen immer höheren Softwareanteil aufweisen und auch Künstliche Intelligenz im Produkt wirksam wird.

2. Modellbasierte Entwicklungsansätze und der Aufbau des Digitalen Zwillings spielen eine wesentliche Rolle. Digitale Zwillinge kommen bereits in der Konzeptphase der Produktentwicklung zur Optimierung des Produktdesigns zum Einsatz. Aber auch später werden durch virtuelle Prototypen Validierungs- und Prüfaufwände sowie die Entwicklungsdauer deutlich reduziert. Auf der Basis von Produktdaten und von Verhaltensmodellen in Bezug auf Energie, Thermik, Schwingungen oder Lebensdauer können bereits in frühen Konzeptphasen neue Qualitätslevel erreicht werden. Dadurch kann man sich bei einer Abnahmeprüfung auf den realen Prüfling beschränken – alle vorherigen Iterationsschleifen erfolgen am virtuellen Prototyp. Dieser Nutzen zeigt sich sowohl in der Komponenten- und Systementwicklung als auch bei deren Integration in die Maschine.

3. In Zukunft werden Produkte und Lösungen verstärkt auch einen Softwareanteil haben, das heißt, es wird immer wichtiger, auch bei den Entwicklungstools eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zu unterstützen. Dies erfordert standardisierte Schnittstellen und einen übergreifenden Digitalen Zwilling. Insbesondere durch den Einsatz von modellbasierten Entwicklungsmethoden und -Tools kann die Entwicklung kundenspezifischer Lösungen schnell und effizient erfolgen und somit die Time-To-Market verkürzt werden. Bei Wittenstein fördern wir die interdisziplinäre Zusammenarbeit über unser Fachexperten-Netzwerk, welches den domänenübergreifenden Austausch sicherstellt. Hier spricht man in der Fachwelt von ‚Advanced System Engineering‘.

4. Beim Einsatz von KI werden zum einen Produkte, die bereits einen Softwareanteil aufweisen, noch intelligenter. Diese Intelligenz kann dann zum Beispiel genutzt werden, um die Effizienz im Betrieb zu optimieren. So können für Antriebssysteme mit Hilfe eines selbstlernenden, adaptiven Verfahrens die Systemverluste minimiert werden. Bei Wittenstein sprechen wir von cybertronischen Produkten und Lösungen. Durch KI-Methoden lassen sich aber auch schon in der Produktentwicklung Materialeinsatz, Wirkungsgrad oder auch Qualität und Performance von Produkten optimieren. *anm* ◀

Tipps & Tricks

Alle Tipps sollen zum selbstverständlichen Umgang mit AutoCAD und seinen vertikalen Lösungen animieren, ihn vor allem erleichtern. Aus den vielen Leserfragen haben wir die zur Veröffentlichung ausgewählt, die allen Anwendern auch einen praktischen Nutzen versprechen. Die Fragen beantwortet unser Experte Wilfried Nelkel.

Bild: NK-Photo, AdobeStock

1 Block wird mehrfach dargestellt

? *Ich habe mir mit AutoCAD 2023 einen Block erstellt, der egal in welchem Maßstab ich das Layout plote, immer die gleiche Größe am Papier hat. Damit erspare ich mir das manuelle Skalieren der Blockdefinitionen vor dem Plotten. Das funktioniert so auch wunderbar, jedoch stört mich, dass beim Anklicken des Blocks, um diesen zum Beispiel zu verschieben, immer alle zugewiesenen Maßstäbe leicht abgeblendet dargestellt werden. Kann man das nicht abstellen?*

Ein Block kann genau wie alle anderen „Beschriftungsobjekte“, etwa Text, Bemaßung, Multiführungslinien usw. als solcher definiert werden. Das haben Sie vermutlich auch gemacht, da sich der Block ansonsten nicht maßstabsgerecht anpassen würde, um immer eine bestimmte Größe am Papier/beim Plotten beizubehalten.

Um die nicht aktiven Maßstäbe beim Verschieben über die Griffe auszublenken, verändern Sie einfach den Wert der Systemvariablen `SELECTIONANNODISPLAY` auf null.

Achtung: Diese Systemvariable wirkt sich auf alle Beschriftungsobjekte aus. Meist ist die Anzeige der nicht aktiven Maßstäbe nervig, vor

allem wenn es um die Bearbeitung von Maßketten geht, in denen sich kleine Maßabstände befinden. Ich persönlich finde die Darstellung der nicht aktiven, aber vorhandenen Beschriftungsmaßstäbe sinnvoll und schalte die Systemvariable „`SELECTIONANNODISPLAY`“ gerade beim Bearbeiten von Bemaßungen gerne auf null.

2 Doppelklick auf Objekte funktioniert nicht mehr

? *Seit kurzer Zeit funktioniert in unserem AutoCAD 2023 die Doppelklickfunktion zum Bearbeiten von Texten nicht mehr. Auch der Doppelklick zum Bearbeiten von Blöcken oder Attributen ist nicht mehr möglich, zumindest passiert nichts mehr. Die Objekte bleiben zwar ausgewählt, aber das war es dann auch. Ich habe in meiner Verzweiflung sogar AutoCAD nochmals neu installiert, jedoch ohne Ergebnis.*

Ich gehe davon aus, dass Ihre Systemvariable `PICKFIRST` den Wert Null hat. Verändern Sie den Wert auf 1 und das Doppelklicken sollte wieder passen. Sie finden `PICKFIRST` auch in den Optionen von AutoCAD. Wählen Sie in der Befehlszeile im Kontextmenü den Eintrag „Optionen“ oder geben Sie ein O

(wie Otto) in der Befehlszeile ein. Dort finden Sie auf der Registerkarte „Auswahl“ den Punkt „Objekt vor Befehl“. Das bedeutet, dass Sie Objekte auswählen können, ohne einen Befehl gestartet zu haben. Wenn Sie dann etwa auf Verschieben klicken, wird die Objektwahl sofort abgeschlossen und AutoCAD for-

dert Sie auf, einen Basispunkt zu wählen usw. Alternativ können Sie überprüfen, ob die Doppelklickbearbeitung überhaupt aktiviert ist. Geben Sie hierzu „`DBLCLKEDIT`“ ein. Sollte sie den Wert „AUS“ haben, verändern Sie den Wert auf „EIN“. Diese beiden Einstellungen sind voneinander unabhängig.

3 Wie finde ich den Speicherort meiner aktuellen Zeichnung?

Seit vielen Jahren haben wir das Problem, beim Öffnen einer Zeichnung immer wieder erneut über den Windows Explorer in diesem Ordner navigieren zu müssen. Wir arbeiten aktuell mit AutoCAD 2021. Es ist sehr umständlich; haben Sie einen Tipp für uns, um schnell und einfach den Dateispeicherort zu öffnen?



Hier lässt sich die Registerkartenanzeige ein- oder ausschalten.

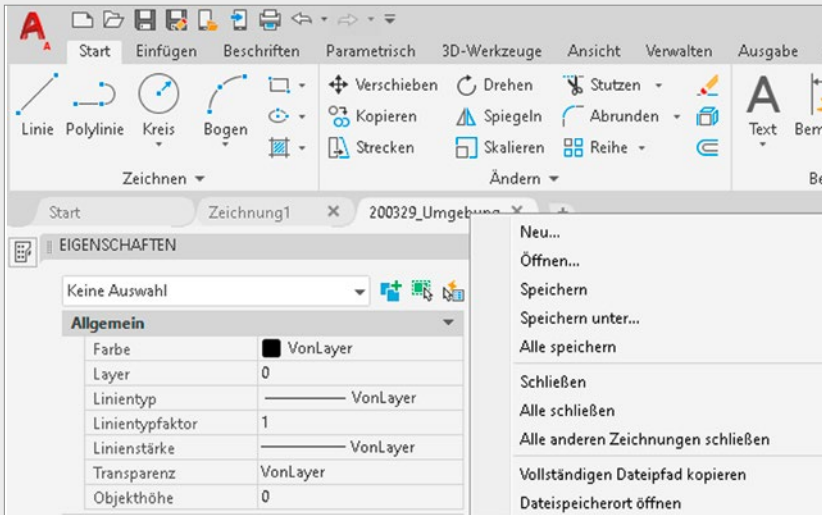


Bild oben: Der Klick auf eine Dateiregisterkarte aktiviert ein Kontextmenü.

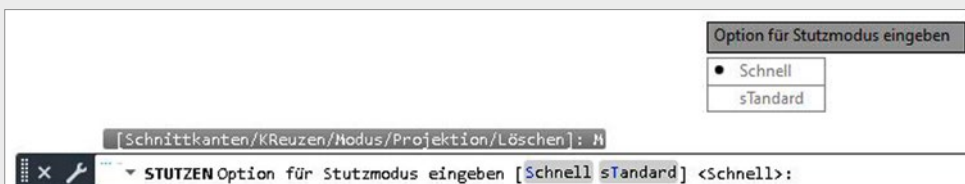
Versuchen Sie mal einen Rechtsklick auf Ihre Dateiregisterkarte in AutoCAD. Hier finden Sie viele nützliche Eintragungen:

- Neue Registerkarte
- Neu
- Öffnen
- Speichern
- Speichern unter
- Alle speichern
- Schließen
- Alle schließen
- Alle bis auf diese Registerkarte schließen
- Vollständigen Dateipfad kopieren
- Dateispeicherort öffnen

Ich persönlich finde diese Auswahl mehr als komfortabel. Leider kommt man von selbst nicht unbedingt darauf, mal auf die neuen Dateiregisterkarten mit der rechten Maustaste zu klicken.

4 Schnellmodus Stutzen und Dehnen

Seit kurzem gibt es in AutoCAD einen so genannten Schnellmodus beim Stutzen und Dehnen. Diesen finden wir nicht so großartig, da wir lieber ganz gezielt unsere Schnitt- und Grenzkanten wählen würden. Gibt es eine Möglichkeit, dieses neue Verhalten der beiden Befehle „abzuschalten“?



Veränderung des Modus direkt im Befehl über die Option „M“.

Ja, das wurde von Autodesk berücksichtigt. Sie haben zwei Möglichkeiten: Entweder wählen Sie nach dem Start einer der beiden Befehle die Option „M“ für „Modus“ und verändern diesen auf den Wert „Standard“. Dann haben Sie die Möglichkeit, in einem ersten Auswahl-

satz zunächst die Schnitt- oder Grenzkanten auszuwählen.

Diese Einstellung wirkt sowohl auf STUTZEN als auch auf DEHNEN. Alternativ können Sie die Systemvariable „TRIMEXTENDMODE“ verändern. Hier gilt, dass der Wert 0 dem Stan-

dard vor AutoCAD 2021 entspricht und der Wert 1 der neue Schnellvorgang ist. Diese Systemvariable wird in der Registry gespeichert und gilt demnach für alle Zeichnungen des jeweiligen Benutzers. Welchen Weg Sie gehen, ist dabei egal.

5 Volumenkörper nach Modifikation verändern

? Wir planen Dachstühle und Überdachungen nur mit AutoCAD. Aktuell benutzen wir die Version 2020. In unserem Büro verwenden wir reine Volumenkörper, die wir durch Extrusion oder sonstige Boolesche Operationen verändern, um den Abbund letztlich visualisieren und bemaßen zu können. Immer wieder kommt es vor, dass gewisse Dinge an einem Volumenkörper verändert werden müssen. Solange es sich um einen AutoCAD-Grundkörper, etwa einen Quader, handelt, ist das kein Problem. Sobald aber Boolesche Operationen an einem Volumenkörper vorgenommen worden sind, kann man die Geometrie nicht mehr verändern. Wir behelfen uns hier meist durch Löschen und Neuzeichnen des Volumenkörpers mit veränderten Maßen. Es stellt sich beispielsweise immer als Problem dar, wenn ein Sparren im Nachhinein verlängert werden muss. Gibt es hier einfachere Methoden?

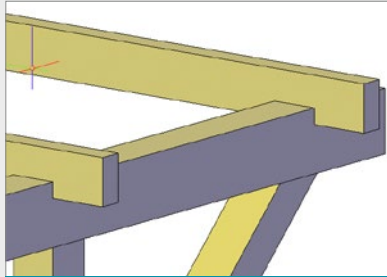


Bild 1: Volumenkörper/Sparren mit Ausklinkung für die Pfette.

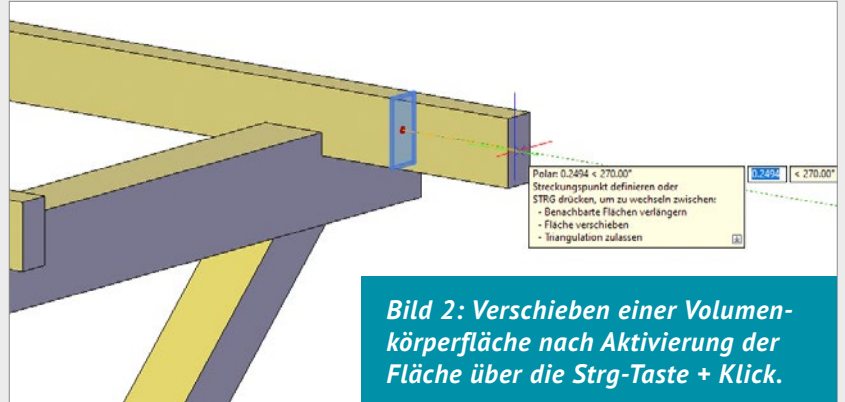


Bild 2: Verschieben einer Volumenkörperfläche nach Aktivierung der Fläche über die Strg-Taste + Klick.

Sie haben insoweit recht, dass sich ein Volumenkörper nach einer Booleschen Operation nicht mehr so leicht verändern lässt. Nehmen wir mal Ihr Beispiel her und verlängern einen Sparren. Klicken Sie einfach die Sparrenfläche mit gedrückter Strg-Taste an. Im Zentrum der Fläche erscheint ein roter Punkt. Nun können Sie über die multifunktionalen Griffe die Option „Fläche verschieben“ auswählen und über den polaren Fang die Fläche entsprechend verlängern oder verkürzen. Sollte es möglich sein, exakt einen polaren Winkel zu verwenden, so können Sie hier auch einen Basispunkt wählen und über

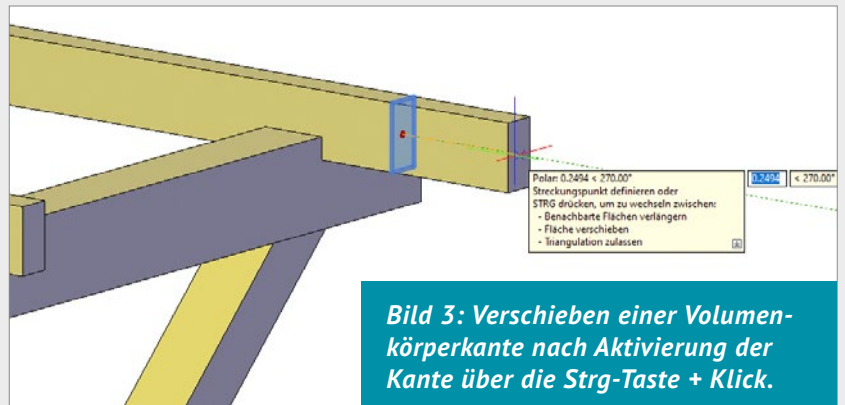


Bild 3: Verschieben einer Volumenkörperkante nach Aktivierung der Kante über die Strg-Taste + Klick.

eine Hilfskonstruktion, ausgehend vom neuen Basispunkt, Ihre Konstruktion verändern. (Bilder 1 und 2) Ebenso können Sie mit gedrückter Strg-

Taste eine Kante eines Volumenkörpers auswählen, die Sie dann ebenso verschieben können, um so die Körperschrägen zu generieren. (Bild 3)

6 Volumenkörper manipulieren

? Wir arbeiten mit AutoCAD 2024 und planen Büros mit eigenen Möbeln, die wir selbst aus 3D-Volumenkörpern erstellen. Problematisch wird es aber, wenn ein bestehender Schrank etwa zehn Zentimeter breiter werden muss. Fügen wir den Schrank als Block ein und skalieren nur mit dem X-Faktor anders, werden Türgriffe und Seitenwände breiter. Deshalb lösen wir den Block immer komplett auf und kappen, extrudieren Flächen und fügen dann die Teile wieder zusammen. Bei komplexen Schränken dauert das bis zu 15 Minuten ... Haben Sie hier eine andere Lösung für uns?

Meine Lösung ist zwar auch nicht einfach, aber auf jeden Fall wesentlich schneller als der von Ih-

nen genannte Weg. Schalten Sie in die Draufsicht und isolieren den zu manipulierenden Schrank. Alternativ

können Sie auch im Blockeditor verändern, wobei zu beachten ist, dass sich das dann auf alle eingefüg-



Bild 1: Schrank in einer realistischen Darstellung.

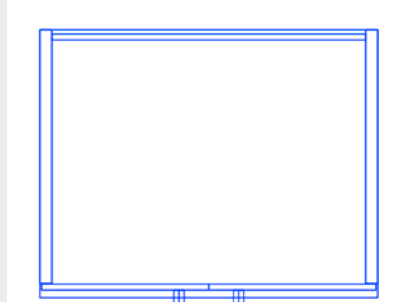


Bild 2: Schrank in der Draufsicht.

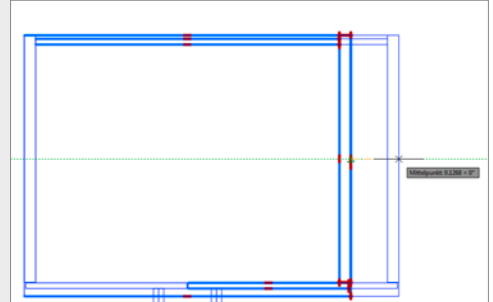


Bild 3: Schrank nach der Auswahl durch Kreuzen-Fenster, gedrückter Strg-Taste und Aktivierung eines der beiden mittleren Griffe.

ten Schränke (Blöcke) auswirkt. Dieser Schrank ist die Ausgangssituation und besteht nur aus Volumenkörpern. (Bild 1) In der Draufsicht sieht der Schrank dann so aus, siehe Bild 2. Würde es sich um 2D-Objekte handeln, wäre der AutoCAD-Befehl STRECKEN die richtige Wahl. Da es aber 3D-Volumenkörper sind, die teilweise durch Extrusionen erzeugt wurden, können Sie hier weder die 3D-Volumengrundkörper manipulieren noch diesen Be-

fehl verwenden. Sie nutzen hier einfach den Befehl SCHIEBEN. Es kommt nur darauf an, wie Sie die Objekte auswählen. Wichtig ist, dass Sie beim Anwählen die Strg-Taste gedrückt halten, um die Kantenbearbeitung/Kantengriffe der 3D-Volumenkörper zu aktivieren. (Bild 3) Sobald Sie ein oder mehrere Kantengriffe in Rot sehen, aktivieren Sie einen der Griffe durch Anklicken, zeigen die Richtung und geben die Entfernung ein. Dadurch werden alle

Kanten entsprechend des eingegebenen Werts verschoben. In unserem Fall wird auch der rechte Korpus komplett gewählt. Da jede Kante hier im Auswahlfenster mit eingeschlossen war, erfolgt keine Veränderung des rechten Korpus, sondern eine Verschiebung (aller Kanten). Natürlich müssen Sie anschließend die linke und rechte Türe erneut um die Hälfte nach rechts verbreitern. ra ◀

LISP-Programme für AutoCAD

Als Abonnent des **AUTOCAD Magazins** können Sie die acht LISP-Programme online beziehen. Die entsprechenden Informationen mit dem Link für die Bezugsmöglichkeit entnehmen Sie bitte dem beiliegenden Schreiben.

Hier die LISP-Programme dieser Ausgabe im Überblick:

ACM-PL2CIRCLE.LSP: kreis-/kreisbogenförmige Polylinien in Kreise und Kreisbögen mit Toleranzberücksichtigung umwandeln

K_INSIMPLSP: Inserts importieren

ACM-FARBDREHEN.LSP: Objekte per Farbfilter drehen

ACM_ED.LSP: XDATA-Informationen an Geometrieobjekte hängen

ACM-LAYERUNPLOTBAR.LSP: Layer unplotbar setzen

ZEBRASTREIFEN.LSP: 2D-Zebrastreifen erzeugen

ACM_ZLT.LSP: zufallsbasierte Linienstärken und Transparenzwerte zuweisen

ACMBATCHTRANSMIT.LSP: DWGs an ETRANSMIT übergeben, um eigene ZIP-Datei zu erstellen

A

ACM-PL2CIRCLE.LSP: Kreisförmig statt kreisähnlich

Auch, wenn es AutoCAD und andere CAD-Programme schon eine ganze Weile gibt, existieren immer noch Dokumente und Zeichnungen in Papierform. Ihre Verwaltung ist oft aufwändig, eine automatisierte Suche und ein schneller Zugriff auf die Zeichnungen sind oft nicht möglich und eine Änderung und Weiterverwendung schwierig. Um solche Zeichnungen auch für die Computernutzung zugänglich zu machen, müssen sie digitalisiert werden. Dafür werden sie eingescannt und in einem Rasterdateiformat abgelegt. Das speichert aber eine Zeichnung nur als Bildpunktmatrix, während CAD-Programme Vektordaten verlangen. Um solche Zeichnungen in CAD weiterzuverarbeiten, ist als nächster Schritt eine Vektorisierung notwendig. Dazu analysieren entsprechende Programme die Bildpunktmatrix und fassen Bildpunkte zu geometrischen Einfachobjekten wie Linien, Kreisen oder Splines zusammen. Je nach Qualitäts-

stufe des Vektorisierungsprogramms können auch Texte, Schraffuren und Bemaßungen erkannt und umgesetzt werden.

Meist jedoch werden zum Beispiel Kreise oder Kreisbögen in eine Vielzahl kurzer Linien umgesetzt. Das ist für die Weiterbearbeitung nicht akzeptabel. Mit dem AutoCAD-Befehl PEDIT kann man die vielen Linien zumindest in eine zusammenhängende Polylinie umwandeln, aber die Umwandlung von kreis- oder kreisbogenähnlichen Polylinien zu Kreisen oder Kreisbögen ist so nicht möglich.

Das Tool **ACM-PL2CIRCLE.LSP** versucht diese Lücke zu schließen. Nach dem Start des Programms mit dem Befehl PL2CIRCLE wird der Anwender zur Objektauswahl aufgefordert, wobei nur Polylinien berücksichtigt werden. Als weitere Vorgabe erwartet das Programm einen Toleranzwert zur Überprüfung der Kreisähnlichkeit (Maximalabstand der

Polylinienpunkte zum berechneten Kreis in Bruchteilen des Kreisradius) und die Angabe, ob die Ursprungsobjekte gelöscht werden sollen. Das Programm analysiert anschließend die ausgewählten Polylinien und wandelt diese, wenn sie den Anforderungen an eine Kreisähnlichkeit genügen, in Kreise/Kreisbögen um. Die Eigenschaften wie Layer, Farbe und Linientyp werden dabei von den ursprünglichen Polylinien übernommen. Auf Wunsch werden zum Schluss die konvertierten Polylinien vom Programm gelöscht. **Thomas Krüger/ra**

Programm: ACM-PL2CIRCLE.LSP
Funktion: kreis-/kreisbogenförmige Polylinien in Kreise und Kreisbögen mit Toleranzberücksichtigung umwandeln
Autor: Thomas Krüger
Lauffähig ab: AutoCAD 2020
Bezug: online

B

ACM-FARBDREHEN.LSP: Drehen nach Farben

Einer der meistverwendeten AutoCAD-Befehle ist sicher der Standardbefehl DREHEN. Aber auch er hat noch Optimierungspotenzial: Sollen beispielsweise lediglich Objekte mit einer bestimmten Farbe gedreht werden, wäre ein Wahlverfahren hilfreich, das nur passend gefärbte Elemente in den Auswahlatz übernimmt.

Genau diese Spezialanforderung erfüllt **ACM-FARBDREHEN.LSP**, um Rotationsaufträge per Farbfilter einfach und schnell zu bewältigen. Zuerst fordert die Routine zur Wahl der Filterfarbe auf, was per Mausklick auf ein entsprechend aussehendes Objekt geschieht. Über „Einstellungen“ kann man im gleichnamigen Dialogfeld festlegen, ob für die Farbbestimmung auch verschachtelte Objekte einer Blockreferenz zum Einsatz kommen können. Zudem lässt sich regeln,

ob die Filterfarbe „VonLayer“ durch die Farbe des Layers ersetzt werden soll.

Im Dialogfeldbereich „Filtern nach“ besteht die Auswahl zwischen drei Arbeitsmethoden für den Filter. Die Option „Objektfarbe“ bedingt eine Filterung über die direkt zugewiesene Farbe. Ist beispielsweise ein Element rot per Direktzuweisung, wird es gewählt. Ist es aber rot, weil es auf einem roten Layer liegt und eine „VonLayer“-Zuweisung besitzt, findet es keine Berücksichtigung.

Die Methode „Layerfarbe“ hingegen beschreitet den umgekehrten Weg. Jetzt werden nur „Von-Layer“-Objekte gewählt, die sich auf einem roten Layer befinden. Sollen aber unabhängig von der Zuweisungstechnik alle rot dargestellten Objekte gelöscht werden, bietet das Tool die Variante „Objekt- und Layerfarbe“ an.

Um zu erreichen, dass gerade die dem Filter nicht entsprechenden Elemente gedreht werden, genügt ein Haken im Kontrollkästchen „Filter invertieren“. Nach dem Picken des Quellobjekts wird die ermittelte Filterfarbe in der Befehlszeile angezeigt und zur Wahl der zu drehenden Objekte aufgefordert. Dies geschieht wie üblich per Fenster, Kreuzen oder Klicken. Anschließend startet der Drehvorgang mit den üblichen Optionen.

Gerhard Rampf/ra ◀

Programm: ACM-FARBDREHEN.LSP
Funktion: Objekte per Farbfilter drehen
Autor: Gerhard Rampf
Lauffähig ab: AutoCAD 2015
Bezug: online



K_INSIMP.LSP: Inserts importieren

Was ist denn alles in den Plänen? Diese Frage stellt man sich zum Beispiel, wenn eine Bauteillegende gewünscht wird und das Projekt über mehrere Etagen geht. Manchmal weiß man das schon noch, aber bei einem kombinierten Wohn-/Geschäftshaus mit 20 Etagen und mehreren Untergeschossen müsste man sich da ziemlich viel merken.

K_INSIMP.LSP kann aus mehreren Dateien alle eingefügten Blöcke filtern, sortieren und in Form einer Planlegende untereinander in den aktuellen Plan einzeichnen. Dazu gibt es drei Schritte mit jeweils einem Dialogfeld.

Der erste Schritt ist die Wahl der Dateien über einen Dateiwahl-dialog. Der zweite ist die Wahl der Filter, damit nur das bearbeitet wird, was man gerade braucht. Hier sind im Dialog auf der linken Seite alle verwendbaren Daten aufgelistet. Einzelne Daten wie Layer oder bestimmte Attribute können per Doppelklick ins mittlere

Feld gebracht werden. Nur, was im mittleren Feld steht, wird als solcher berücksichtigt. Im rechten Feld kann man die Werte dieser Daten auswählen, etwa bestimmte Layer oder bestimmte Werte eines Attributs.

Der dritte Schritt befasst sich mit der Sortierung. Hier können Daten der gefilterten Blöcke für die Reihenfolge beim Einzeichnen sortiert werden. Hat man zum Beispiel verschiedene Layer für Beleuchtung, Brandmeldung, Sprechanlage usw. und bringt den Begriff „Layername“ per Doppelklick in die rechte Liste, werden bei der Ausgabe die jeweiligen Blöcke aus diesen Layern zusammen untereinander eingezeichnet. Hier können und müssen auch mehrere Kriterien ausgewählt werden. Daten, die hier nicht angegeben werden, werden beim Einzeichnen auch nicht in die eingezeichneten Blöcke übernommen. Wenn hier dynamische Blöcke vorhanden sind, deren Geometrie von Parametern beeinflusst wird, müssen die Parameter

auch mit ausgewählt werden, sonst stimmt ja die Geometrie nicht.

Damit eingezeichnet werden kann, wird noch nach dem Abstand der Blöcke gefragt und wenn eingezeichnet ist, lässt sie sich direkt in der Zeichnung positionieren.

Mit dem ziemlich universellen Beschriftter aus dem letzten Heft, können die Blöcke dann bequem beschriftet werden. Natürlich kann man auch aus einer Architektur Türen oder Fenster importieren, um einen Überblick der verschiedenen Typen zu bekommen. Das kann für den Bereich Zugangskontrolle interessant sein. Oder für Stühle oder Tische ..., seid einfach kreativ. **Andreas Kraus/ra**

Programm: K_INSIMP.LSP

Funktion: Inserts importieren

Autor: Andreas Kraus

Lauffähig ab: AutoCAD 2020

Bezug: online



ACM_ED.LSP: XDATA-Informationen an Geometrieobjekte hängen

Im Zeitalter kooperativer und kollaborativer Projektbearbeitungen arbeitet man mit vielen Projektbeteiligten und tauscht dabei viele Dateien aus unter Verwendung von Spezialprogrammen oder Aufsätzen. Sie arbeiten mit eigenen Sachdatenstrukturen und Klassifikationen und lassen sich in Form von XDATA-Daten an die Geometrien anhängen. Diese Daten werden dann unter einem registrierten Applikationsnamen – ähnlich Namespace – in einer Art Container vorgehalten und als Listenwerte in einer spezifischen Reihenfolge abgespeichert. Mit dem AutoCAD-Standardbefehl XDLIST lassen sich diese Informationen für ein Geometrieobjekt abrufen und mit dem Befehl XDDATA für ein einzelnes Objekt setzen, sofern es noch keine Zuweisung unter dem Applikationsnamen gibt. Ein Überschreiben bestehender

Werte oder das gleichzeitige Zuweisen von Werten für mehrere Objekte ist leider nicht möglich.

Mit dem Tool **ACM_ED.LSP** lassen sich einer beliebigen Anzahl ausgewählter Objekte gleichzeitig entsprechende XDATA-Informationen zuordnen oder diese bei bestehenden Daten auch ersetzen. Unter dem vordefinierten Applikationsnamen werden je nach Wertmodus ein sich automatisch generierender GUID-Wert oder ein voreingestellter Wert zugeordnet. Ebenso kann man vorab über den vorbestimmten Überschreibmodus festlegen, ob bei bestehendem applikationszugeordnetem Wert dieser belassen oder durch den je nach Wertmodus vorbestimmten Wert oder eine automatisch generierte GUID ersetzt wird. Möchte man die selbst erstellten Geometrien mit einer iden-

tischen Herkunftskennzeichnung versehen, um diese schnell von den Geometrien der Projektpartner zu unterscheiden, ist eine Wertkennzeichnung festzulegen und der Modus „Wert“ zu verwenden. Benötigt man für jedes ausgewählte Objekt eine eindeutige Kennzeichnung, die später als Referenz-ID für Bezüge mit Sachdatentabellen oder Datenbanken dienen soll, muss man den Wertmodus „GUID“ nutzen. **Silke Molch/ra** ◀

Programm: ACM_ED.LSP

Funktion: XDATA-Informationen an Geometrieobjekte anhängen

Autorin: Silke Molch

Lauffähig ab: AutoCAD 2025/2026[de] auf acadiso.dwt-Windows-Basis

Bezug: online

E

ACM-LAYERUNPLOTBAR.LSP: Sicher ist sicher

Auch im Zeitalter der Digitalisierung sind gedruckte Zeichnungen im Arbeitsalltag nicht wegzudenken. Aber oft muss nicht alles, was im digitalen CAD-Dokument enthalten ist, auch auf der Papierzeichnung zu sehen sein. Hierfür bietet AutoCAD die Möglichkeit, Objekte auf bestimmten Layern vom Druckvorgang auszuschließen, indem der Layer nicht plotbar geschaltet wird. Standardmäßig wird dieser Schritt im Layereigenschaftenmanager erledigt.

ACM-LAYERUNPLOTBAR.LSP eröffnet jetzt eine Alternative, die für die Wahl der unplotbar zu setzenden Layer vier Methoden zur Verfügung stellt: **1.** Mit der Option „Objektwahl“ werden die zu verbergenden Layer auf der Basis von Quellobjekten bestimmt, wobei die Objektwahl mit den AutoCAD-Standardmethoden wie Picken, Fenster, Kreuzen

usw. erfolgt. Der Auswahlsatz wird nach den enthaltenen Layern durchleuchtet, die dann anschließend für den Druckvorgang aus dem Rennen genommen werden.

2. Die Variante „Auswahlliste“ öffnet ein Dialogfeld, das alle aktuell plotbaren Layer zur Auswahl auflistet. Mit der im Dialogfeld vorhandenen Schaltfläche „Suchen nach“ und dem zugehörigen Eingabefeld lassen sich auch gezielt Layer anhand des Namens oder beliebiger Kombinationen von Platzhaltern identifizieren, was die Wahl von Layergruppen mit gleichen Namensteilen wesentlich vereinfacht. So werden beispielsweise mit der Eingabe „*xyz*“ alle Layer markiert, deren Namen die Zeichenfolge „xyz“ enthalten. Die Groß-/Kleinschreibung spielt bei dieser Platzhaltersuche keine Rolle.

3. Die Schnellmethode „Alle“ setzt ohne weitere Nachfrage alle Zeichnungsebenen auf einen Schlag unplotbar.

4. Wurde der Befehl im aktuellen Dokument schon einmal ausgeführt, bietet die Option „Vorherige Auswahl“ die Gelegenheit, den gleichen Bearbeitungsvorgang mehrmals im Eildurchgang zu wiederholen. Die zuletzt verwendete Technik wird immer gespeichert und kann durch Bestätigen mit der Eingabetaste zum Einsatz gebracht werden.

Gerhard Rampf/ra ◀

Programm: ACM-LAYERUNPLOTBAR.LSP

Funktion: Layer unplotbar setzen

Autor: Gerhard Rampf

Lauffähig ab: AutoCAD 2005

Bezug: online

F

ZEBRASTREIFEN.LSP: 2D-Zebrastreifen erzeugen

Bei der Erstellung von Lageplänen kann die Aufgabe bestehen, Zebrastreifen konstruktiv zu erzeugen. Das kann bei der Planung wie auch bei der Vermessung eines Straßenbestands der Fall sein. Diese Aufgabe konstruktiv mit AutoCAD zu lösen, ist ohne weiteres möglich, aber aufwändig.

Bei der Nutzung des Programms Zebrastreifen werden je zwei Randbegrenzungslinien und Linien für die Kopfseiten ausgewählt, die bestimmte Kriterien erfüllen müssen. Das Wichtigste ist, dass beide Kopflinien sich jeweils mit beiden Randlinien schneiden, beide Kopflinien sich aber nicht selbst schneiden. Damit wird eine Fläche gebildet, die durch zwei Randbegrenzungslinien und zwei Kopflinien umschlossen ist.

Die Zebrastreifen werden dann innerhalb dieser Fläche, als geschlossenen Polylinien oder als SOLID-

Flächen erzeugt. Nach der Erzeugung der Zebrastreifen startet das zugehörige Dialogfenster, damit Parameter geändert werden können. Diese Änderungen werden direkt in der Zeichnung angezeigt. Wird das Dialogfenster mit OK bestätigt, bleiben die Zebrastreifen erhalten, andernfalls werden sie verworfen.

Der Ablauf des Programms ist recht einfach: Nach dem Start werden zwei Randbegrenzungslinien ausgewählt, dann zwei Linien für die Kopfseiten. Nun öffnet sich ein Dialogfenster für die Einstellungen. Die Vorschau der Zebrastreifen in der Zeichnung wird mit jeder Einstellung aktualisiert. Folgende Einstellungen kann man vornehmen:

- Layer für die SOLID-Schraffur und Konturlinien (Polylinien)
- Darstellung durch Polylinien und/oder SOLID-Flächenfüllungen.

- abschließendes Löschen der Randbegrenzungs- und Kopflinien.
- Randabschluss lotrecht (treppenförmig) oder bündig (die Richtung der Randbegrenzungslinie wird exakt übernommen)
- Breite der Zebrastreifen, Abstände für die Kopfseiten
- Die Anzahl der Zebrastreifen wird aus der Geometrie ermittelt, diese Anzahl kann aber erhöht oder vertieft werden.

Die verwendeten Einstellungen dienen als Vorgabe-Einstellungen für den nächsten Programmstart.

Jörn Bosse/ra ◀

Programm: ZEBRASTREIFEN.LSP

Funktion: 2D-Zebrastreifen erzeugen

Autor: Jörn Bosse

Lauffähig ab: AutoCAD 2021

Bezug: online



ACMBATCHETRANSMIT.LSP: Multiples „Etransmiten“ von DWGs

Skripte oder kleine Programme, die die Dateien eines Ordners an den Befehl ETRANSMIT übergeben, beschleunigen vielfach den Abgabeprozess von Zeichnungsdateien. Ja, der Befehl selbst bietet die Möglichkeit weitere Zeichnungsdateien einem ETRANSMIT-Lauf hinzufügen. Sollen aber Zeichnungsdateien aus verschiedenen Ordnern in individuelle ZIP-Dateien verpackt und weitergegeben werden, ist manuelle Arbeit wie zum Beispiel das Zusammentragen der Dateien in einen eigenen Ordner für den Export gefordert.

ACMBATCHETRANSMIT.LSP macht diese manuellen Schritte überflüssig. Nach seinem Start bietet das Programm über einen eigenen Dialog an, eine Liste von Zeichnungsdateien aus verschiedenen Ordnern zusammenzustellen. Im oberen Bereich wird der aktuelle Ordner angezeigt. Im linken Bereich des Dialogs werden die Unterordner des aktuellen

Ordners angezeigt. Durch einen Klick auf einen der Unterordner gelangt man in diesen. An erster Stelle in diesem Bereich sind die Laufwerke sowie Navigationsmöglichkeiten „.“ und „..“ aufgeführt. Erstere führt auf die oberste Ebene des Laufwerks C: und über die zwei Punkte kann man zurück zum übergeordneten Ordner navigieren. Im rechten Bereich werden die Zeichnungsdateien des gewählten Ordners angezeigt.

Hier können die gewünschten DWG- oder DWT-Dateien ausgewählt werden und lassen sich mit dem Button unterhalb des Bereichs zur Dateiliste hinzufügen. Wurden aus Versehen falsche Dateien gewählt, können sie mit „Entfernen“ aus der Liste gelöscht werden, ebenso kann die Auswahlliste komplett geleert werden.

Nach Abschluss dieser Auswahl wird der Dialog mit OK beendet und das Programm fragt nach dem Ziel-

ordner für die von ETRANSMIT zu erzeugenden ZIP-Dateien. Anschließend erzeugt das Programm im Hintergrund eine temporäre Skriptdatei, in der die Befehlsfolge für jede der gewählten Dateien hinterlegt wird.

Schließlich startet ACMBATCHETRANSMIT.LSP das Skript und jede der gewählten Dateien wird geladen. ETRANSMIT startet, speichert die jeweilige ZIP-Datei im Zielordner ab und schließt die Zeichnungsdatei wieder. **Markus Hoffmann/ra** ◀

Programm: ACMBATCHETRANSMIT.LSP

Funktion: DWGs an den Befehl ETRANSMIT übergeben, um eigene ZIP-Datei zu erstellen

Autor: Markus Hoffmann

Lauffähig ab: AutoCAD 2024, BricsCAD V24

Bezug: online



ACM_ZLT.LSP: Zufallsbasierte Linienstärken und Transparenzwerte zuweisen

Oft weisen Grundlagenezeichnungen mit vielen Kanten- und Konturlinien sowie Schraffuren einen sehr exakten und sterilen technischen Stil auf. Für technische Zeichnungen ist das erforderlich, für grafische Konzept- oder Entwurfszeichnungen ist dagegen oft eine lockere Grafik ähnlich einer Handzeichnung wünschenswert. Solche grafischen Effekte kann man unter anderem über verschiedene Linienstärken und Transparenzwerte erreichen, um damit das Zeichnen mit Filzstiften oder Markern zu simulieren. Um einen händischen Look zu generieren, dürfen diese Werte nicht für alle Linien konstant sein.

Mit dem Tool **ACM_ZLT.LSP** können Objekten je nach voreingestelltem Modus Linienstärken und Transparenzwerte per Zufallsprinzip automatisiert zugewiesen werden. Die Zufallswerte liegen dabei in

einem voreingestellten Linienstärke-/Transparenz-Wertebereich. Da man in der Regel neben der grafischen auch noch die technische Stilvariante benötigt, besteht die Möglichkeit, die Linienstärke-/Transparenzwertzuweisung nicht den originalen Geometrien, sondern den Kopien der ausgewählten Objekte zuzuweisen.

Bei diesem voreingestellten Modus lässt sich auch der Layer für die Ablage der Kopien vorab festlegen. Möchte man, dass bei LW-/Polylinien sowie Schraffuren statt des gesamten Objekts nur den einzelnen Segmentlinien unterschiedliche Linienstärke-/Transparenzwerte zugewiesen werden, kann man das Einzelteilmodul nutzen. Mit diesem werden die Objekte in Einzelteile zerlegt und mit entsprechend unterschiedlichen Linienstärke-/Transparenzwerten versehen. Für diesen Modus ist

der Kopie-Bearbeitungsmodus empfehlenswert, da die Geometrien aufgelöst werden und nicht mehr als Gesamtobjekt zur Verfügung stehen.

Aufgrund der zufallsbasierten Wertzuweisung entstehen verschiedene, vorher nicht festlegbare Muster. Gefällt einem das zufällig erstellte Muster nicht, kann man die ganze Bearbeitung rückgängig machen und das Tool wiederholt aufrufen, bis das zufällig entstehende Muster gefällt.

Silke Molch/ra ◀

Programm: ACM_ZLT.LSP

Funktion: zufallsbasierte Linienstärken und Transparenzwerte zuweisen

Autorin: Silke Molch

Lauffähig ab: AutoCAD 2025/2026[de] auf acadiso.dwt-Windows-Basis

Bezug: online

Aller guten Dinge sind drei

Ob drei oder vier Räder, ob Elektrokleinfahrzeug, Leichtmofa-Variante oder Krankenfahrstuhl – Scuddy sorgt mit vielseitigen Elektrorollern für Aufsehen. Der gemeinsame Nenner: Faltbarkeit und kontinuierliche Innovation. Dafür steht auch das aktuelle Modell, der Scuddy Slim V4 mit Strukturdämpfern von ACE.

VON JENS FRANTZEN UND ROBERT TIMMERBERG

Jedes Produkt beginnt mit einer Idee. Bei Tim Ascheberg und Jörn Jacobi kam sie während des Maschinenbau- und BWL-Studiums an der Fachhochschule Kiel, und sie ging so: ein faltbarer Elektroroller, der kostenlos und einfach in öffentlichen Verkehrsmitteln mitgenommen werden kann und eine Straßenzulassung besitzt. Das Projekt „Scuddy“ startete, und ein dreirädriger, strombetriebener Roller erblickte 2011 das Licht der Welt. Er war auf die Größe einer Getränkekiste faltbar, brachte lediglich etwas mehr als 27 kg auf die Waage und war in der Leistung mit einer Vespa vergleichbar. Sein Akku verhalf ihm zu einer Reichweite von bis zu 70 km und einer Geschwindigkeit von bis zu 45

km/h. So ging der erste Scuddy in Serie. Angefeuert von einer großen Publicity dank erfolgreicher Investorengewinnung in der TV-Show „Die Höhle der Löwen“ oder Auftritten bei „TV total“ und „Schlag den Raab“ ließen die Bestellungen von Privatkunden nicht auf sich warten. Auch Unternehmen orderten Scuddys, so sind beispielsweise Aida-Kreuzfahrtschiffe mit den E-Rollern ausgestattet, ermöglichen sie doch platzsparend einen lautlosen und emissionsfreien Personentransport. Inzwischen ist die Modellflotte gewachsen. Von Scuddy gibt es eine Premium-Variante sowie eine als Quad, also mit vier Rädern, und das neueste Modell kam 2024 auf den Markt: der Scuddy Slim V4.

Einsteigermodell mit neuen Komfort-Features

Mit dem Neuzugang präsentieren die Kieler Mobilitätsmacher ein Einsteigermodell. „Gleichzeitig haben wir im Vergleich zum Vorgängermodell eine ganze Schippe draufgelegt“, erzählt Mitgründer Tim Ascheberg. „Das betrifft Sicherheitsfeatures, Fahreigenschaften, Bauteile – eigentlich das gesamte Fahrzeug.“ Für die Fahrdynamik des Rollers mit EU-Straßenzulassung und einer Geschwindigkeit von bis zu 20 km/h sorgt das serienmäßige, einzigartige Carving-Fahrwerk mit zwei Vorderrädern. Die Motorleistung von 1.000 W und ein Lithium-Ionen-Akku mit 52 V und 15 Ah verhelfen ihm zu einer Reichweite von



bis zu 40 km und der Fähigkeit, Steigungen von bis zu 15% zu bewältigen. Damit auch bergab Sicherheit herrscht, bietet der Scuddy Slim V4 hydraulische Scheibenbremsen an den Vorderrädern und eine Trommelbremse hinten. „Ganz neu in der Slim-Klasse ist außerdem eine Rekuperations-Motorbremse, die also bei jedem Bremsvorgang Energie zurückgewinnt“, so Ascheberg. Vorne sorgen große 12-Zoll-Luftreifen dafür, dass auch abseits von glattem Asphalt alle Unebenheiten gemeistert werden, während die Vollgummibereifung hinten eine sichere und wartungsarme Tragfähigkeit gewährleistet. Für beste Sicht und Sichtbarkeit sorgen neue Seitenblinker am Heck und in den Lenkerenden sowie moderne LED-Leuchten, die auch eine Fernlichtfunktion beinhaltet.

Doch nicht nur die Sicherheit der Fahrenden steht beim Scuddy Slim V4 im Fokus, der Ideenreichtum der Entwickler zielt auch auf neuartigen Komfort. So lassen sich über ein farbiges Multifunktionsdisplay zum Beispiel die drei Geschwindigkeitsstufen sowie der Parkmodus aktivieren, während eine ergonomisch positionierte Ladebuchse an der Lenkstange ein komfortables Laden ermöglicht. Die Sattleinheit ist höhenverstellbar, aber auch abnehmbar,



Das 28 kg wiegende Fahrzeug lässt sich einfach falten und bequem transportieren.



Scuddy Slim V4: Weiterentwicklung der Einstiegsklasse elektrisch betriebener Dreiräder. Bild: Scuddy

samt praktischem Tragegriff. Ein weiterer Griff befindet sich am Heck. Mit ihm lässt sich das auf Trolley-Maß gefaltete Fahrzeug bequem und ohne großen Kraftaufwand hinter sich herziehen – kostenfreie Mitnahme in der Deutschen Bahn inklusive. Und nicht zuletzt gehört auch eine einstellbare Dämpfung der Hinterachse zu den besonderen Komfort-Features von Scuddy.

Gut gedämpft – ob radial oder axial

Wenn es um das effektive Abfedern von Stößen – etwa beim Überfahren von Wurzeln, Schlaglöchern oder Gullideckeln – geht, ist eine gute Dämpfung essenziell. Hierfür vertrauen die Scuddy-Macher seit jeher auf die Kompetenz von ACE aus Langenfeld. Schon für die ersten Modelle im Jahr 2011 lieferte das Unternehmen aus der Stabilus-Gruppe nicht nur die passenden Produkte, sondern unterstützte auch mit seinem bekannten Kundendienst, der oft schon bei der Produktentwicklung ansetzt. Thorsten Kohlen ist Produktmanager für Strukturdämpfer und für die Betreuung von Scuddy verantwortlich. „Wir freuen uns über die seit Jahren sehr gute Kooperation und wissen, dass unser Wettbewerb immer wieder bei Scuddy anklopft. Gerade

im Segment Fahrzeugtechnik geht es dabei natürlich auch um Kosten. Dass wir Scuddy dennoch immer wieder mit Support und Qualität überzeugen, ist der Schlüssel für die lange Beziehung“, sagt er.

Dabei setzte das von ACE gründlich beratene Entwicklerteam in den Jahren bis 2021 auf radiale Strukturdämpfer aus der Tubus-Produktserie, die in den ersten Scuddy-Typen im Zusammenspiel mit Dämpfungsplatten der Slab-Familie verbaut wurden. Die kompakten Strukturdämpfer aus der TR-H-Baureihe nehmen Kräfte von 2,7 bis zu 427 Nm/Hub auf und sorgen für eine lange und weiche Verzögerung. In den ab 2021 folgenden Modellen der Premium-V2-Scuddys kamen sogar drei verschiedene radiale TR-H-Dämpfer zum Einsatz – je nach Wunsch und Gewicht der Nutzenden.

Doch der Scuddy Slim V4 ist nun mit einem anderen Grundtyp von Strukturdämpfer ausgestattet. „Wir haben uns hier zum ersten Mal für axiale Dämpfer entschieden, unter anderem weil diese besser in die Konstruktion passten“, so Tim Ascheberg. So sind es diesmal Tubus TA 43-18, die ihren Dienst bei der Dämpfung und Beruhigung des Fahrwerks verrichten. „Diese Typen nehmen jeweils viel Energie am Hubanfang auf. Dadurch wird zum Beispiel der erste Stoß beim Überfahren von Unebenheiten gut absorbiert und schlägt nicht durch“, erzählt der Scuddy-Konstrukteur.

Dämpfer der Wahl: TA 43-18

Aus dem umfangreichen Portfolio von ACE entpuppte sich ein kompakt gebautes Modell mit einem Hub von maximal 18 mm als perfekt geeignet: der Tubus Typ TA 43-18. Er besteht wie die gesamten Tubus-Produkte aus einem Co-Polyester-Elastomer, das sich durch geringe Erwärmung und gleichbleibende Dämpfung auszeichnet. Die TA-Familie wurde speziell für ein Maximum an Energieaufnahme im Bereich von 2 Nm bis 2.951 Nm entwickelt, mit platzsparenden Durchmessern zwischen 12 und 116 mm. Eine zum Produkt gehörige Spezialschraube sorgt für die einfache und schnelle Befestigung der Dämpfer.

Derart gedämpft, ist der Scuddy Slim V4 grundsätzlich in drei Versionen erhältlich: Es gibt ihn mit Sattel als L1e-Fahrzeug, also mit einer Mofa-Zulassung,



Bild: Scuddy

Der Scuddy Slim V4 mit EU-Straßenzulassung und Geschwindigkeiten von bis zu 20 km/h setzt mit Komponenten wie der einstellbaren Dämpfung hinten neue Standards hinsichtlich der Fahrdynamik sowie bei Komfort und Sicherheit.



Bild: ACE Stoßdämpfer AG

Die TA-Familie der Tubus-Strukturdämpfer von ACE wurde für ein Maximum an Energieaufnahme im Bereich von 2 Nm bis 2.951 Nm entwickelt, wobei die geringe Bauhöhe Durchmessern von 12 mm bis zu 116 mm zu verdanken ist.

sodann ohne Sattel als Elektrokleinstfahrzeug, also mit eKFV-Zulassung, oder drittens in Kombination mit einem Sitz mit kleiner Rückenlehne; dann gilt er als sogenannter Krankenfahrstuhl. So erschließt sich Scuddy einen vielfältigen Nutzerkreis, von bewegungseingeschränkten Personen bis zu Wohnmobilreisenden, die ein platzsparendes Fortbewegungsmittel an Bord brauchen, oder Großstädtern ohne Auto, die im ÖPNV ein Fahrzeug für „die letzte Meile“ mitnehmen wollen.

Zudem bietet das Unternehmen seine Innovationskraft auch Unternehmen an, denen es spezifische Kleinserien und Sonderanfertigungen zur Verfügung stellt – auch in angepassten Designs wie unlängst für den Lieblingshandballverein des Scuddy-Teams, den THW Kiel. Von Anfang an und immer dabei: kleine, leistungsstarke und vielseitige Dämpfungslösungen von ACE, die vom Rheinland aus ihren Weg an die Förde finden. *anm* ◀

Die Autoren: Jens Frantzen M.A., Robert Timmerberg M.A., Fachjournalist (DFJ), plus2 GmbH, Düsseldorf, Deutschland

Weniger Montageaufwand, mehr Möglichkeiten

Der Antriebstechnik-Spezialist KBK misst sich seit Jahren mit den Großen der Branche, und das erfolgreich. Jetzt haben die Ingenieure wieder eine Weltneuheit entwickelt: Durch die Kombination bewährter Kupplungen lassen sich Anwendungen leicht realisieren, die bisher nicht oder nur mit großem Aufwand umgesetzt werden konnten. **VON HOLGER SEIDEL**

Wir haben schon immer Lösungen für antriebstechnische Herausforderungen gefunden, für die sonst keiner eine hatte“, beschreibt Geschäftsführer Sven Karpstein die Firmenphilosophie von KBK. Mal sind es eigene Ideen und mal Wünsche von Kunden, die zur Entwicklung neuer Produkte führen. Das Sortiment des Antriebstechnik-Herstellers reicht von Industriekupplungen in verschiedenen Ausführungen über Spannsätze und Schrumpfscheiben bis hin zu Messgetrieben und Klemmringsen. Seit der Gründung des Unternehmens durch Robert Karpstein im Jahr 2003 gehört die Kundennähe zur DNA von KBK.

Der enge Kontakt zu den Anwendern führt zu einem regen Austausch: Die Ingenieure sprechen oft mit den Konstrukteuren auf Kundenseite und lassen deren Anregungen und Wünsche in die Produktentwicklung einfließen. KBK kann deshalb recht schnell auf neue Anforderungen des Marktes reagieren und ist flexibler als der Wettbewerb. Viele Produkte und neue Lösungen sind so bereits entstanden – etwa die erste spielfreie längenverstellbare Kupplung der Welt, die sich werkzeuglos einstellen lässt. Was Kupplungen betrifft, bietet KBK den Anwendern zudem ein sehr umfangreiches Produktprogramm.

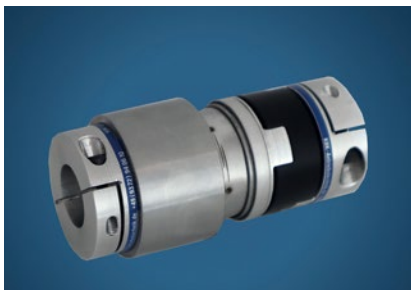
Den Anfang dieser „Hero-Kombinationen“ machte Anfang 2024 die DRF. Mit diesem Produkt kam KBK den Wunsch vieler Anwender nach einer robusten und leicht zu reinigenden Kupplung entgegen, die hohe Drehmomente spielfrei auf engem Raum überträgt. Durch die Kombination von Distanz- und Schlitzkupplung kann die DRF höhere Drehmomente übertragen als eine Distanzkupplung mit Metallbalg (7 Nm bis 240 Nm). Sie erreicht zudem eine größere Torsionssteife als Ausführungen mit Elastomierzahnkränzen.

Kompakt und drehmomentstark

Möglich werden diese Eigenschaften durch den Einsatz der Schlitzkupplung: Sie verfügt aufgrund ihrer speziellen Geometrie über eine sehr kompakte Bauform und kann daher hohe Drehmomente auf engstem Raum spielfrei übertragen. Für die hohe Steifigkeit bei der DRF sorgt die Schlitzkupplung, die für Wellendurchmesser von 3 mm bis 40 mm und mit Drehmomenten von 3 Nm bis 240 Nm lieferbar ist. Da sowohl das Präzisionsrohr als auch die Schlitzkupplung komplett aus Edelstahl gefertigt werden, lässt sich die DRF

Kombinationen erweitern das Anwendungsspektrum

Neu von KBK sind Kupplungskombinationen, die zum einen den Einbau der Maschinenelemente deutlich erleichtern. Zum anderen ermöglichen sie die einfache Umsetzung von Anwendungen, die sich zuvor – wenn überhaupt – nur mit großem Aufwand realisieren ließen. „Bei unseren Hero-Kombinationen vereinen wir die besten Eigenschaften mehrerer Kupplungstypen in einem einzigen Produkt“, erklärt Sven Karpstein das Konzept.



Ganz neu: Die Kupplung HMVX ermöglicht die komfortable Einstellung des Überlastmoments über eine Skala.

auch in hygienekritischen Bereichen einsetzen. Sie eignet sich besonders für Anwendungen mit parallel angeordneten Linearachsen, die synchron verfahren müssen. Solche Achsen finden sich etwa in Pick-and-Place-Anlagen wie zum Beispiel Greif- und Positioniersystemen oder in Anlagen zum Transport von Paletten.

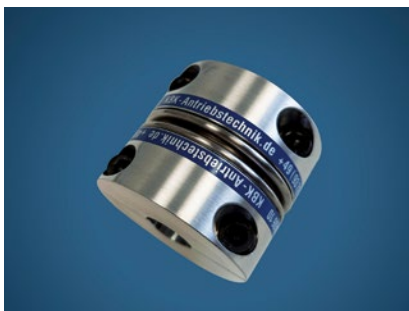
Einfacher Überlastschutz

Die zweite „Hero-Kombination“ ist die THH: die erste starre Wellenkupplung mit mechanischem Überlastschutz auf dem Markt. Bei der THH wird die starre Wellenkupplung KBST-G mit einer Überlastkupplung der Serie KBK/LK verbunden. „Einen mechanischen Überlastschutz in der Form gab es vorher nicht“, erzählt Sven Karpstein. Viele Kunden hätten sich deshalb eine starre Wellenkupplung in Verbindung mit einer Überlastkupplung gewünscht.

Bei Überlast trennt die THH An- und Abtriebsstrang innerhalb von nur 2 ms ... 5 ms voneinander – mittels der integrierten Tellerfeder mit degressiver Kennlinie in Kombination mit dem Kugellastprinzip. Das verhindert Folgeschäden an Welle und Antrieb. Die THH vereinfacht den Überlastschutz an Mischern, Rührern, Werkzeugmaschinen, Handling-Systemen und medizintechnischen Geräten deutlich. Bisher mussten Konstrukteure dafür die starre Wellenkupplung in ihrer Anwendung mit einer separaten Überlastkupplung verbinden oder mit einem selbstgebauten Überlastschutz ausstatten. KBK bietet die THH mit Überlastschutzbereichen von 3 Nm bis 500 Nm und Bohrungsdurchmessern von 6 mm bis 70 mm an.

Ganz genau positionieren

Einen ganz anderen Zweck erfüllt die dritte „Hero-Kombination“: Die KB4HCK erlaubt eine Positioniergenauigkeit im Tausendstelmillimeter-Bereich, und sie wurde hochdynamische Servomotoren entwickelt. Für die KB4HCK haben die Entwickler eine kompakte Metallbalgkupplung in Halbschalenbauweise (KB4HC) mit einer drehmomentstarken, sehr kurz bauenden Variante (KB4K) kombiniert. Die KB4HCK zeichnet sich durch eine hohe Torsionssteifigkeit aus

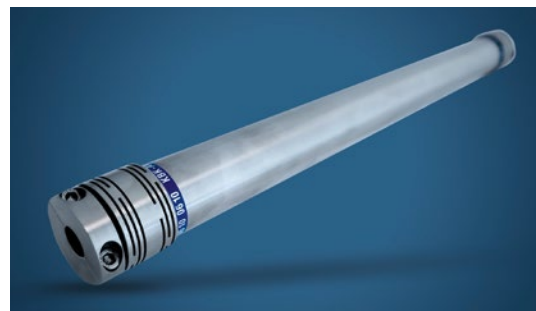


Für genaues Positionieren:
Die KB4HCK.

und bietet die höchste Drehmomentkapazität aller Kupplungen dieses Typs. Bei gleichem Außendurchmesser und kleinerem Bauraum überträgt die KB4HCK höhere Drehmomente als herkömmliche Metallbalgkupplungen. Zurzeit gibt es die KB4HCK in sieben Baugrößen mit Drehmomenten von 40 Nm bis 1.500 Nm sowie Außendurchmessern von 45 mm bis 122 mm – weitere sind in Planung. Die Kupplung lässt sich auf Wellen mit Durchmessern von 10 mm bis 70 mm sehr leicht radial montieren.

Überlastmomente einfach einstellen

Zu den Herbstmessen 2024 präsentierte KBK schließlich seine Super-Hero-Kombination. Dieses Produkt vereint neu gleich drei verschiedene Elemente in sich: Die HMX besteht aus einer Magnetkupplung, einer Kreuzschieberkupplung und dem patentierten Mechanismus zur Längenverstellung von KBK. Mit der Super-Hero-Kombination soll der Einbau der Magnetkupplungen so leicht wie möglich werden. KBK bietet im Marktvergleich eine sehr große Bandbreite an Ausführungen an – die Magnetkupplungen decken Überlastbereiche von 0,1 Nm bis 150 Nm ab. „Wir bekommen viele Anfragen für diese Kupplungen. Das hängt damit zusammen, dass sie sich ideal für die dauerhafte Absicherung von Überlastvorgängen eignen und wir das größte Angebot in diesem Bereich haben“, sagt KBK-Geschäftsführer Sven Karpstein. Es gibt nur einen kleinen Nachteil: Die Permanent- bzw. Hysterese-Magnetkupplungen von KBK bestehen aus zwei Hälften, die auf zwei Wellen montiert werden. Das Überlastmoment wird über die Eintauchtiefe von innen eingestellt, was relativ aufwändig ist.



Die DRF ist eine Kombination aus Distanzkupplung und Schlitzkupplung.

Zudem braucht es hier eine zweite Lagerung. „Unsere Überlegung war deshalb, die beiden Hälften der Magnetkupplungen durch das Prinzip der Längenverstellbarkeit miteinander zu koppeln. So kann man eine Skala auf der Kupplung aufbringen, die eine einfache Justierung des Überlastmoments erlaubt.“

Kreuzschieberkupplung gleicht Versatz aus

Da die beiden Hälften der Magnetkupplung jetzt miteinander verbunden sind, kann die Kupplung keinen radialen Wellenversatz mehr ausgleichen. Dabei wäre ein Ausgleich wünschenswert, würde sich doch der Versatz negativ auf die Drehmomentübertragung der Kupplung auswirken und den Mechanismus zur Längenverstellung stark beanspruchen. Die einfachste Lösung war eine Kreuzschieberkupplung. „Dieser Kupplungstyp eignet sich sehr gut für den Ausgleich von radialem Wellenversatz und ist gleichzeitig die kompakteste und kostengünstigste Variante“, so Karpstein. KBK fertigt Kreuzschieberkupplungen in verschiedenen Baureihen für Drehmomente von 0,16 Nm bis 36 Nm sowie für Wellendurchmesser von 2 mm bis 22 mm.

Die Super-Hero-Kombination HMX wird mit Drehmomentbereichen von 0,1 Nm bis 1 Nm und Außendurchmessern von 31 mm bis 51 mm erhältlich sein und ist auf Wellen mit Durchmessern von 3 mm bis 25,4 mm einsetzbar. „Wir haben die HMX speziell für Anwendungen entwickelt, in denen häufiger Überlastvorgänge auftreten können. Ein Einsatzgebiet sind Anlagen, die Verschraubungen durchführen.“

anm ◀

Der Autor, Holger Seidel, ist Vertriebsmitarbeiter bei der KBK Antriebstechnik GmbH



Von der Komponente bis zur Komplettlösung

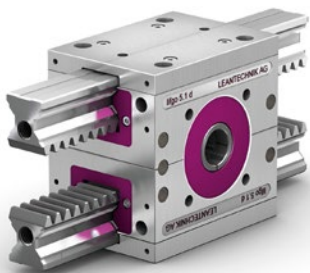
Als Leantechnik Anfang der 1990er Jahre ein neuartiges, hochpräzises Zahnstangengetriebe auf den Markt bringt, ist das Interesse der Industrie groß. Ein PKW-Hersteller ist der erste Kunde, und weitere Anwendungen in den unterschiedlichsten Branchen folgen bald. Heute fertigt das Unternehmen auch komplette Hub- und Positioniersysteme. **VON SVEN SCHÜRMANN**

Eigentlich sind Zahnstangen eine ziemlich simple Antriebskomponente: Schon im alten Rom waren Hubvorrichtungen im Gebrauch, die auf mit Zähnen bestückten Metallstangen basierten. Was Leantechnik-Gründer Reinhard Janzen vor mehr als 30 Jahren zum Patent anmeldete, hatte mit den einfachen Konstruktionen der Antike allerdings nur noch sehr wenig zu tun. Janzen integ-

rierte nämlich Führung und Antrieb in ein einziges Gehäuse, sodass seine Zahnstangengetriebe höchste Anforderungen an Hubkraft, Synchronität, Präzision und Geschwindigkeit erfüllen.

Mit der Entwicklung der Zahnstangengetriebe hatte der umtriebige Unternehmer bereits während seiner Zeit bei der Franz Schlüter GmbH begonnen, einem wichtigen Zulieferer der Bergbau-Industrie.

Da Reinhard Janzen seine Zahnstangengetriebe als Angestellter von Schlüter entwickelt hatte, musste er auch das Patent im Namen des Unternehmens einreichen. Als die Firma 1993 Insolvenz anmeldete, kaufte Janzen aus der Konkursmasse kurzerhand die Automatisierungssparte – und bekam damit auch die Patentrechte für seine Zahnstangengetriebe zurück. Für die Entscheidung blieben dem ausgebildeten Maschinenbautechniker nur wenige Minuten, aber er war sich seiner Sache sicher: „Ich dachte mir: ‚Du kannst nur gewinnen.‘“



Die Zahnstangengetriebe gibt es in unterschiedlichen Ausführungen – unter anderem für Anwendungen mit Zentrier- oder Greiferbewegungen.



Kompakt, robust und sehr genau: Ein Lifgo-Zahnstangengetriebe.

Ford war der erste Großkunde

Einer breiten Öffentlichkeit wurden die Zahnstangengetriebe erstmals auf der Messe Euroblech 1996 präsentiert. Die Besucher waren sehr interessiert, und am Ende der Veranstaltung hatten Janzen und sein Team die mitgebrachten Exemplare verkauft. Das Geschäft nahm schnell Fahrt



Das Lifgo hp bietet eine Positioniergenauigkeit von bis zu 2 Mikrometern.

auf. Dann kam der PKW-Hersteller Ford als erster Großkunde hinzu und orderte Hunderte Getriebe für seine Fertigungslinien.

„Das war ein ganz wichtiger Meilenstein“, erinnert sich Reinhard Janzen. „Durch den Einsatz unserer Getriebe bei Ford haben wir uns weltweit in der Automatisierungstechnik-Branche einen Namen gemacht.“ Darüber hinaus zertifizierte der Automobilkonzern die Zahnstangengetriebe nach seiner hauseigenen WDX-Norm für Presswerkzeuge.

Verschiedene Baureihen und Varianten

Leantechnik fertigt seine Zahnstangengetriebe in zwei Serien, die in mehreren Ausführungen erhältlich sind. Die Lifgo-Getriebe wurden für Einsatzgebiete entwickelt, in denen schwere Lasten präzise und synchron positioniert werden müssen. Bei diesen Getrieben gewährleisten vierfach-geführte Rollen die Positioniergenauigkeit, die zum Beispiel für den effizienten Betrieb von Handling-Systemen und Verpackungsanlagen erforderlich ist. Die Getriebe können je nach Modell Hubkräfte von 2.000 bis 25.000 N erreichen, die Hubgeschwindigkeit beträgt 3 m/s. Neben der Standard-Ausführung sind auch Varianten für lange Verfahrswege, für Greif- und Zentrierbewegungen sowie für Anwendungen mit einer Kombination aus Greif- und Zentrierbewegungen erhältlich.

Es gibt aber auch Anwendungen, für die ein Lifgo-Getriebe überdimensioniert wäre. Diese Bereiche deckt die Produktserie Lean SL ab, die für einfache synchrone Hubaufgaben ohne Querkraftaufnahme konzipiert wurde. Lean SL-Getriebe können Hubkräfte von 800 bis 25.000 N aufnehmen und erreichen Hubgeschwindigkeiten von bis zu 0,6 m/s. Auch sie sind in verschiedenen Varianten verfügbar.

Schon bald nach der Markteinführung der Zahnstangengetriebe nahm Reinhard Janzen einige konstruktive Veränderungen an ihnen vor. So realisierte er etwa die lange geplante Modularisierung: Er verlagerte die Verschraubungen in das Gehäuse der Getriebe und sparte so nicht nur Bauraum, sondern auch mehr als 35 Prozent der Bauteile ein. Diese Veränderungen hatten große Auswirkungen, denn durch die Teilerduzierung konnten die Herstellungskosten deutlich gesenkt werden, sodass sich auch kleine und mittlere Unternehmen die Getriebe leisten konnten.

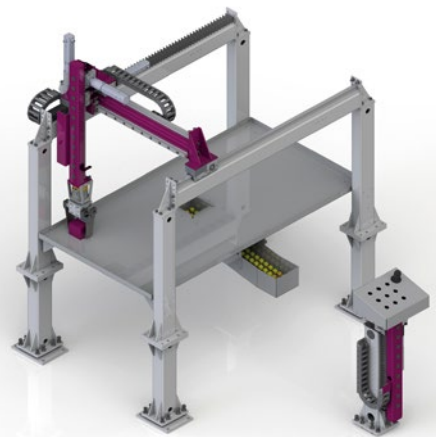
Ein weiterer wichtiger Wendepunkt war die Erhöhung der Fertigungstiefe: Seit 2012 produziert Leantechnik die Führungswagen seiner Zahnstangengetriebe selbst. Durch die Vergrößerung der Inhouse-Fertigung war das Unternehmen wesentlich flexibler in der Optimierung seiner Produkte. Mittlerweile beträgt die Eigenfertigung 100 Prozent, da seit 2023 auch die Zahnstangen für die Getriebe selbst hergestellt werden.

Baukastensystem für mehr Flexibilität

Die Modularisierung war ein bedeutender Schritt für Leantechnik, denn sie schuf die Voraussetzung für eine weitere große Neuerung: Das Baukastensystem. Durch die Verlagerung der Verschraubungen ins Innere der Gehäuse konnten die Abmessungen der Lifgo- und Lean SL-Getriebe vereinheitlicht werden. Dies wiederum ermöglicht die Kombination beliebiger Lean SL- oder Lifgo-Getriebe miteinander, sodass Maschinen- und Anlagenbauer nahezu jede Art von Hub- oder Positioniersystem konstruieren können.

Viele Unternehmen haben allerdings nicht die nötigen Ressourcen, um mithilfe der Zahnstangengetriebe selbst die benötigte Positionieranlage zu bauen. So entstand bei Leantechnik die Idee, neben den Getrieben auch einbaufertige Komplettsysteme zu fertigen, die auf die jeweilige Anwendung ausgelegt werden.

Das erste Leantechnik-Systems-Produkt war ein Hubtisch für die Automobilindustrie, der Karosserien auf die passende Höhe für die Weiterverarbeitung durch Roboter hebt. Inzwischen werden eine Vielzahl von Hub- und Positioniersystemen gefertigt: Die Bandbreite reicht von



Die Positioniersysteme werden in der Industrie u.a. als Portalanlagen für Pick-and-Place-Anwendungen verwendet.

Hub- und Portalanlagen über Shuttlesysteme bis hin zu Pick-and-Place-Lösungen.

Positioniersysteme in vielen Anwendungen

Zahlreiche Kunden aus unterschiedlichen Branchen setzen heute Leantechnik-Systems-Anlagen ein. Die Hublösungen heben zum Beispiel in der Pharma-Industrie Blister mit Tabletten zur Weiterverarbeitung auf ein Förderband, sorgen für eine optimale Qualitätskontrolle bei der Fertigung von OP-Deckenversorgungseinheiten und ermöglichen ein effizientes Handling von Flaschen in der Getränke-Industrie. Darüber hinaus spielen die Anlagen eine wichtige Rolle für die Sicherheit an großen Flughäfen: Hubsäulen aus Oberhausen befördern dort verdächtige Gepäckstücke in einen Bunker, wo sie kontrolliert zur Explosion gebracht werden.

Höhere Präzision in Maschinen und 3D-Druckern

Leantechnik entwickelt seine Zahnstangengetriebe und Hubsysteme kontinuierlich weiter. Seit Anfang 2024 verfügt das Unternehmen auch über eine elektrotechnische Abteilung, sodass die Hub- und Positioniersysteme jetzt auch mit der erforderlichen Steuerungstechnik ausgestattet und damit quasi schlüsselfertig ausgeliefert werden können. „Damit gehen wir den letzten Schritt auf dem Weg vom Komponenten- zum Systemanbieter“, so Geschäftsführer Reinhard Janzen. *anm* ◀

Der Autor, Sven Schürmann, ist Team Lead Marketing bei der Leantechnik AG

Flexibles Konzept für Kugelgewindetriebe

Bild: Joshua Rzepka für Kammerer



Kugelgewindemutter: Axiales Umlenkstück von außen.

Die Kammerer Gewindetechnik GmbH & Co. KG hat ein neues Konzept für Umlenkungen in Kugelgewindemuttern entwickelt. Es ermöglicht eine flexiblere Auslegung von Kugelgewindetrieben sowie effizientere Fertigungsprozesse bei gleichzeitig geringeren Herstellkosten. Umlenkensysteme führen die Kugeln am Ende der Mutter zurück und sorgen so für einen kontinuierlichen, verschleißarmen Lauf sowie hohe Präzision.

Das neue Konzept umfasst verschiedene Varianten wie Einzel-, Gesamt-, axiale und radiale Umlenkungen sowie externe Umlenkungen. Einzelumlenkungen sind besonders kompakt aufgebaut, während Gesamtumlenkungen bei hohen Lasten für ruhigen Lauf sorgen. Axiale Umlenkungen ermöglichen kompakte Bauformen, radiale Umlenkungen dagegen besonders robuste Konstruktionen.

Die Umlenkstücke werden auf einer neuen Maschine mit automatisiertem Zerspanungsprozess gefertigt. Rohmaterial wird über ein Lademagazin zugeführt, fertige Bauteile automatisch abgeführt. Während der Produktion überwacht ein taktiles Messsystem die Qualität; zusätzlich erfolgt eine optische 3D-Messung in einem temperaturkontrollierten Messraum. Unterstützt durch ein Kalkulationsprogramm lassen sich Umlenkungen schnell anpassen und wirtschaftlich produzieren.

Präzise Servoantriebe für Verpackungsprozesse



Servomotoren von Groschopp in einem Entstapler für Lebensmittelverpackungen.

Für einen niederländischen Hersteller von Verpackungs- und Prozessmaschinen hat die Groschopp AG – Drives and More eine spezielle Antriebslösung entwickelt. Sie wird in einem Entstapler verwendet, der ineinander verschachtelte Lebensmittelverpackungen wie Schalen, Becher oder Blister automatisch trennt und punktgenau auf ein Förderband übergibt. Vier individuell angepasste Servomotoren sorgen dafür, dass die Verpackungen exakt zum richtigen Zeitpunkt abgelegt werden und sich das System flexibel auf unterschiedliche Formen, Größen und Materialien einstellen lässt.

Zum Einsatz kommt der Servomotor EGK65-50NR mit durchgehender Hohlwelle aus Edelstahl. Diese Konstruktion bietet hohe Korrosionsbeständigkeit, FDA-Tauglichkeit und eignet sich für hygienisch anspruchsvolle Anwendungen in der Lebensmittel- und Verpackungsindustrie. In

Spannkraftverstärkung für sicheren Halt

Wo Bauteile häufig von Hand befestigt und gelöst werden, sind schneller Sitz und hohe Spannkraft gefragt. Dafür hat Ganter ausgewählte Kreuzgriffmutter, Sterngriffschrauben und verstellbare Klemmhebel mit einer



Bild: Otto Ganter GmbH & Co. KG

Kreuzgriffmutter, Sterngriffschrauben und verstellbare Klemmhebel mit Spannkraftverstärkung.

Spannkraftverstärkung ausgestattet. Eine gehärtete, kugelgelagerte Spannfläche reduziert die Reibung unter dem Schraubenkopf, sodass das Drehmoment nahezu vollständig ins Gewinde übertragen wird. Dadurch lässt sich mit reiner Handkraft eine deutlich höhere Schraubenlängskraft erzielen. Gleichzeitig dreht sich die Spannfläche nicht mit, wodurch Kratzer oder Markierungen auf der Oberfläche vermieden werden. Die Elemente sind in verschiedenen Größen und Gewindevarianten verfügbar und eignen sich für zahlreiche Anwendungen in Industrie und Handwerk, bei denen Bauteile häufig positioniert oder neu fixiert werden müssen.

Kombination mit einer variabel anpassbaren Steckwelle entsteht ein modulares Antriebskonzept, das Wartung und Austausch erleichtert. Gleichzeitig reduziert es Variantenvielfalt und Stillstandzeiten – ein Vorteil für flexible und effiziente Verpackungsprozesse.

Platzsparende Antriebstechnik für FTS und AMR

Auf der Logimat 2026 in Stuttgart präsentiert Wittenstein innovative Antriebslösungen für fahrerlose Transportsysteme (FTS) und autonome mobile Roboter (AMR). Im Mittelpunkt steht das kompakte Servoantriebssystem Cyber iTAS system 2, das aus dem Servoregler Cyber simco drive 2 mit integrierter Safe-Torque-Off-Funktion (SIL3/PLe) und dem leistungsstarken Radaktuator Cyber TAS actuator 2 besteht. Das System kombiniert ho-

he Leistungsdichte mit einem robusten Differentialantrieb und integrierter Bremse.

Ein besonderes Merkmal ist die sogenannte Next Level Safety Architecture, die durch weniger Kabel, Schnittstellen und Bauteile eine einfache Integration sowie geringeren Montage- und Dokumentationsaufwand ermöglicht. Über sichere Bus-Kommunikation mit PROFIsafe und CIP Safety lässt sich das System mit vielen gängigen Safety-Master-Controllern verbinden.

Ergänzt wird das Portfolio durch gehäuselose Servomotoren für kompakte Fahrtriebe, flexibel anpassbare 24- und 48-Volt-Motoren sowie leistungsdichte Kleinservo-Antriebe für Hilfsachsen in mobilen Logistiksystemen.

Bild: Wittenstein SE



Das FTS-Antriebssystem Cyber iTAS system 2 vereint eine schlanke und integrationsfreundliche Sicherheitsarchitektur mit höchster Leistungsdichte, die den Fahrzeugen einen entscheidenden Zugewinn an Performance und damit Produktivität ermöglicht.

Kompakte Metallbalgkupplung für enge Einbauräume

Kollmorgen, Hersteller von Antriebs- und Automatisierungslösungen, hat auf der erstmals in Berlin stattfindenden All about automation sein neues Essentials Motion System gezeigt. Am Messestand erhielten Besucher Einblicke in die Leistungsfähigkeit des Systems und konnten es in einer Live-Demonstration selbst testen. Ein wichtiges Exponat am Kollmorgen-Stand war die Essentials Workstation. Durch die Technik der WorkBench-Software konnten Besucher die Einrichtung und Konfiguration des Systems selbst ausprobieren und unmittelbar erleben, wie es in Betrieb genommen wird und unter realen Bedingungen funktioniert. Das Essentials Motion System wurde für Anwendungen entwickelt, in denen es eine leistungsstarke Servolösung ohne überflüssige Komplexität braucht. Es besteht aus aufeinander abgestimmten Servoantrieben und -reglern mit Einkabeltechnik in einem kompakten Format, das den Großteil gängiger Automatisierungsanforderungen abdeckt.

ANZEIGE

Von Angebot bis Aufstellplanung

Die P'X Industry Solution von Perspectix macht es Maschinen- und Anlagenbauern einfach, Produktsysteme virtuell zu konfigurieren und im Gebäude zu visualisieren. 3D-Konfiguration und Datenaustausch mit Building Information Management (BIM) erleichtern die Arbeit ebenso, wie CAD-, PDM-, ERP- und CRM-Integration.

Die P'X Industry Solution verbindet 3D-Produktkataloge, komplexe Produktlogik und Parametrik sowie vielfältige Auslegungsberechnungen und ermöglicht damit eine fehlerfreie Konfiguration komplexer Maschinen und Anlagen. Integriert mit ERP-, CRM-, PDM- und CAD-Systemen unterstützt das CPQ-System (Configure, Price, Quote) weltweite Vertriebsorganisationen in der Planung, Auslegung, Präsentation und Dokumentation. Von der Produktentwicklung über den technischen Vertrieb bis zur Montage entsteht eine digitale Autobahn, auf der Vertriebsprojekte Höchstgeschwindigkeit erreichen.

Anlagenplanung in Hallendimension

Mit der der P'X Industry Solution werden Maschinen und Anlagen nun noch einfacher im virtuellen Einbauraum konfiguriert. Die Planung und Verwaltung mehrere Stockwerke, Schnitt- und Ausschnittebenen erleichtert die Kollaboration mehrerer Fachbereiche ebenso wie den 3D-Export. Die mit

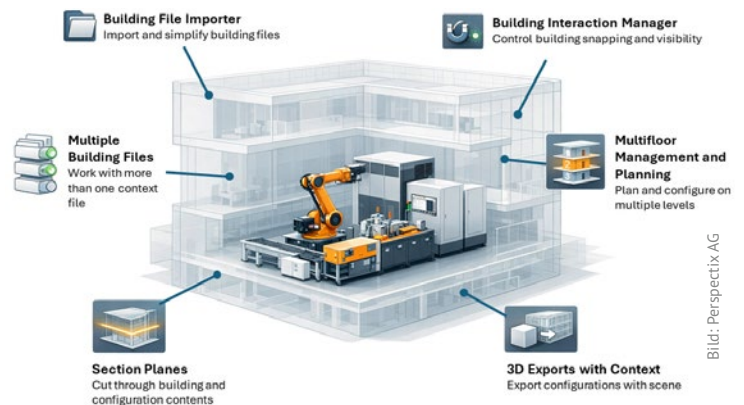


Bild: Perspectix AG

über 100 Parametern und Constraints konfigurierbaren Anlagenkomponenten werden im IFC-Format des Building Information Modeling (BIM) per „drag and drop“ platziert. Die Planung, Präsentation und Abstimmung komplexer Anlagen wird dadurch sicher und effizient.

Fordern Sie dazu unser kostenloses Whitepaper an:
<https://www.perspectix.com/>

PERSPECTIX AG

Hardturmstraße 253, CH 8005 Zürich
 Telefon: +41 44 445 95 95
 E-Mail: Info@perspectix.com
 Internet: www.perspectix.com



Lineartechnik für die Medizin der Zukunft

Die Medizintechnik ebnet mit modernen Technologien der Gesundheitsversorgung den Weg in die Zukunft. Als Spezialist für lineare Bewegungssysteme unterstützt Rollon die dynamische Wachstumsbranche mit präzisen, hygienischen und maßgeschneiderten Lösungen. **VON LARS BRANDSTÄTER**

Kaum eine andere Branche ist so innovationsgetrieben wie die Medizintechnik. Ihre neuen Produkte, Technologien und Verfahren bilden den Grundstein für medizinischen Fortschritt und tragen damit maßgeblich zur Verbesserung der Patientenversorgung bei. Bestandteil vieler Maschinen und Geräte zur Diagnose, Behandlung und Therapie ist – zum Teil für das menschliche Auge zunächst unsichtbare – Lineartechnik. Als Spezialist für lineare Bewegungslösungen kennt Rollon die besonderen Anforderungen der Medizintechnik genau und unterstützt die Zukunftsbranche mit seinem technischen Know-how dabei, den Patientenkomfort zu verbessern, die Arbeit des Gesundheitspersonals ergonomisch zu erleichtern und die Effizienz in Krankenhäusern und Kliniken zu steigern. „Produktdesigner haben ständig hervorragende Ideen dazu, was zur Unterstützung einer besseren medizinischen Versorgung und Praxis möglich ist“, so Andreas Kaiser, Senior Sales Manager DACH/NL bei der Rollon GmbH. „Wir bieten fundiertes Wissen und ein umfangreiches Portfolio anpassbarer

Lösungen, mit denen diese Ideen in allen Aspekten der Patientenversorgung Wirklichkeit werden können.“

Ob steigender Komplexitätsgrad bei bildgebenden Verfahren, der Einsatz von Operationsrobotern oder automatisierte Trainingsgeräte zur Gangtherapie: Die Medizintechnik entwickelt sich rasant weiter und stellt damit auch die Lieferanten mechanischer Systeme und Komponenten vor immer neue Herausforderungen. Dank seiner hohen Entwicklungs- und Anwendungskompetenz kann Rollon mit diesem hohen Innovationstempo locker Schritt halten und steht den Herstellern medizintechnischer Geräte als verlässlicher Technologiepartner und Wegbereiter zur Seite. „Wir sind einzigartig und Spezialist für individuelle Kundenlösungen. Das ist es, was gebraucht wird, um dieser Branche ein kompetenter Partner zu sein“, erklärt Andreas Kaiser. „Kunden in der Medizintechnik haben ihre eigenen technischen Anforderungen und Vorlieben, und 100 Prozent unserer Innovationen sind in irgendeiner Weise kundenspezifisch.“

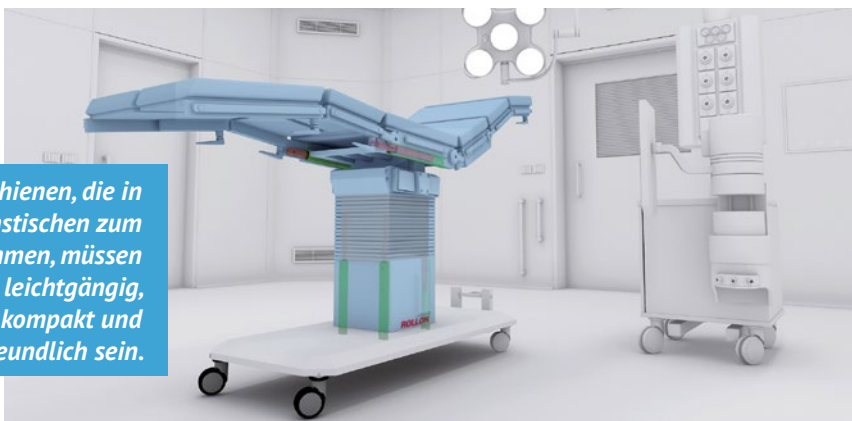
Weiteres Plus: Die Unternehmensgruppe vereint die etablierten Marken Rollon, Nadella, Shuton-Ipiranga, Durbal, Chia-vette Unificate und Rosa Sistemi unter einem Dach und bietet damit ein einzigartiges Entwicklungs-, Fertigungs- und Anwendungs-Know-how.

Hygiene, Komfort, Präzision

Die Medizintechnik stellt zwei Grundanforderungen: Hygiene und Präzision. Räumlichkeiten und Geräte sollen immer sauber und leicht zu reinigen sein, die Komponenten entsprechend korrosionsgeschützt. Für zuverlässige Ergebnisse muss das Leistungsniveau der Systeme präzise und stabil sein. Zudem sind Belastbarkeit, ein niedriges Geräuschniveau, Wartungsarmut und Kompaktheit gefragt.

Auf Basis seines umfassenden modularen Portfolios an Linear- und Bogenführungen, Teleskopschienen, Linearachsen, Kugelgewindtrieben, Gelenkköpfen und Nadellagern realisiert Rollon sowohl wirtschaftliche Standard- als auch maßgeschneiderte Systemlösungen, die den Anforderungen der länderspezifischen Medizinproduktgesetze entsprechen. Eine besondere Expertise liegt dabei im Bereich kundenspezifischer Produkte. Ob bauliche Anpassungen, spezielle Korrosionsschutzbeschichtungen oder innovative Neuentwicklungen: Alle Lösungen werden individuell konzipiert und passgenau auf die jeweilige Applikation zugeschnitten. Das Einsatzspektrum reicht von ergonomischen und komfortablen Patientenliegen, bewegbaren Röntgengeräten und -tischen sowie C-Bögen über Operationstische, Betten, Rehabilitationsgeräte und Diagno-

Teleskopschienen, die in Operationstischen zum Einsatz kommen, müssen leise, leichtgängig, belastbar, kompakt und hygienefreundlich sein.





Überall dort, wo es um, am oder mit dem Patienten um Bewegung geht, ist Linear-technik von Rollon gefragt.

sesysteme für Liquid Handling bis hin zur Lagerautomatisierung sowie Produktionsanlagen zur Proben-vorbereitung, -dosierung und -bearbeitung.

Hochpräzise Bilddiagnostik

In der Radiologie hilft Rollon-Technologie beispielsweise dabei, Patienten bei Röntgen-, MRT- und nuklearmedizinischen Bildgebungen präzise und sicher in die gewünschte Position zu bringen. Linearführungen wie die Easyslide, X-Rail oder Compact Rail zeichnen sich durch sanfte, geräuscharme Bewegungen sowie eine hohe Strapazierfähigkeit aus und ermöglichen präzise Positionierung. Das garantiert genaue Bilder und damit eine gezielte Diagnose. Patientenliegen sind dabei nur ein Einsatzfeld in der Bilddiagnostik, auch die Verstellung der Röntgeneräte erfolgt mittels linearer Lösungen von Rollon. So werden die kreisförmigen Bewegungen des C-Bogens, der zum intraoperativen Röntgen genutzt wird, durch Bogenführungen wie die Rollon Curviline realisiert.

Ideal für medizintechnische Anwendungen

Apropos Compact Rail: Die kompakten Laufrollenführungen sind in der Medizintechnik besonders stark nachgefragt. Dank ihrer Fähigkeit zur Selbstausrichtung können sie Parallelitätsfehler der Montageflächen in einer oder zwei Ebenen (axial und radial) ebenso perfekt ausgleichen wie auch einen Höhenversatz oder Winkelfehler zwischen den Führungen. Die induktionsgehärteten und geschliffenen Laufbahnen garantieren höchste Präzision, maximale Zuverlässig-



Rollon in der Radiologie: Der gebogene Arm des C-Bogens enthält Bogenführungen wie die Rollon Curviline.

keit sowie leichtgängige und geräuscharme Bewegungen. Da die Laufbahnen sich innerhalb des C-Profiles befinden, sind sie vor Verunreinigungen geschützt. Für höhere Traglasten ist die Compact Rail auch als Plus-Variante mit doppelreihig gelagerten Laufrollen verfügbar.

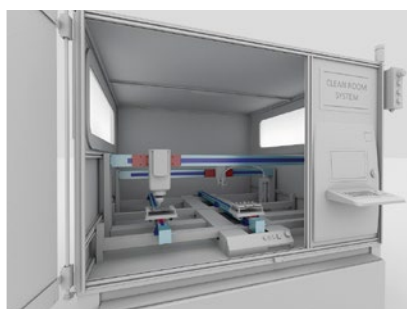
Geht es um Arm- und Beinverstellungen, schlägt die Stunde der Teleskope. Ein Anwendungsfeld ist die robotergestützte Gangtherapie. So werden bewegliche Armlehnen mit Teleskopführungen verwendet, um dem Patienten das Aufsteigen auf das Gerät zu erleichtern. Für die Fußbewegung der Maschine werden ebenfalls Schienensysteme verwendet, die die Vor- und Rückwärtsbewegung des Patienten beim Üben des Gehens unterstützen. Mit der Telescopic Rail bietet Rollon hochbelastbare und biegesteife Teleskopschienen. Die kompakten Auszüge zeichnen sich durch eine hohe Tragfähigkeit sowie lange Lebensdauer aus, sind widerstandsfähig gegenüber Stößen sowie Schwingungen und bieten dank verschiedenster Verriegelungs- und Dämpfungsmechanismen ein hohes Maß

an Sicherheit. Das Herzstück der automatisierten Gangtrainer ist ein Beckenführungssystem, das die Körpermitte des Patienten unterstützt und sich im natürlichen Gang auf und ab bewegt. Im Inneren sorgt eine Rollon-Linearachse für eine sanfte, horizontale Bewegung. Die Achse unterstützt den Patienten, schützt ihn vor zusätzlicher Belastung und fördert ein Gefühl der Schwerelosigkeit.

Alles aus einer Hand

Die Kugelgewindetriebe der Marke Shuntō-Ipiranga (zur Verstellung von Patientenliegen, Tischen, Strahlern, Detektoren und Blenden), leistungsstarke Gelenkköpfe der Marke Durbal (Endoprothetik: Ersatz von Gelenken aller Art) sowie belastbare Nadellager der Marke Nadella für den Einsatz in Infusions- und Medikationsmanagement-Systemen und Dentalbohrern ergänzen das umfassende Portfolio für die Medizintechnik. Die Komponenten sind für anspruchsvolle Einsätze ausgelegt und überzeugen durch Langlebigkeit, Zuverlässigkeit und Qualität. Damit tragen sie zur Sicherheit, Effizienz und Präzision bei.

Mit der verstärkten Nutzung moderner Automatisierungstechnik im Gesundheitswesen wächst auch der Bedarf an linearer Bewegungstechnik. Ein Beispiel ist die ferngesteuerte Robotertechnologie. Diese Fähigkeit könnte den Zugang zu außergewöhnlicher medizinischer Versorgung in die entlegensten und wirtschaftlich am meisten benachteiligten Regionen der Welt erweitern. *anm* ◀



Das Clean Room System von Rollon wurde speziell für Anwendungen im Reinraum entwickelt.

Der Autor, Lars Brandstätter, ist Marketingleiter bei der Rollon GmbH, Düsseldorf



In Heilbronn übergab TGW Logistics ein hochautomatisiertes Intralogistik-System an den Elektrogroßhändler FEGA & Schmitt.

Was für mehr Durchsatz sorgt

Die TGW Logistics GmbH mit Sitz in Marchtrenk (Österreich) rollt weltweit an allen Standorten die P'X Industry Solution von der Perspectix AG in Zürich aus. Mit der Lösung für Computer Aided Planning & Engineering (CAP&E) arbeiten bereits rund 200 Mitarbeitende in Zentraleuropa. Dabei werden Effizienzsteigerungen von 25 bis 30 Prozent erreicht. **VON DR. THOMAS TOSSE**

TGW Logistics plant, implementiert und betreibt hochautomatisierte Fulfillment Center in Wirtschaftsbereichen wie Bekleidung, Lebensmittel, Industrie und Konsumgüter. Das Unternehmen der TGW Future Privatstiftung entwickelt dazu alle Komponenten im eigenen Hause – von der Software über die Robotik bis zu mechatronischen Modulen. Mit mehr als 50 Jahren Erfahrung wird Systemintegration neu definiert. Über 4.500 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen auf drei Kontinenten haben im Geschäftsjahr 2023/24 über eine Milliarde Umsatz erwirtschaftet. Die Kundenliste der umfassenden Intralogistik-Projekte reicht von A wie Adidas bis Z wie Zalando.

Vor kurzem wurde zum Beispiel ein hochautomatisiertes Intralogistik-System einem Elektrogroßhandel übergeben. Es

umfasst ein sechsgassiges Shuttle-Lager mit 160.000 Stellplätzen, Fördertechnik, Pack-Arbeitsplätze, Versandsorter sowie ein Warehouse-Control-System, das sämtliche Abläufe steuert und kontrolliert. Kurze Durchlaufzeiten und effizienter Warenfluss, langfristig ausreichende Lager- und Pufferflächen sowie hohe Umschlaggeschwindigkeiten sind die Ziele der oft monatelangen Planungs- und Optimierungsphasen. „Die räumliche Komplexität dieser Anlagen können selbst Fachleute anhand von Zeichnungen kaum überblicken“, sagt Wolfgang Oberhumer, Projektleiter TGW Layouter. „Deshalb haben wir uns ab 2020 nach einer 3D-Lösung umgesehen, die unsere Anlagenplanung in den Sales- und Realisierungsphasen besser unterstützt, als die 2D-Konstruktion.“

3D-Computer Aided Planning & Engineering

Immer häufiger fragten die Kunden nach 3D-Visualisierungen – was Doppelarbeiten in AutoCAD und einer 3D-Visualisierungslösung führte. „Ein Vorprojekt hat gezeigt, welche Potenziale eine durchgehende 3D-Planung in der Vertriebs- und Realisierungsphase freisetzen kann“, berichtet der Projektleiter. In der Auswahlphase kristallisierte sich die P'X Industry Solution von der Perspectix AG in Zürich als passende Lösung heraus. Sie erlaubt das Computer Aided Planning & Engineering von komplexen Anlagen in hallenfüllenden Dimensionen. Bei der Anlagenkonfiguration werden leichtgewichtige 3D-Modelle aus Katalogen im Hallenlayout platziert. Produktlogik, Para-

Alle Bilder: Perspectix AG

metrik und technische Berechnungen zur Auslegung ermöglichen eine schnelle und fehlerfreie Layoutierung. „Wir haben uns vor allem deshalb für Perspectix entschieden, weil der mittelständische Anbieter sehr flexibel auf unsere Anforderungen und Anpassungswünsche reagieren kann“, rekapituliert Wolfgang Oberhumer.

3D-Technologie erfordert neue Arbeitsweisen

Im Juli 2021 wurde das Einführungsprojekt für den „TGW Layouter“ gestartet. Dabei wurden zunächst die Kataloge der P’X Industry Solution mit 3D-Modellen gefüllt und die Produktlogiken abgebildet. Jedes Produkt hat etwa 70 verschiedene Eigenschaften. Dadurch steigt die Zahl der möglichen Varianten und die Komplexität der einzelnen Produkte erheblich an. Doch dies war nicht die einzige Schwierigkeit.

„Es ging uns auch darum, eine neue Arbeitsweise zu entwickeln, mit der wir Effizienzsteigerungen erreichen“, erinnert sich der Projektleiter. Bisher mussten die Produkte sequenziell bearbeitet werden – mit der neuen Lösung sollten verteilte Mitarbeiter:innen gemeinsam an einem Projekt arbeiten. Mit einem neuen Berechtigungskonzept, bereichsweisen Sperrfunktionen und der Visualisierung, welche Komponenten gerade bearbeitet werden, erweiterte Perspectix die Lösung. Kundendaten wie etwa von Gebäuden können über die Funktionalität Building Information Modeling (BIM) importiert werden. Bis zu acht GigaByte Gebäudedaten können nun in verschiedenen Formaten wie DWG und IFC eingelesen, be-



Für den schwedischen Healthcare-Spezialisten OneMed errichtet TGW Logistics bis Herbst 2026 ein hochautomatisiertes Fulfillment Center in Göteborg.

arbeitet und exportiert werden. Die Daten der bis zu 70.000 Elemente einer Anlage werden einem Folgesystem bereitgestellt.

„Wir haben die Projektzeit genutzt, um den Umstieg vom 2D-Layout auf die völlig neue 3D-Konfiguration so weit wie möglich zu erleichtern“, sagt Wolfgang Oberhumer. „Dabei hat Perspectix uns hervorragend unterstützt.“

Internationaler Roll-out in einem Jahr

Seit Juni 2025 wird die Software nun zunächst im Bereich Zentraleuropa ausgerollt. Dann folgen Nordamerika und Asien, so dass im Juni 2026 die geplanten 600 User erreicht sind – mit dem Ziel, diese Zahl in Zukunft noch zu verdoppeln. Inzwischen sind bereits 200 Nutzer registriert. Während dieser Ramp-up Phase wurden alle bereits gestarteten Projekte mit den bisherigen Werkzeugen fertiggestellt. Bis zum Jahresende sollen 90

Prozent der neuen-Projekte von der Lösung profitieren.

Grundlage für ehrgeizige Wachstumsziele

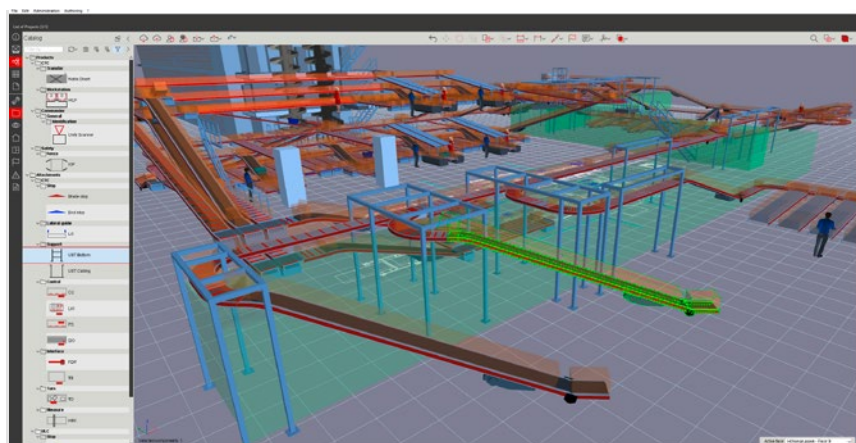
Im Sales Bereich beginnen die Vorteile mit der Übernahme von Gebäudedaten von Partnern und dem Hallenplan von Architekten über die BIM-Schnittstelle. Die eigenen Produkte werden aus Katalogen platziert und etwa zehn notwendige Parameter eingegeben – andere Felder werden automatisch im Hintergrund mit Werten befüllt. Das fertige 3D-Szenario wird dem



Schon während des Roll-outs verzeichnet der Projektleiter 25 bis 30 Prozent Zeitersparnis. Wolfgang Oberhumer

Kunden präsentiert. Notwendige Änderungen können sofort realisiert und erneut dargestellt werden. Früher mussten nach jeder Layoutänderung neue 3D-Visualisierungsdaten für den Kunden angefertigt werden. Da bis zu zehn Mitarbeiter parallel an einem Projekt arbeiten können, werden erheblich kürzere Durchlaufzeiten möglich. Der Produktivitätsvergleich mit der früheren Vorgehensweise fällt eindeutig aus: „Über alle Prozesse hinweg verzeichnen wir durch den neuen Layoutierungsprozess Zeitersparnisse von 25 bis 30 Prozent“, erklärt Wolfgang Oberhumer. „Dadurch können wir unseren Kunden mehr Kapazitäten zur Verfügung stellen und unsere weltweiten Marktanteile weiter ausbauen.“ *anm* ◀

Der Autor, Dr. Thomas Tosse, ist Geschäftsführer von Hightech Marketing e.K.



Detailreiche 3D-Ansichten direkt im Hallengrundriss vermitteln realistische Eindrücke

Mehrere Schritte auf einmal

Als die AKM-Tore GmbH aus dem Westerwald 2007 beschloss, die Abläufe im Unternehmen zu verändern, entschied sie sich dazu, gleich mehrere Schritte auf einmal zu gehen und nicht nur CAD durchgehend für alle Aufträge, sondern mit der Produktkonfigurationslösung CustomX auch eine weitgehende Automatisierung einzuführen. **VON CHRISTIANE HÖLPER**

Vor der Einführung von CustomX arbeitete AKM wie ein typisches Handwerksunternehmen: Hochwertige, individuelle Produkte entstanden meist ohne detaillierte Unterlagen. Voraussetzung dafür war ein enormes Wissen der Mitarbeiter in der Produktion. Unterstützt wurden sie lediglich durch eine selbstprogrammierte Lösung, die einfache Stücklisten lieferte. Ansonsten wurden vom Vertrieb nur Daten zur vorhandenen Öffnung und besondere Wünsche des Kunden über ein Formblatt weitergegeben. Darauf aufbauend erstellte man eine Prinzipskizze, in wenigen Ausnahmen eine CAD-Zeichnung und eben jene Stücklisten, auf denen die Fertigung dann aufbaute.

Leider war die Stückliste der selbstprogrammierten Lösung nur sehr rudimentär und häufig sogar fehlerhaft. Ein weiteres Problem stellte sich nach einigen Nutzungsjahren heraus: die Pflege der programmierten Anwendung war

kaum noch möglich, da die technische Basis sich zwischenzeitlich verändert hatte und das Programm mit der Zeit recht komplex geworden war. Tiefgreifende Programmierkenntnisse waren unerlässlich für Veränderungen. Ein erheblicher Aufwand – zeitlich und monetär – wäre die Folge gewesen.

Kosten- und Zeitdruck in der Tor-Branche

Gleichzeitig hatte sich natürlich auch der Markt weiterentwickelt und so erwartete mittlerweile jeder Kunde schon in einem ganz frühen Stadium eine DWG-Zeichnung und nicht nur eine Auflistung der Tordaten sowie eventuell noch Skizzen dazu. Durch die zunehmende Individualisierung in den meisten Märkten – so auch in der Tor-Branche – war und ist der Kosten- und Zeitdruck enorm hoch. Kunden gehen heute davon aus, dass eine individuelle Planung nicht länger dauert



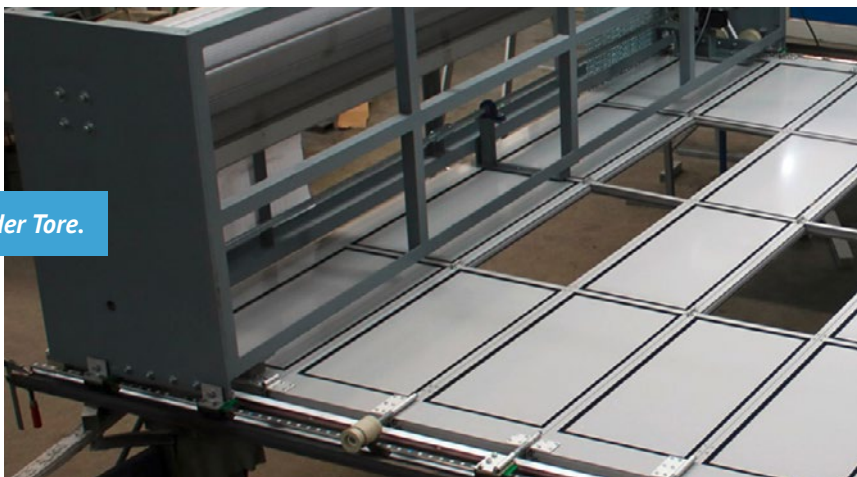
Pro Jahr werden bei AKM rund 2.000 bis 3.000 Tore geplant und gefertigt.

und die gleichen Dokumente liefert wie bei einem Standardprodukt.

Entwicklung zum Industriebetrieb

Es lag also nahe, die in den neunziger Jahren eingeführte CAD-Anwendung auszuweiten, um für alle Aufträge exakte Zeichnungen erstellen zu können. So war es damals (2007) üblich, zahlreiche Unternehmen haben sich für diesen Weg entschieden. Aber bei AKM erkannte man schon sehr früh, dass der Aufwand, jedes einzelne Tor zu zeichnen, viel zu hoch gewesen wäre. Die Verantwortlichen bei AKM wollten nicht nur CAD, sie wollten direkt auch die Automatisierung der Variantenkonstruktion erreichen inklusive aller zugehörigen Dokumente, um AKM zu einem modernen Industriebetrieb zu entwickeln. Die Entscheidung fiel – neben der Einführung von ERP – für die Konfigurationssoftware CustomX aus dem Mensch und Maschine Konzern.

CustomX wurde implementiert und dabei direkt auch an das ERP-System



Montage der Tore.

angebunden. Zunächst gab es ein wenig Widerstand aus dem Vertrieb, der es doch gewohnt war, dass die Produktion mit nur wenigen Vorgaben einfach auf Zuruf beginnen konnte. Das hat sich schnell gelegt, nachdem deutlich wurde, wie sich die Abläufe durch die neue Lösung verbesserten. Heute werden sämtliche Sektionaltore mit customX berechnet und Stücklisten sowie 2D-Zeichnungen erzeugt.

Was so einfach klingt - „Ich habe ein Loch, da muss ein Tor in der passenden Größe rein“ - ist in Wahrheit eine komplexe Berechnung, müssen doch nicht nur Höhe und Breite angepasst, sondern Paneele genau geplant und Führungsschienen berechnet werden. Schließlich soll das Tor nicht einfach nur passen, sondern auch gut in den Gebäudestil integriert werden. Und funktionieren sollte es natürlich auch!

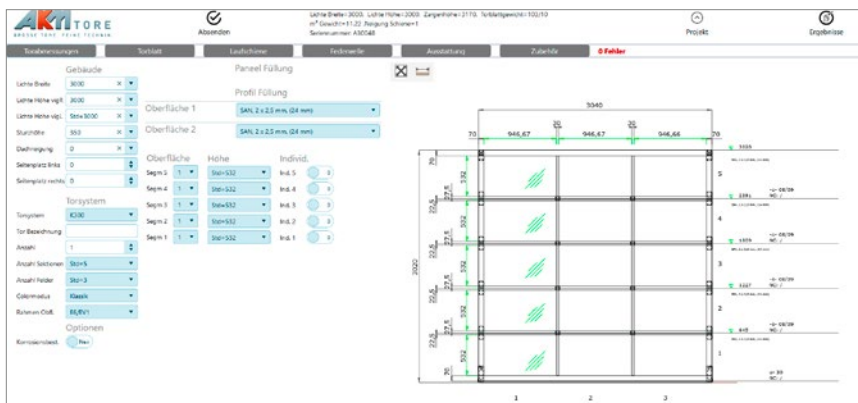
Nutzung für die technische Planung

CustomX wird dabei intern von der technischen Abteilung genutzt, um die Tore zu planen und Dokumente erzeugen zu lassen, die dann wiederum die Grundlage für die Produktion bilden. Ein Vorteil für die Fertigung liegt darin, dass nun die Mitarbeiter dort nicht mehr über eine riesige Menge Spezialwissen verfügen müssen. Dementsprechend schnell funktioniert auch die Einarbeitung neuer Mitarbeiter. Ebenso wird die Suche nach eben jenen vereinfacht, was gerade in Zeiten des Fachkräftemangels von unschätzbarem Wert ist.

Pro Jahr werden bei AKM rund 2.000 bis 3.000 Tore geplant und gefertigt. In zehn Jahren sind so 490.000 Dokumente mit CustomX automatisch entstanden. Dass diese Menge manuell in einem mittelständischen Unternehmen mit 100 Mitarbeitenden nicht erreichbar gewesen wäre, liegt auf der Hand. Gleichzeitig kann man sich jederzeit sicher sein, dass die Dokumente zu 100 % korrekt sind. Die zeitliche Einsparung durch die Einführung von CustomX abzuschätzen, fällt im Fall von AKM allerdings schwer, würde man doch Äpfel mit Birnen vergleichen. Denn erst mit der Einführung der Konfigurationssoftware wurden schließlich Zeichnungen für jedes einzelne Tor erstellt.



AKM-Tore entwickelt, produziert und vertreibt Industrietore und Garagentore.



CustomX wird dabei intern von der technischen Abteilung genutzt, um die Tore zu planen und Dokumente erzeugen zu lassen, die dann wiederum die Grundlage für die Produktion bilden.

Wartungsaufwand minimiert

Sicher hätte man das Ganze auch wieder über eine individuelle Programmierung lösen können. Dann aber wäre ein entscheidender Vorteil von CustomX weggefallen: Die Pflege dieses Systems kann von Mitarbeitern der Technik übernommen werden. Auch nach vielen Betriebsjahren ist dies problemlos möglich, da die Software eine Standardanwendung ist, die nur hin und wieder ein einfaches Update erfordert. So ist auch Tobias Käsgen, Projektverantwortlicher bei AKM, froh, dass in dieser Anwendung Änderungen ganz ohne Programmierkenntnisse vorgenommen werden können: „Teure Programmierer, die noch dazu schlecht verfügbar sind, werden nicht gebraucht, was CustomX sehr flexibel und kostensparend macht.“ Nur bei größeren Änderungen wird ein Mitarbeiter von CustomX hinzugezogen; und dies ist wirklich selten der Fall.

Ausblick

Eine solche Anpassung ist die geplante Erweiterung der ERP-Schnittstelle. Die Anbindung zu ERP ist zwar vorhanden, und die Stücklisten werden auch über diese Schnittstelle generiert, aber die Anbindung soll intensiver werden. Ein weiteres wichtiges Projekt, das demnächst ansteht, ist die Einführung von BIM und damit verbunden der Umstieg auf 3D.

Fazit

Die Erstellung von Zeichnungen, Stücklisten und weiteren Dokumenten wurde nicht nur ermöglicht, sondern direkt digitalisiert und automatisiert. CustomX schafft eine enorme Flexibilität, da keine externen Dienstleister für die Systempflege benötigt werden. *anm* ◀

Die Autorin, Christiane Hölper, ist im Marketing bei CustomX tätig.



© Gorodenkoff/stock.adobe.com

Vom Portfolio zum Baukasten

Im Maschinen- und Anlagenbau sind gewachsene Produktportfolios weit verbreitet. Doch genau das bremst den Vertrieb oft aus. Die Komplexität aus Excel-Listen, Sonderlösungen und verteiltem Expertenwissen wird schnell zu einem Engpass im Angebotsprozess. Mit künstlicher Intelligenz lässt sich dagegen ein strukturierter, effizienter Produktbaukasten entwickeln. **VON DANIEL KAISER**

Was als kundenindividuelle Lösung beginnt, führt im Maschinen- und Anlagenbau oft zu einem komplexen Geflecht aus Varianten, Sonderregeln und historisch gewachsenen Strukturen. Vertrieb, Konstruktion und Produktmanagement arbeiten mit unterschiedlichen Datenständen – Wissen steckt in verteilten Excel-Dateien, technischen Dokumentationen oder in den Köpfen erfahrener Mitarbeitender. Die Folge: Angebotserstellung wird zu einer umfangreichen Recherche-Aufgabe.

Damit Angebote schnell und fehlerfrei entstehen, braucht es eine verlässliche Grundlage: ein Produktmodell, das Merkmale, Abhängigkeiten und Restriktionen eindeutig beschreibt. Auf dieser Basis eröffnen CPQ-Systeme (Configure – Price – Quote) die Chance, komplexe Varianten systematisch zu konfigurieren

und die Produktlogik als Single Source of Truth technisch korrekt abzubilden.

Produktmodellierung als Engpass im Angebotsprozess

In der Praxis wird dieses Produktmodell in vielen Unternehmen noch weitgehend manuell aufgebaut und gepflegt. Produktmerkmale werden aus unterschiedlichen Quellen zusammengetragen, Abhängigkeiten von Experten definiert und Sonderfälle iterativ ergänzt. Mit wachsender Variantenvielfalt steigt dabei nicht nur der Anlage- und Pflegeaufwand, sondern auch das Risiko für Inkonsistenzen und Modellierungsfehler.

Die Folgen zeigen sich im Vertrieb: Der Abstimmungsbedarf zwischen Abteilungen steigt, Fehler bei komplexen Konfigurationen nehmen zu und

Angebotsdurchlaufzeiten verlängern sich. Gleichzeitig bindet die Pflege des Produktmodells wertvolle Expertenressourcen, die an anderer Stelle fehlen.

Die zentrale Frage lautet daher: Wie lassen sich historisch gewachsene und an unterschiedlichen Stellen dokumentierte Produktstrukturen effizient in ein konsistentes, vertriebsgeeignetes Modell überführen?

KI-Produktmodellierung

Moderne KI-gestützte Modellierungsansätze beschleunigen diesen Prozess deutlich. Sie nutzen Verfahren wie Natural Language Processing (NLP), Mustererkennung und Clustering, um bestehende Datenquellen – etwa Excel-Variantenlisten, technische Dokumentationen oder ERP-Stammdaten – systematisch zu analysie-

ren. Dabei identifiziert die KI typische Produktmerkmale wie Leistungsklassen, Baugrößen oder Materialoptionen und analysiert, welche Optionen typischerweise gemeinsam auftreten, sich gegenseitig ausschließen oder nur unter bestimmten Bedingungen zulässig sind. So kann sie beispielsweise feststellen, dass eine bestimmte Motorleistung nur mit definierten Kühloptionen kombiniert wird oder dass bestimmte Materialvarianten ausschließlich in bestimmten Baureihen auftreten.

Aus diesen Mustern werden intelligente Vorschläge für Merkmalsgruppen, Variantenlogiken und Regelwerke abgeleitet. Die KI deckt redundante Varianten auf, macht Inkonsistenzen sichtbar und unterstützt dabei, die Optionsstruktur zu vereinfachen. So entsteht aus verteiltem Wissen ein erster strukturierter Baukastenentwurf, der die reale Produktlogik effizient abbildet.

Im nächsten Schritt prüfen und verfeinern die Fachabteilungen diesen Entwurf und geben schließlich die Modelllogik frei. Die Expertise der Fachabteilungen bleibt auf diese Weise entscheidend, wird durch datenbasierte Vorschläge jedoch wesentlich gezielter eingesetzt. Gleichzeitig entsteht eine transparente Modellbasis, die Abstimmungen reduziert und den Angebotsprozess nachhaltig beschleunigt.

Kontinuierliche Produktmodelloptimierung im CPQ

Der Nutzen erstreckt sich jedoch über die erste Modellierung hinaus. Innerhalb von CPQ-Systemen entstehen fortlaufend Daten über konfigurierte Varianten, gewählte Optionen und regionale Unterschiede im Vertriebsverhalten. Diese Informationen bieten wertvolle Ansatzpunkte, um das Produktmodell kontinuierlich weiterzuentwickeln und Fragen zu beantworten wie: Welche Varianten werden tatsächlich angeboten? Welche Optionen sind wirtschaftlich relevant – und welche kaum genutzt? Wo entstehen regelmäßig Sonderkonfigurationen?

Durch die gezielte Auswertung dieser Daten kann das Produktmanagement Variantenportfolios bereinigen, Baukästen schärfen und Regelwerke vereinfachen. Das Produktmodell wird damit nicht



Bild: © Gorodenkoff/stockadobe.com

mehr als einmaliges Projekt verstanden, sondern als dynamisches Steuerungsinstrument im Vertrieb.

So wird Komplexität beherrschbar: Der Produktbaukasten in Camos CPQ macht Varianten schnell konfigurierbar und Angebote sicher kalkulierbar.

Brücke zwischen Konstruktion und Vertrieb

Ein sauber strukturiertes Produktmodell hat nicht nur Auswirkungen auf den Angebotsprozess. Es schafft auch die Grundlage für die Integration mit CAD-, PLM- und ERP-Systemen. Sind Merkmale und Abhängigkeiten klar definiert, lassen

Ein sauber strukturiertes Produktmodell hat nicht nur Auswirkungen auf den Angebotsprozess. Es schafft auch die Grundlage für die Integration mit CAD-, PLM- und ERP-Systemen.

sich Konfigurationsdaten konsistent an angrenzende Systeme übergeben. Dadurch werden Medienbrüche reduziert, Fehlerquellen minimiert und Durchlaufzeiten verkürzt.

Gerade angesichts des Fachkräftemangels und steigender Produktkomplexität gewinnt diese Durchgängigkeit an Bedeutung. Ein transparentes, datenbasiertes Produktmodell sichert Wissen strukturiert ab und macht es für Vertrieb und Konstruktion gleichermaßen nutzbar.

Vom Baukasten zum Wettbewerbsvorteil

Im Vertrieb variantenreicher Investitionsgüter entscheidet die Qualität des

Im Vertrieb variantenreicher Investitionsgüter entscheidet die Qualität des Produktmodells über Geschwindigkeit und Fehlerquote.

Produktmodells über Geschwindigkeit und Fehlerquote. Die manuelle Konsolidierung gewachsener Produktstrukturen ist jedoch zeitintensiv und ressourcenaufwendig.

KI-gestützte Modellierungsansätze in CPQ-Software wie zum Beispiel Camos CPQ bieten hier eine entscheidende Unterstützung. Sie helfen, bestehende Daten zu strukturieren, Regelwerke

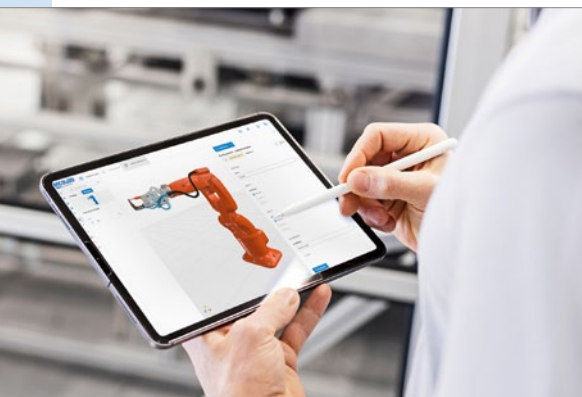
konsistent aufzubauen und Produktmodelle kontinuierlich weiterzuentwickeln. Damit entsteht ein fundierter Baukasten, der nicht nur den Vertrieb effizienter macht, sondern auch die Grundlage für durchgängige Prozesse zwischen Konstruktion, Vertrieb und Produktion schafft.

Variantenvielfalt wird so nicht nur beherrschbar – sondern aktiv steuerbar und strategisch nutzbar. Unternehmen gewinnen Transparenz über ihr Portfolio, können Komplexität gezielt reduzieren und ihre Vertriebsprozesse dauerhaft stabiler und skalierbarer gestalten. *anm* ◀

Der Autor, Daniel Kaiser, ist Teamlead Marketing bei der Camos Software und Beratung GmbH.

Viel mehr als schöne Bilder

CPQ-3D-Konfigurationsplattformen machen Produktwissen erstmals dort nutzbar, wo Entscheidungen wirklich fallen: nämlich im Vertrieb und in der frühen Planung. Grundlage ist ein digitales Echtzeitmodell. Dieses Modell dient allen Beteiligten als Arbeitsbasis. **VON JÖRG THYMM**



3D-Konfiguration ist auf allen Endgeräten möglich: Visuelle Konfiguration eines Industrieroboters am Tablet.

liegt in Silos vor: verteilt auf Menschen, Tabellen und verschiedene isolierte Tools.

Gerade bei variantenreichen Baukastensystemen entstehen so unnötige Iterationsschleifen in der Angebotserstellung: Falsche Maße, ungültige Kombinationen oder nicht prüfbare Einbauvarianten führen zu Rückfragen und verlangsamten Angeboten. Eine digitale Repräsentanz, nahtlos in den Angebots- und Planungsprozess integriert, löst dieses Problem an der Wurzel: Sie bündelt Preise, Regeln, Struktur und Visualisierung in einem Modell.

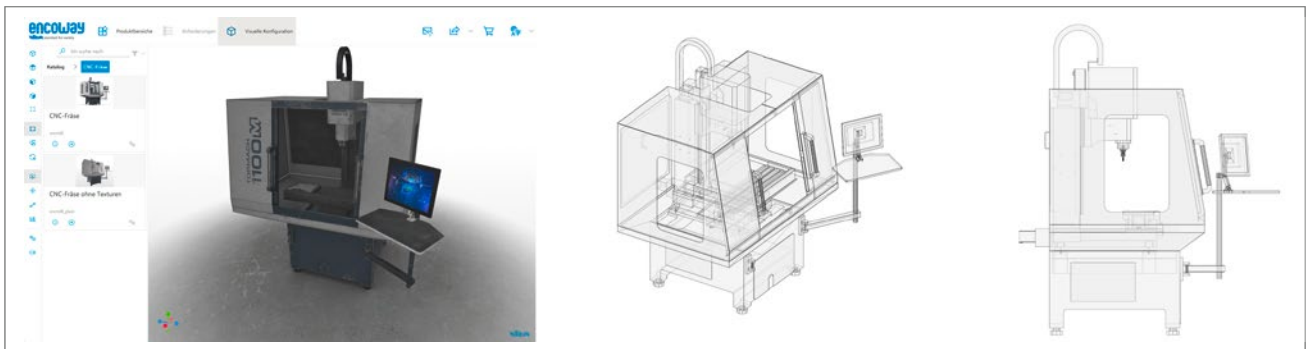
Durchgängigkeit vom Erstgespräch bis zur Planung

Der größte Mehrwert einer digitalen Repräsentanz liegt in der durchgängigen Nutzung derselben Datenbasis über die gesamte Angebotsphase hinweg. Im Kontext einer CPQ-Lösung (Configure-Price-Quote-Lösung), die bereichsübergreifend genutzt wird, entsteht aus 3D ein strategisches Prozesswerkzeug für alle Beteiligten: Was im Erstgespräch als Orientierung dient, wird in der Angebotsphase zum

verlässlichen Visualisierungs- und Kalkulationswerkzeug, in der Planung zur CAD-Grundlage und im späteren Projektverlauf zur Basis für Feinplanung, Simulation, AR-Einbettung oder Serviceprozesse. Durch die klare Zuordnung der Aufgaben kann sich der Vertrieb auf Varianten, Optionen, Preise und Angebote konzentrieren, die Planung prüft die technische Validität und räumliche Machbarkeit, die Konstruktion widmet sich dem Engineering und das Marketing nutzt konsistente Daten.

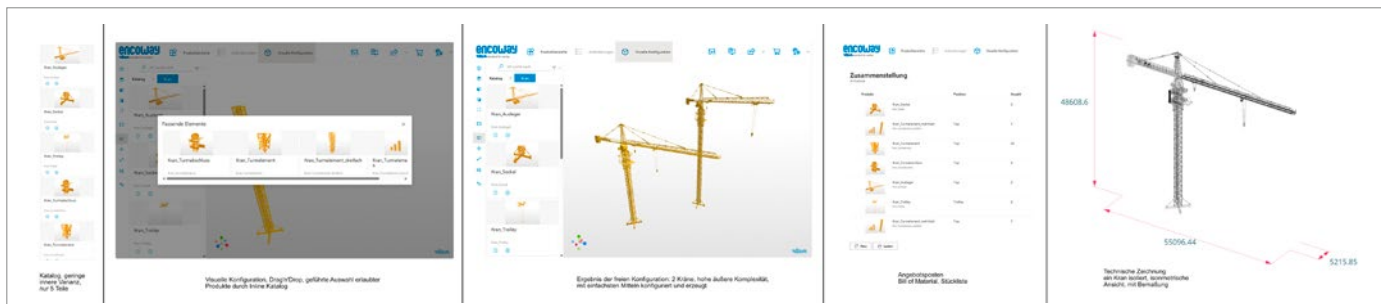
Für das Marketing bieten digitale Echtzeitmodelle einen enormen Hebel: Aus einem zentralen 3D-Modell entstehen automatisiert Packshots, Variantenbilder, Detailansichten oder animierte Sequenzen – komponentenkonsistent und jederzeit aktualisierbar. Statt Fotoshootings mit hohem Aufwand oder 3D-Renderings aus der Medienagentur, genügt ein Klick. Die Time-to-Content sinkt und erlaubt schnelle Reaktionen auf Markttrends. Im Vertrieb wird der Konfigurator zum Dialoginstrument: Kunden sehen live, welche Varianten möglich sind, wie sich Optionen

Viele Unternehmen setzen noch immer auf fragmentierte Abläufe: Preislisten hier, Excel-Konfiguratoren dort, CAD-Prüfungen per E-Mail, Visualisierungen aus externen Quellen. Diese Medienbrüche verursachen Fehlinterpretationen und Wartezeiten. Was hier im Angebot kalkuliert wurde, stimmt oft nicht mit dem visualisierbaren oder tatsächlich baubaren Ergebnis dort überein. Produktwissen

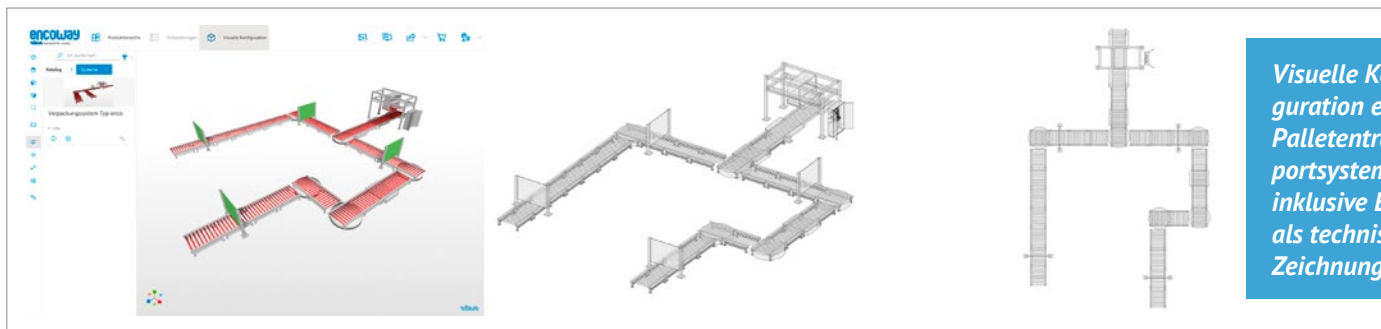


Visuelle Konfiguration einer CNC-Fräse in Encoway CPQ, inklusive Export als technische Zeichnung.

Bilder: Encoway GmbH



Visuelle 3D-Konfiguration eines Krans: Von der Auswahl der passenden Elemente aus der Bibliothek über das Ergebnis der 3D-Konfiguration bis zur Bill of Materials und technischen Zeichnung.



Visuelle Konfiguration eines Palletentransportsystems, inklusive Export als technische Zeichnung.

auf Preis, Maße oder Funktion auswirken und welche Kombinationen technisch zulässig sind. Fehlerhafte Konstellationen werden ausgeschlossen, korrekte entstehen ohne tieferes Technik- oder Konstruktionswissen.

Visuelle Live-Konfiguration

Komplexe Produkte, etwa im Maschinen- und Anlagenbau, lassen sich im Gespräch oft nur schwer beschreiben: unterschiedliche Optionen, Maße, Funktionen und Abhängigkeiten führen schnell zu Missverständnissen. Durch die visuelle Konfiguration werden diese Zusammenhänge erlebbar, jede Auswahl wirkt sich sofort sichtbar auf das 3D-Modell aus: Bauteile „rasten“ im Modell nur dort ein, wo sie erlaubt sind; unzulässige Varianten verschwinden automatisch. Das System erkennt Abstände, Kollisionen und räumliche Konflikte selbstständig und weist darauf hin. So entsteht beim Interessenten ein Verständnis des Produkts, ohne dass technische Zeichnungen oder lange Erklärungen nötig sind – Voraussetzung für schnelle, fundierte Kaufentscheidungen.

Aus einem Guss

Mit der richtigen 3D-Konfiguration basieren alle visualisierten Varianten auf derselben digitalen Repräsentanz, sodass

sämtliche Angebotsunterlagen auf Knopfdruck entstehen können. Dazu gehören fotorealistische Angebotsbilder, bemaßte Ansichten, technische Strichzeichnungen, Explosionsdarstellungen sowie die einheitliche Datengrundlage für spätere Fertigungs- oder Simulationszwecke. Weil keine Daten händisch nachbearbeitet werden müssen, gibt es auch keine Inkonsistenzen zwischen dem, was der Kunde gesehen hat, und dem, was im Angebot steht. Das bedeutet für Vertriebsteams: Sie „liefern“ nicht mehr nach, sondern übergeben bereits im Kundengespräch vollständige und eindeutige Unterlagen.

Planungsfähige CAD- und BIM-Daten in Minuten

In vielen Unternehmen muss die Konstruktion viel Zeit investieren, um aus einer Anfrage ein erstes CAD- oder BIM-Modell abzuleiten – nur um später festzustellen, dass der Auftrag nie erteilt wird. Die digitale Repräsentanz im Kontext einer CPQ-Lösung beseitigt das: Aus jeder gültigen Konfiguration können STEP, IFC, DXF- oder STL-Dateien direkt entstehen, etwa beim CPQ-System von Encoway – automatisch und ohne manuelle Modellierung. Die Daten sind planungsfähig, vollständig und konsistent zur exakten Konfigurationsvariante. So können Planungsprozesse unmittelbar starten.

Rapid Layouting als neuer Standard

Im vielen technischen Branchen entscheidet das räumliche Layout bereits in frühen Phasen über Machbarkeit, Taktzeiten oder Platzbedarf. Mit einer visuellen Konfiguration entsteht das Layout direkt im Vertrieb: Maschinen, Module, Fördererlemente oder Sicherheitseinrichtungen können intuitiv im 3D-Raum platziert werden. Visuelle Anker – vergleichbar mit Schnapp-Magneten – sorgen dafür, dass nur sinnvoll kombinierbare Elemente miteinander verbunden werden.

Sicherheitsabstände, Transportzonen, Höhen oder Kollisionsbereiche werden automatisch geprüft und visualisiert. So entsteht bereits im Erstgespräch ein räumlich valides Grob-Layout, welches bei Beauftragung ohne Medienbruch in die Feinplanung überführt werden kann.

Fazit und Ausblick

3D-Konfiguration verbindet Produktwissen, Regeln und Darstellung in einer konsistenten digitalen Repräsentanz, die Vertrieb, Marketing und Planung gemeinsam nutzen. Entscheidungen fallen so wesentlich schneller, während Fehler drastisch seltener passieren.

Der Autor, Jörg Thymm, ist Leiter 3D-Visualisierung (CPQ) bei Encoway.

Selbst gebaut, sicher betrieben

Fertigungsverantwortliche sollen Anwendungen ohne Programmierkenntnisse und langwierige IT-Projekte selbst erstellen können. Mit generativer KI bekommen erfahren diese Werkzeuge eine weitere Demokratisierung. Doch gerade in produktionskritischen Umgebungen birgt diese Freiheit auch neue Risiken.

VON MICHAEL WINTERGERST

Maschinendaten bleiben ungenutzt, weil Auswertungen Monate dauern. MES-Systeme werden nicht an das ERP-System angebunden, weil Schnittstellen zu aufwändig sind. Standzeiten landen weiter in Excel-Listen, weil individuelle Apps zu teuer erscheinen. Viele Produktionsleiter kennen diese Realität, und sie beschreibt ein grundlegendes Problem: Die Digitalisierung der Fertigung scheitert selten am Willen, sondern an fehlenden IT-Ressourcen. Seit Jahren versprechen Low-Code-Plattformen hier Abhilfe – Fertigungsverantwortliche sollen Anwendungen ohne Programmierkenntnisse und langwierige IT-Projekte selbst erstellen können. Mit generativer KI bekommen diese Werkzeuge zusätzlichen Schub und die Demokratisierung der Softwareentwicklung rückt greifbar nah. Doch gerade in produktionskritischen Umgebungen bringt diese neue Freiheit auch neue Risiken mit sich.

Vom Tool zur Revolution

Was als interessante Tool-Sammlung begann, hat sich zu einem echten Para-

digmenwechsel entwickelt. Low-Code erweitert den Kreis derjenigen, die aktiv zur digitalen Agenda beitragen können, weit über klassische Entwicklerteams hinaus. Das gilt für das Baugewerbe, in dem häufig nur eine Person für die gesamte IT zuständig ist, ebenso wie für den produzierenden Mittelstand, wo Maschinenführer ihre Prozesse besser kennen als jedes externe Projektteam. Low-Code funktioniert deshalb so gut, weil es keine große IT-Abteilung mehr voraussetzt. Technisch fungieren diese Plattformen als Middleware zwischen verschiedenen Geschäftssystemen: Vorgefertigte Konnektoren werden per Drag-and-drop verbunden, komplexe Prozesse lassen sich in Echtzeit automatisieren. Der Produktionsleiter kann sich endlich selbst die Auswertungsmatrix bauen, die er seit Jahren von der IT fordert, und die Erstellungszeit einer individuellen Wartungs-Anwendung reduziert sich für einen Instandhalter von Monaten auf wenige Tage.

KI als Beschleuniger

Künstliche Intelligenz macht Low-Code noch zugänglicher, indem sie den letz-

ten verbliebenen Schritt vereinfacht: Statt Diagramme zu zeichnen und Kästchen anzuordnen, genügt heute eine Beschreibung in natürlicher Sprache, und die Plattform generiert automatisch Formulare und Datentabellen. Die Effizienzgewinne sind messbar, Produktteams sparen durchschnittlich rund zwei Stunden am Tag [1]. Doch wie bei jeder Medaille gibt es auch hier eine Kehrseite. Eine aktuelle Analyse des Sicherheitsunternehmens Armis Labs [2] macht das Risikopotenzial sichtbar. Im Rahmen eines simulierten Szenarios, bei dem ein IT-Team einen auf Geschwindigkeit gepolten KI-Code-Assistenten einsetzte, entstanden 18 kritische Sicherheitslücken. Darunter waren Cross-Site-Scripting (eingeschleuster Schadcode, der im Browser anderer Nutzer ausgeführt wird), SQL-Injection (manipulierte Datenbankabfragen, die Angreifern Zugriff auf sensible Daten verschaffen) und unzureichende Authentifizierung (fehlende oder zu schwache Absicherung von Zugängen, die unbefugten Zugriff ermöglicht). Das Erschreckende daran: Der generierte Code sah auf den ersten Blick plausibel aus. Die Schwachstellen versteckten sich



in Abhängigkeiten, veralteten Bibliotheken und impliziten Annahmen, die das Modell aus seinem Training mitgebracht hatte. KI-gestützte Code-Assistenten sind eben nur so verlässlich wie ihre Trainingsdaten und können unbewusst unsichere Muster reproduzieren, ohne dass der Anwender es bemerkt.

In der Fertigung verschärft sich dieses Problem erheblich. Sogenannte Citizen Developer, also Nicht-IT-Mitarbeitende, die eigene Anwendungen bauen, haben oft nicht die Expertise, solche Lücken zu erkennen, weshalb der Code teilweise ohne Security-Check in Produktivumgebungen landet. In der vernetzten Produktion, wo Operational Technology und Information Technology zusammenwachsen und Maschinensteuerungen mit Unternehmenssystemen kommunizieren, können solche Schwachstellen weit über den digitalen Raum hinaus erhebliche Folgen haben.

Der Ausweg: Sicherheit by Design

Die Lösung liegt in Plattformen, die Sicherheit von Anfang an mitdenken, statt sie als nachgelagerte Prüfinstanz zu behandeln. Die Branche setzt dafür zunehmend auf „Shift Left Security“, das heißt Sicherheit wird nicht am Ende kontrolliert, sondern schon beim Schreiben des Codes explizit berücksichtigt. Der Grundgedanke dahinter ist einfach: Je früher eine Schwachstelle entdeckt wird, desto einfacher und günstiger lässt sie sich beheben. In der Praxis bedeutet das ein Zusammenspiel verschiedener spezialisierter Werkzeuge. Statische Code-Analyse (SAST) durchsucht den Quellcode automatisch nach typischen Schwachstellenmustern, noch bevor die Anwendung überhaupt ausgeführt wird. Software-Komponenten-Analyse (SCA) prüft, ob verwendete Open-Source-Bibliotheken bekannte Sicherheitslücken enthalten, was angesichts der hohen Ab-

hängigkeit moderner Anwendungen von externen Paketen besonders relevant ist. Secrets Detection spürt sensible Daten wie versehentlich hinterlegte Passwörter oder API-Keys zuverlässig auf, während CI/CD-Security-Tools die automatisierten Build- und Deployment-Prozesse absichern und dafür sorgen, dass unsicherer Code gar nicht erst in die Produktivumgebung gelangt. Die nächste Stufe sind KI-native Application Security Platforms, die KI nicht nur kontrollieren, sondern proaktiv zur Generierung sicheren Codes einsetzen. Die GenAI-Funktionalität ist dabei fest integriert und unterliegt klar definierten Sicherheitsregularien. Das Modell lernt aus den Korrekturen menschlicher Entwickler und gibt kontinuierlich Feedback, ob Code-Änderungen den geltenden Standards entsprechen.

Governance: Freiheit braucht Leitplanken

Mehr Eigenverantwortung für Fachabteilungen bedeutet nicht den Verzicht auf Kontrolle. Moderne Low-Code-Plattformen schaffen dabei eine klare Rollenverteilung: Die IT verantwortet Sicherheit und Governance, die Fachabteilungen behalten die Freiheit, schnell und eigenständig zu entwickeln. IT-Abteilungen behalten dabei die volle Kontrolle, ohne zum Flaschenhals zu werden. Sie stellen sichere Bausteine bereit, definieren Standards und überwachen die Compliance, während Citizen Developer innerhalb dieses Rahmens eigenständig arbeiten.

In der Praxis gibt die IT einen Werkzeugkasten vor, aus dem sich die Fachabteilungen frei bedienen können. Alles, was außerhalb dieses Rahmens liegt, wird über die klassische Entwicklung umgesetzt. So entsteht keine Schatten-IT, sondern eine kontrollierte Erweiterung der Entwicklungskapazitäten auf Basis validierter Komponenten und innerhalb klar definierter Grenzen.

Fazit

Künstliche Intelligenz verändert die Softwareentwicklung grundlegend und steigert die Produktivität spürbar, setzt aber eine durchdachte Sicherheitsstrategie voraus. Low-Code und KI sind keine Allheilmittel, bieten dem Mittelstand aber einen pragmatischen Weg, Systeme flexibler und effizienter zu gestalten,



Sicherheit sollte schon beim Schreiben des Codes explizit berücksichtigt werden.

sofern integrierte Sicherheitsmechanismen und klare Governance-Strukturen von Anfang an mitgedacht werden. Die Frage ist längst nicht mehr, ob der Mittelstand diese Werkzeuge nutzen sollte, sondern wie er am intelligentesten mit ihnen umgeht. Wer Sicherheit und Governance als Teil der Lösung begreift und nicht als Bremse, schafft die Basis für eine zukunftsfähige Fertigung. Zwischen Geschwindigkeit und Sicherheit, Selbstbestimmung und Wildwuchs muss jedes Unternehmen seine eigene Balance finden. Die Werkzeuge dafür stehen bereit.

anm ◀

[1] <https://beyondbuzzwords.de/blog/lowcode-verschraenkt-die-produktion-mit-dem-erp>

[2] <https://www.armis.com/blog/deepseek-and-the-security-risks-part-ii-when-automation-goes-wrong/>

Der Autor, Michael Wintergerst, ist CAIO bei Proalpha.



Bild: © Bastian Wietjen/stock.adobe.com

Zuverlässige und anpassbare Fertigung

Das Werk von Huhtamaki in Franeker hat damit begonnen, seine Automatisierungssysteme von älteren seriellen Netzwerkstandards auf CC-Link IE Field umzurüsten. Die offene industrielle Ethernet-Technologie für die Automatisierung bietet aufgrund ihrer Gigabit-Bandbreite eine größere Leistung und bessere Diagnosemöglichkeiten. **VON ALBERT BRUINING UND JOHN BROWETT**

Das Werk von Huhtamaki in Franeker in den Niederlanden stellt jede Woche mehr als elf Millionen Eierkartons aus Recyclingpapier her. Um diese Produktion rund um die Uhr aufrechtzuerhalten, setzt das Werk auf hochautomatisierte Fertigungslinien die zuverlässig, wartungsfreundlich und an zukünftige Anforderungen anpassbar sein müssen.

Um dieses Ziel zu erreichen, hat das Werk damit begonnen, seine Automatisierungssysteme von älteren seriellen Netzwerkstandards auf CC-Link IE Field umzurüsten. Diese ist eine offene industrielle Ethernet-Technologie für die Automatisierungstechnik, die aufgrund ihrer Gigabit-Bandbreite eine größere Leistung und bessere Diagnosemöglichkeiten bietet. Die Umstellung wurde bereits in den Produktionslinien des Werks umgesetzt und hat nennenswerte Ergebnisse erzielt. Die Wartung wird über

das Netzwerk gewonnene eindeutige Diagnosedaten rationalisiert, die Komplexität reduziert, die Fehlerbehebung vereinfacht und somit die Stillstandszeit verkürzt. Infolgedessen wird CC-Link IE Field nun als Standard für zukünftige Upgrades des Standorts dienen.

Langfristige Investitionen in die Automatisierung

Das Werk in Franeker verfügt über ein effizientes Ingenieurteam, das sowohl für die Wartung der Altanlagen als auch für die Entwicklung neuer Lösungen im eigenen Haus verantwortlich ist. Nach jahrzehntelanger Zusammenarbeit mit Mitsubishi Electric hat das Werk seine Systeme schrittweise auf SPSen der MELSEC iQ-R-Serie und CC-Link IE Field umgestellt.

Man will bei Huhtamaki ständige Änderungen vermeiden. Die Systeme sollen auch in zehn Jahren noch funk-

tionieren. Eine Aktualisierung der Technologie muss klare, langfristige Vorteile bieten – und bei CC-Link IE Field ist dies der Fall.

Das neue Netzwerk wurde im Rahmen einer umfassenden Modernisierung des Steuerungssystems eingeführt, bei der auch die SPS, Frequenzumrichter und HMIs einer älteren Maschine aktualisiert wurden. Die Umstellung auf CC-Link IE Field bringt Vorteile, wie verbesserte Fehlerdiagnose, flexiblere Verkabelungsstruktur und einfachere Hardwarekonfigurationen mit sich. Dies hat sowohl die Inbetriebnahme als auch den langfristigen Instandhaltung für das Ingenieurteam erheblich vereinfacht.

Verbesserte Diagnose reduziert Ausfallzeiten

Einer der Hauptgründe für die Abkehr von der bisherigen Netzwerkkonfiguration war die begrenzte Verfügbarkeit von Diagnosedaten. „Mit unseren alten Systemen kann man zwar erkennen, ob ein Gerät online ist oder nicht, aber mehr auch nicht. Das bedeutet, dass es bei einem Fehler schwieriger ist, die Ursache zu lokalisieren“, sagt Albert Bruining. „Man benötigt möglicherweise zusätzliche Messgeräte oder Softwaretools, um das Problem zu analysieren.“



Bild 1: Das Huhtamaki-Werk in Franeker produziert wöchentlich mehr als 11 Millionen Eierkartons aus Recyclingpapier.

Bilder: Huhtamaki

Mit CC-Link IE Field sind Diagnoseinformationen sofort verfügbar und lassen sich einfacher direkt in die SPS und in das HMI integrieren. Das bedeutet eindeutige Fehlermeldungen für das Wartungsteam, schnellere Fehlerbehebung und somit kürzere Ausfallzeiten. Bei einem Kommunikationsfehler kann das HMI genau angeben, welche Netzwerkkomponente oder welches Kabel betroffen ist. Das macht die Fehlerbehebung viel schneller und effizienter.

Diese zusätzlichen Erkenntnisse sind für eine Produktion, die rund um die Uhr in Betrieb ist, in der Ausfallzeiten erhebliche Auswirkungen auf den Durchsatz und Lieferverpflichtungen haben, sehr wertvoll.

Ein flexibles und vereinfachtes Netzwerk

Neben der verbesserten Diagnose bot die Umstellung auf CC-Link IE Field auch praktische Vorteile bei der Installation und Wartung. Im Gegensatz zu seriellen Netzwerken, die auf Daisy-Chain-Verbindungen basieren, ermöglicht die Ethernet-basierte Struktur von CC-Link IE Field eine Sterntopologie unter Verwendung von Standard-Switchen. Das bedeutet, dass ein Fehler in einem Kabel nicht das gesamte Netzwerk stoppt. Dies ist ein weiterer wichtiger Faktor für die Gewährleistung der Verfügbarkeit. Hiermit wird der Betrieb in der Größenordnung des Werks in Franeker aufrechterhalten.

Auch die Verwendung von Standardkabeln erwies sich als vorteilhaft. Bei der alten Technologie benötigte man spezielle Kabel, die nicht immer leicht zu beschaffen waren. Mit CC-Link IE Field lassen sich hingegen hochwertige Standard-Ethernet-Kabel verwenden, was die Beschaffung und Logistik erheblich vereinfacht. Darüber hinaus sind die neueren Frequenzrichter von Mitsubishi Electric mit CC-Link IE Field Schnittstellen ausgestattet, sodass die zuvor für die bestehende Lösung erforderlichen Erweiterungskarten entfallen. So müssen weniger Komponenten installiert und gewartet werden.

Ein Standard für die Zukunft

Der Erfolg von CC-Link IE Field hat das Ingenieurteam dazu veranlasst, diese

Bild 2: Der Wechsel zu CC-Link IE Field brachte Vorteile wie eine verbesserte Fehlerdiagnose, eine flexiblere Verdrahtungsstruktur und einfachere Hardwarekonfigurationen.

Bild 3 (unten): Um die Produktion rund um die Uhr aufrechtzuerhalten, setzt das Werk auf hochautomatisierte Produktionslinien, die stabil, wartungsfreundlich und anpassungsfähig an zukünftige Bedürfnisse sein müssen.



Netzwerktechnologie als Standortstandard in Franeker für zukünftige Automatisierungsprojekte zu übernehmen. Mit der Ausmusterung älterer Maschinen wird das neue Netzwerk weiter in der gesamten Anlage ausgebaut.

Das Werk in Franeker entwickelt und baut weiterhin einen Großteil seiner Maschinen intern unter Verwendung von Automatisierungshardware von Mitsubishi Electric. Denn Mitsubishi Electric setzt mit seinen Automatisierungslösungen auf die CC-Link IE-Technologie und Mitglied des CLPA-Vorstands. Somit ist der Einsatz der CC-Link-Technologie gut etabliert und wird entsprechend weiter ausgebaut. Die Einführung von CC-Link-Technologien ist für Hersteller eine zuverlässige Möglichkeit, sich für die Zukunft zu rüsten.

Die CC-Link Partner Association ist bestrebt, offene Netzwerklösungen anzubieten, die den Anforderungen der

Industrie heute und in Zukunft gerecht werden. Zusätzlich zu CC-Link IE wird auch CC-Link IE TSN angeboten, wodurch es für Anwender einfacher wird, Hochgeschwindigkeitssteuerungen und Daten auf Unternehmensebene in einem deterministischen Netzwerk zu integrieren, das für die Anforderungen moderner intelligenter Fabriken gerüstet ist. Wenn Huhtamaki zukünftige Upgrades plant, wird CC-Link IE TSN es dem Unternehmen ermöglichen, die Anforderungen der digitalisierten Fertigung zu erfüllen, indem es die Grundlage für eine konvergente Gigabit-Architektur mit zeitkritischen Netzwerken bildet. Dies bietet dem Werk in Franeker das Potenzial, seine weltweit führende Position auch in Zukunft zu behaupten. *anm* ◀

Die Autoren: Albert Bruining, ist Electrical Engineer bei Huhtamaki und John Browett, ist General Manager at CC-Link Partner Association – Europe.

Wo Entwicklung, IT und Produktion zusammenwachsen

Mit ihrer Industrial-Metaverse-Plattform metys und dem integrierten AI-Factory-Ansatz entsteht eine industrielle Umgebung, in der Daten, Prozesse, Menschen und KI-Modelle sinnvoll zusammenwirken. Im Interview erklärt Jan Berner, Leiter Technik und Prozesse bei der EDAG Group, wie Unternehmen davon profitieren können.

Autocad Magazin: Herr Berner, wo liegen heute in Fertigungsunternehmen die typischen Hürden an den Schnittstellen zwischen Entwicklung, IT und Produktion?

Jan Berner: In vielen Unternehmen gibt es nach wie vor deutliche Brüche zwischen den einzelnen Bereichen. Entwicklung, IT und Produktion arbeiten häufig in getrennten Systemen und Prozessen. Genau hier setzen wir mit unserem Ansatz rund um das Industrial Metaverse an.

Durch kollaboratives Arbeiten auf gemeinsamen Plattformen lassen sich diese Brücken zwischen den unterschiedlichen Domänen schlagen. Teams aus Entwicklung, Produktionsplanung oder Betrieb greifen auf dieselben Daten und Modelle zu und können enger zusammenarbeiten.

Methoden wie Simultaneous Engineering gibt es zwar schon seit vielen Jahren, aber durch neue technologische Möglichkeiten lassen sich diese Prozesse heute deutlich stärker verzahnen.

Welche Rolle spielt dabei die Industrial-Metaverse-Plattform metys von EDAG?

Jan Berner: Die Industrial-Metaverse-Plattform metys bildet in diesem Zusammenhang einen zentralen Knotenpunkt. Sie fungiert als Integrations- und Kollaborationsumgebung und verbindet Entwicklungsdaten, 3D-Modelle und Projektinformationen miteinander.

Komplexe technische Zusammenhänge werden dadurch visuell verständlich dargestellt, sodass unterschiedliche Fachdisziplinen leichter gemeinsam an Projekten arbeiten können. Die Plattform ist modular aufgebaut und kann flexibel betrieben werden – entweder On-Premise oder in einer Cloud- beziehungsweise Sovereign-Cloud-Umgebung.

Wie geht EDAG konkret vor, um diese Plattform bei Kunden zu implementieren?

Jan Berner: Wir beginnen in der Regel mit einer klassischen Anforderungsanalyse. Gemeinsam mit dem Kunden identifizieren wir die Bereiche, in denen sich der

größte Nutzen erzielen lässt. Anschließend wählen wir gezielt einen konkreten Use Case aus – beispielsweise aus der Entwicklung oder aus der Produktion.

Auf dieser Grundlage setzen wir häufig zunächst ein Minimal Viable Product um. So kann der Kunde direkt nachvollziehen, welchen Mehrwert ein Industrial-Metaverse-Ansatz in seinem konkreten Umfeld bringt.

Technisch ist der Einstieg niedrigschwellig. Die Plattform kann beispielsweise von uns gehostet werden, sodass der Kunde zunächst keine eigene Infrastruktur aufbauen muss. Alternativ kann sie auch in der Cloud-Umgebung des Kunden betrieben werden. Viele große Industrieunternehmen verfügen bereits über eigene Cloud-Infrastrukturen bei Anbietern wie Amazon oder Microsoft Azure, auf denen solche Lösungen ebenfalls laufen können.

Wie lassen sich bestehende Systeme wie CAD, PLM, ERP oder IoT-Lösungen intelligent in eine solche Industrial-Metaverse-Umgebung integrieren?

Jan Berner: Ein entscheidender Punkt ist, dass bestehende Systeme nicht ersetzt werden müssen. Unternehmen verfügen bereits über etablierte Lösungen für Konstruktion, Produktdatenmanagement oder Produktionsplanung.

In der Industrial-Metaverse-Umgebung werden diese Systeme über Schnittstellen intelligent angebunden. CAD-, PLM-, ERP- oder IoT-Daten können so in eine gemeinsame virtuelle Umgebung integriert werden. Die Plattform



„Wenn Mechanik, Elektronik, Software sowie Aspekte wie Gebäudetechnik und Produktionstechnik in einem gemeinsamen Modell zusammengeführt werden, können mögliche Probleme frühzeitig erkannt werden.“

Jan Berner, Leiter Technik und Prozesse bei der EDAG Group



Bild: EDAG Group

lässt sich je nach Bedarf als lizenzierte SaaS- oder PaaS-Lösung in die bestehende Systemlandschaft einbinden oder im Rahmen von Entwicklungsprojekten nutzen.

Gerade im Projektgeschäft zeigt sich der Vorteil sehr deutlich: Entwicklungsstände, Alternativen und mögliche Risiken können frühzeitig visualisiert und bewertet werden. Dadurch lassen sich Entscheidungsprozesse deutlich beschleunigen.

Was verbirgt sich hinter dem AI-Readiness-Check und inwiefern trägt dieser dazu dabei, den digitalen Reifegrad entlang des gesamten Produktentstehungsprozesses transparent zu machen?

Jan Berner: Viele Unternehmen experimentieren heute mit einzelnen KI-Anwendungen. Wir verfolgen dagegen einen strukturierten Ansatz. Einen Einstieg bietet unser AI-Readiness-Check, den wir bestehenden und potenziellen

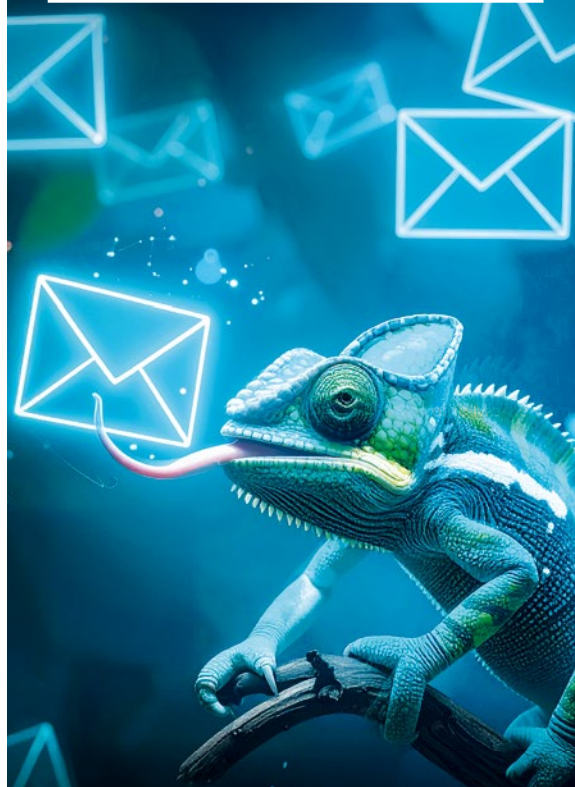
Kunden anbieten. Dabei analysieren wir zunächst den digitalen Reifegrad entlang des gesamten Produktentstehungsprozesses – von der Datenverfügbarkeit über organisatorische Strukturen bis hin zur bestehenden IT-Landschaft. Ziel ist es, ein klares Bild darüber zu erhalten, welche Voraussetzungen bereits vorhanden sind und wo noch Lücken bestehen.

Auf dieser Grundlage entwickeln wir gemeinsam mit dem Kunden eine konkrete Umsetzungs-Roadmap. Darin werden priorisierte Use Cases definiert und auch wirtschaftlich bewertet. Gleichzeitig fließen Referenzarchitekturen und Best Practices in diese Analyse ein. Unternehmen erkennen dadurch frühzeitig, welche Komponenten – von Hardware über Software bis zu Prozessen – am besten zu ihrem Zielbild passen.

Welche Potenziale eröffnet Reinforcement Learning in der industriellen Automatisierung?

AUS DEM
BRANCHENDICKICHT
GESCHNAPPT!

**DER
NEWSLETTER,
DER ZU
IHNEN PASST.**



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



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

AUTOCAD
MAGAZIN

eine Marke vom

**WIN
VERLAG**



INDUSTRIAL METAVERSE: BRÜCKE ZWISCHEN ENTWICKLUNG UND PRODUKTION

Viele Industrieunternehmen scheitern bei der Einführung von KI nicht an fehlenden Ideen, sondern an fragmentierten Daten, inkompatiblen Tools und isolierten Prozessen zwischen Entwicklung, IT und Produktion. Eine Industrial-Metaverse-Plattform wie metys schafft hier eine gemeinsame digitale Arbeitsumgebung, in der Daten, Modelle und Projektdaten zusammengeführt werden. Digitale Zwillinge ermöglichen es, Produkte, Anlagen und Prozesse zunächst virtuell zu entwickeln und zu testen, bevor sie real umgesetzt werden.

Ein strukturierter Einstieg erfolgt über einen AI-Readiness-Check, der den digitalen Reifegrad entlang des gesamten Produktentstehungsprozesses analysiert und daraus konkrete Umsetzungs-Roadmaps ableitet.

Möglichkeiten im Überblick:

- Vernetzung von Entwicklungs-, Produktions- und IT-Daten in einer gemeinsamen Umgebung;
- Digitale Zwillinge ermöglichen virtuelle Tests und virtuelle Inbetriebnahmen;
- Schnellere Entscheidungen durch transparente Simulation von Varianten und Risiken;
- Strukturierter KI-Einstieg durch AI-Readiness-Check und priorisierte Use Cases;
- Übertragung virtueller Modelle in reale Produktionsprozesse.

So lassen sich Entwicklungszyklen verkürzen, Automatisierungspotenziale erschließen und industrielle KI-Anwendungen schrittweise und skalierbar in bestehende Produktionsumgebungen integrieren.

„Durch kollaboratives Arbeiten auf gemeinsamen Plattformen lassen sich Brücken zwischen den unterschiedlichen Domänen schlagen. Teams aus Entwicklung, Produktionsplanung oder Betrieb greifen auf dieselben Daten und Modelle zu.“

Jan Berner: Reinforcement Learning ermöglicht es, sehr komplexe Aufgaben zu automatisieren, die früher kaum oder gar nicht umsetzbar waren. Ein Beispiel sind flexible Bauteile wie Kabel, die gesteckt oder verlegt werden müssen. Solche Aufgaben lassen sich mit klassischen Automatisierungsansätzen nur schwer realisieren.

Ein weiterer Vorteil ist die Flexibilität. Die Systeme sind nicht mehr darauf angewiesen, dass ein Objekt immer exakt

an derselben Position liegt. Dadurch können Automatisierungslösungen deutlich vielseitiger eingesetzt werden.

Ein praktisches Beispiel ist das automatische Depalettieren. Moderne Roboter erkennen heute selbstständig, wie Kartons auf einer Palette gestapelt sind – selbst wenn unterschiedliche Größen oder Stapelmuster vorliegen – und können diese entsprechend entladen. Das war früher praktisch nicht möglich.

Woher stammen die Daten, die dafür benötigt werden?

Jan Berner: Die Daten können sowohl aus realen Produktionsumgebungen als auch aus synthetisch erzeugten Datensätzen stammen. Häufig arbeiten wir mit einer Kombination aus beidem.

Früher wurden beispielsweise große Sammlungen realer Fehlerbilder aufgebaut, um Qualitätsprüfungen mit Kamerasystemen zu trainieren. Heute lassen sich solche Szenarien auch synthetisch erzeugen – etwa unterschiedliche Fehlerbilder, Lichtverhältnisse oder andere Umgebungsbedingungen.

Dafür nutzen wir unter anderem Technologien von Nvidia, insbesondere das Omniverse. Dieses Toolset ermöglicht Simulationen, Visualisierung und die Generierung synthetischer Trainingsdaten.

Wie trägt ein integriertes Ökosystem aus Industrial Metaverse, AI-Factory und Physical AI dazu bei, Entwicklung und Produktion zu beschleunigen und die Umsetzungssicherheit zu erhöhen?

Jan Berner: Ein wesentlicher Vorteil liegt darin, dass viele Entwicklungsschritte bereits virtuell abgesichert werden können. Virtuelle Inbetriebnahmen sind zwar schon seit längerem etabliert, aber durch die Integration verschiedener Technologien und Fachdomänen lassen sich heute deutlich umfassendere Simulationen durchführen.

Wenn Mechanik, Elektronik, Software sowie Aspekte wie Gebäudetechnik und Produktionstechnik in einem gemeinsamen Modell zusammengeführt werden, können mögliche Probleme frühzeitig erkannt werden. Dadurch reduziert sich das Risiko, dass bei der realen Inbetriebnahme unerwartete Fehler auftreten.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Parallelisierung von Entwicklungsprozessen. Zwar lassen sich nicht alle Schritte vollständig gleichzeitig durchführen, aber viele Aufgaben können zumindest teilweise parallelisiert werden. Dadurch sinkt der Gesamtaufwand nicht unbedingt – aber die Entwicklungs- und Implementierungszeit verkürzt sich deutlich.

Herr Berner, herzlichen Dank für das Gespräch.

Anlagenbau & Verfahrenstechnik · Antriebstechnik · Architektur & Bauwesen · Elektrotechnik & Elektronik · GIS & Infrastruktur · Industrial Design & Visualisierung · Fluidtechnik · Konstruktionsbauteile · Mechanik & Maschinenbau · Normelemente · Safety · Sensorik · Verbindungstechnik

Anlagenbau & Verfahrenstechnik

Die Kernkompetenz der Contelos GmbH...



liegt in der integrativen Bearbeitung der Projekte. Kompetente Beratung mit der Erfahrung aus 18 Jahren im Autodeskgeschäft sichern Ihren Projekterfolg durch: Projektbegleitung-CAD-Richtlinien-Zertifizierte Trainings. Unsere Geschäftsstellen finden Sie in Gehrden und Bremen.

Contelos GmbH
Robert-Bosch-Str. 16, 30989 Gehrden
Tel. 0 51 08 / 92 94-0, Fax 0 51 08 / 92 94-0
E-Mail: info@contelos.de
www.contelos.de

Antriebstechnik

Wir treiben Ideen an - ABM Greiffenberger Antriebstechnik



Als international führender Systemanbieter anspruchsvoller, leistungsfähiger Antriebslösungen für Maschinen, Anlagen und mobile Geräte, bietet ABM Greiffenberger kunden- und applikationsspezifische Produkte, die ein Maximum an Effizienz und Zuverlässigkeit gewährleisten.

ABM Greiffenberger Antriebstechnik GmbH
Friedenfelder Straße 24, 95615 Marktredwitz
Tel.: +49 9231 67-0, Fax: +49 9231 67-5145
E-Mail: info@abm-antriebe.de
Internet: www.abm-antriebe.de

Antriebstechnik

Experte für Antriebs- und Automatisierungstechnik



Baumüller ist ein führender Hersteller elektrischer Automatisierungs- und Antriebssysteme. An sechs Produktionsstandorten und in über 40 Niederlassungen weltweit arbeiten rund 1.950 Mitarbeiter an intelligenten Systemlösungen für den Maschinenbau und die E-Mobilität.

Baumüller Nürnberg GmbH
Ostendstraße 80-90, 90482 Nürnberg
Tel.: 0911/5432-0, Fax: 0911/5432-130
E-Mail: mail@baumueller.com
Internet: www.baumueller.com

Antriebstechnik

Antriebstechnik made in Kelheim



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

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

Antriebstechnik

WENN ES UM KUPPLUNGEN GEHT, DENKEN WIR EXTREM FLEXIBEL



Dank unseres flexiblen, modularen Baukastensystems im Bereich Metallbalg- und Elastomerkupplungen können wir Ihnen aus Standardkomponenten immer eine schnelle Kupplungslösung anbieten. Neben unserem Standardprogramm bieten wir auf Wunsch auch Kupplungen für Sonderlösungen an.

JAKOB Antriebstechnik GmbH
Daimler Ring 42, 63839 Kleinwallstadt
Tel.: +49 (0) 6022 2208 0, Fax: +49 (0) 6022 2208 22
E-Mail: info@jakobantriebstechnik.de
Internet: www.jakobantriebstechnik.de

Antriebstechnik

Schweizer Spezialist für Qualitätsantriebe



maxon ist der führende Anbieter von hochpräzisen Antriebssystemen. Seit über 60 Jahren entwickelt und baut der Schweizer Antriebsspezialist DC- und EC-Motoren. Die Produktpalette umfasst zudem Getriebe, Encoder, Steuerungen sowie komplette mechatronische Systeme.

maxon motor gmbh
Truderinger Straße 210
81825 München
E-Mail: info.de@maxogroup.com
Internet: www.maxogroup.de

Antriebstechnik

Der smarte Weg zum perfekten Getriebe



Neugart ist das Familienunternehmen unter den Getriebeherstellern. 1928 gegründet, ist die Firma bis heute und mittlerweile in der vierten Generation inhabergeführt. Neugart GmbH entwickelt, produziert und vertreibt Planetengetriebe und kundenspezifische Sondergetriebe.

Neugart GmbH
Keltenstraße 16, 77971 Kippenheim
Tel.: 07825 847 0, Fax: 07825 847 299
E-Mail: sales@neugart.com
Internet: www.neugart.com

Antriebstechnik

Rollon – Modulare Linear-technik für Ihre Automation



Seit mehr als 40 Jahren hat sich Rollon auf die Entwicklung und Produktion von linearen Bewegungssystemen spezialisiert. Heute gehört das internationale Unternehmen zu den weltweit führenden Komplettanbietern für Lösungen im Bereich der Lineartechnik und der linearen Automation.

Rollon GmbH Lineartechnik
Bonner Straße 317-319, D-40589 Düsseldorf
Tel.: +49 (0) 211 95 747 -0, Fax: +49 (0) 211 95 747 -100
E-Mail: info@rollon.de
Internet: www.rollon.com

Wir machen Ihre Antriebe
komfortabel und zuverlässig



Im Laufe von mehr als 70 Jahren hat sich SGF zum Marktführer in der Drehmomentübertragung entwickelt. Die einzigartigen, fadenverstärkten Kupplungen und Antriebswellen werden in kleinen Pumpenantrieben bis hin zu großen Industrieanlagen verwendet.

SGF GmbH & Co.KG

Graslitzer Straße 14, 84478 Waldkraiburg
Tel.: +49 8638 605 588
E-Mail: Industry@sgf.com
Internet: www.sgf.com

Hersteller von Wälzlagern
und Spindeleinheiten



Entwicklung, Konstruktion und Herstellung von Wälzlagern bis zu einem Außendurchmesser von 1600 mm sowie Werkzeugmaschinenspindeln. Rekonditionierung von Wälzlagern und Reparatur von Werkzeugmaschinenspindeln. Beides auch von Fremdfabrikaten.

Spindel- und Lagerungstechnik Fraureuth GmbH

Fabrikgelände 5, 08427 Fraureuth
Tel.: +493761/801-0, Fax: +493761/801-150
E-Mail: slf@slf-fraureuth.de
Internet: www.slf-fraureuth.de

Linear- und Torquemotoren
die bewegen



Mit Hauptsitz in Almelo (NL) und weltweiten Vertriebsniederlassungen fokussiert sich Tecnotion auf die Entwicklung und Herstellung von eisenlosen- und eisenbehafteten Linearmotoren sowie Torquemotoren, die branchenübergreifend Einsatz in industriellen Applikationen finden.

Tecnotion GmbH

Elsenheimerstraße 59, 80687 München
Tel.: +49 (0)89 38 15 37 400
E-Mail: info@tecnotion.de
Internet: www.tecnotion.de

Die Kernkompetenz der
Contelos GmbH



liegt in der integrativen Bearbeitung der Projekte. Kompetente Beratung mit der Erfahrung aus 18 Jahren im Autodeskgeschäft sichern Ihren Projekterfolg durch: BIM - Facility Management - Zertifizierte Trainings. Unsere Geschäftsstellen finden Sie in Gehrden und Bremen

Contelos GmbH

Robert-Bosch-Str. 16, 30989 Gehrden
Tel.: 0 51 08 / 92 94-0, Fax: 0 51 08 / 92 94-79
E-Mail: info@contelos.de
Internet: www.contelos.de

Digitalisieren und automatisieren
Sie Ihre Prozesse mit DREICAD.



Mit unseren Autodesk-Lösungen CAD, CAM, PDM, PLM, BIM und Simulation bieten wir Ihnen ein breit gefächertes und branchenübergreifendes Leistungsspektrum. DREICAD unterstützt Sie bei Ihrer digitalen Transformation von der Idee bis zum fertigen Produkt.

DREICAD GmbH

Karlstraße 37, 89073 Ulm
Ulm, Nürnberg, Augsburg, Berlin, Frankfurt
Tel.: +49 731 379305-0, E-Mail: kontakt@dreicad.de
Internet: www.dreicad.de

IO-Systeme | Verteilerboxen
Profinet/EtherCAT/IO-Link



- Aktive IO-Boxen mit integrierter Elektronik für die direkte Kommunikation mit Steuerungen über Feldbussysteme
- Passive IO-Boxen für die schnelle und unkomplizierte Signalverteilung
- Umfangreiches Connectivity-Zubehör für Systemlösungen erhältlich
- Schutzart IP67

CONEC Elektronische Bauelemente GmbH

Ostenfeldmark 16, 59557 Lippstadt
Tel.: 02941/765-0, Fax: 02941/765 65
E-Mail: info@conec.de
Internet: io-systeme-verteilerboxen.de

ENABLING THE WORLD'S IDEAS®



Als globaler Distributor von elektronischen Komponenten und Automatisierungsprodukten liefert Digi-Key sowohl kleine Stückzahlen für Entwicklung/Prototypenbau als auch Produktionsstückzahlen. Das Angebot umfasst über 10,8 Millionen Produkte von über 2.300 Herstellern.

Digi-Key Electronics Germany GmbH

Theresienhöhe 11a, 80339 München, Deutschland
Tel: +49 (0)30 915 884 91(kostenlose Support-Hotline)
E-Mail: eu.support@digkey.com
Internet: www.digikey.de

Breites Produktportfolio



Mit über 12.500 Produkten ist FINDER einer der größten europäischen Hersteller für Industrie- und Installationsprodukte.

FINDER GmbH

Hans-Böckler-Str. 44, 65468 Trebur
Tel.: 0614720330, Fax: 06147203377
E-Mail: info@finder.de
Internet: www.finder.de

Wir sind Anbieter von
Spezialkabelösungen



Unsere Kabel sorgen in der Industrieelektronik, Sensorik, Automation, Mess-Steuerungs- und Regeltechnik sowie zahlreichen anderen Bereichen für gute Verbindungen. Bei uns finden Sie das richtige Produkt. Sei es aus unserem breiten Lagersortiment oder als Sonderkonstruktion.

kabeltronik Arthur Volland GmbH

Mühlweg 6, 85095 Denkendorf
Tel.: 08466/9404-0, Fax: 08466/9404-20
E-Mail: info@kabeltronik.de
Internet: www.kabeltronik.de

Kontakttechnologien
für höchste Ansprüche.



Das vielfältige Produkt-Portfolio von ODU bietet höchst spezialisierte Kontaktarten. Jedes Kontaktsystem ist in Funktionalität und Eigenschaften passgenau auf die jeweilige Anwendung ausgerichtet sowie in verschiedensten Durchmessern und Anschlussarten erhältlich.

ODU GmbH & Co. KG

Otto Dunkel GmbH
Pregelstraße 11, 84453 Mühldorf
Tel.: +49/8631/6156-0, Fax: +49/8631/6156-49
E-Mail: zentral@odu.de

Die Kernkompetenz der

Contelos GmbH



liegt in der integrativen Bearbeitung der Projekte. Kompetente Beratung mit der Erfahrung aus 18 Jahren im Auto-deskgeschäft sichern Ihren Projekterfolg durch: Projektbegleitung-CAD-Richtlinien-Zertifizierte Trainings. Unsere Geschäftsstellen finden Sie in Gehrden und Bremen

Contelos GmbH

Robert-Bosch-Str. 16, 30989 Gehrden
Tel.: 0 51 08 / 92 94-0, Fax: 0 51 08 / 92 94-79
E-Mail: info@contelos.de
Internet: www.contelos.de

Design & engineering
simulation solutions

MSC Software ist eines der zehn ursprünglichen Softwareunternehmen und weltweit führend in der Unterstützung von Produktherstellern bei der Weiterentwicklung ihrer Engineering-Methoden mit Simulationssoftware und Dienstleistungen. Erfahren Sie mehr unter mscsoftware.com

MSC Software GmbH

Am Moosfeld 13, 81829 München
Tel.: +49 89 21093224
E-Mail: info.de@mscsoftware.com
Internet: www.mscsoftware.com/de

Modularer Baukasten
für die Fabrikautomation

Die mk Technology Group ist einer der führenden Anbieter von Profil- und Fördertechnik. Auf Basis des eigenen Aluminium-Profilsystems bietet die mk Group ein umfangreiches modulares Baukastensystem für den Maschinenbau und die Fabrikautomation.

Maschinenbau Kitz GmbH

Ampèrestraße 18, 53844 Troisdorf
Tel.: +49 228 45 98 0, Fax: +49 228 45 31 45
E-Mail: info@mk-group.com
Internet: www.mk-group.com

Die Kernkompetenz der

Contelos GmbH



liegt in der integrativen Bearbeitung der Projekte. Kompetente Beratung mit der Erfahrung aus 18 Jahren im Auto-deskgeschäft sichern Ihren Projekterfolg durch: Projektbegleitung-CAD-Richtlinien-Zertifizierte Trainings. Unsere Geschäftsstellen finden Sie in Gehrden und Bremen

Contelos GmbH

Robert-Bosch-Str. 16, 30989 Gehrden
Tel.: 0 51 08 / 92 94-0, Fax: 0 51 08 / 92 94-79
E-Mail: info@contelos.de
Internet: www.contelos.de

Digitalisieren und automatisieren
Sie Ihre Prozesse mit DREICAD.

Mit unseren Autodesk-Lösungen CAD, CAM, PDM, PLM, BIM und Simulation bieten wir Ihnen ein breit gefächertes und branchenübergreifendes Leistungsspektrum. DREICAD unterstützt Sie bei Ihrer digitalen Transformation von der Idee bis zum fertigen Produkt.

DREICAD GmbH

Karlstraße 37, 89073 Ulm
Ulm, Nürnberg, Augsburg, Berlin, Frankfurt
Tel.: +49 731 379305-0, E-Mail: kontakt@dreicad.de
Internet: www.dreicad.de

Hersteller pneumatischer
Handhabungsmodule
im Baukastensystem

Made in Germany seit 1979: Rundschalttische, Schwenkantriebe, Parallelgreifer, Hubeinheiten, Lineareinheiten, Zubehör, Linienschlitten, Mini-Module. Langlebige und präzise pneumatische Module im Baukastensystem. Fügen über Zentrierringe. Eigene Konstruktion, Fertigung u. Montage.

Friedemann Wagner GmbH Handhabungstechnik

Robert-Bosch-Str. 5, 78559 Gosheim
Tel.: +49 7426 949 000, Fax: +49 7426 949 009
E-Mail: info@wagnerautomation.de
Internet: www.wagnerautomation.de

Messtechnik & Sensorik



Althen Sensors & Controls ist spezialisiert auf das elektrische Messen der meisten physikalischen Größen wie Druck, Kraft, Weg etc. Das Portfolio umfasst Sensoren und Aufnehmer, Wägezellen, Messverstärker, Datenlogger, Joysticks und Elektronik für die Automatisierungstechnik.

Althen GmbH Mess- & Sensortechnik

Dieselstraße 2, 65779 Kelkheim
Tel.: +49 6195 7006 0, Fax: +49 6195 7006 66
E-Mail: info@althen.de
Internet: www.althen.de

Effektive Sensorik-
Automatisierungslösungen
für die Praxis

Umfangreiches Portfolio an optoelektronischen Sensoren und bildverarbeitenden Vision-Sensoren für die Fabrikautomation. Unsere Produkte sind in zahlreichen Anwendungen und Branchen im Einsatz, vom Automobil- und Maschinenbau bis hin zur Lebensmittel- und Pharmaindustrie.

SensoPart Industriesensorik GmbH

Nägelseestraße 16, 79288 Gottenheim
Tel.: +49 7665 94769-0
E-Mail: info@sensopart.de
Internet: www.sensopart.com

Innovative Befestigungs-
lösungen seit 1977

22.000 industrielle Befestigungsteile und Eisenwaren • Maßgeschneiderte Verbindungselemente aus Kunststoff und Metall • Technisches Team zur Beratung und Prototypenentwicklung • Persönlicher Kundendienst • Warenlager • Globale Beschaffung • 3D Dateien • Kostenloser Musterversand

JET PRESS Bülwobogen Business Center

Heilbronner Straße 150, 70191 Stuttgart
Tel.: +49 711 490 04 420
E-Mail: verkauf@jetpress.de
Internet: www.jetpress.com/de

Dresselhaus - Ihr Mehrwertpartner
im C-Teile Management

Die Dresselhaus Gruppe gehört europaweit zu den führenden C-Teile-Spezialisten mit Schwerpunkten im Bereich Befestigungstechnik, Verbindungselemente, Sonder- und Zeichnungsteile. Auch bieten sie individuelle Kanban-Lösungen mit smarten Technologien im Bereich der Digitalisierung.

Joseph Dresselhaus GmbH & Co. KG

Zeppelinstraße 13, 32051 Herford
Tel.: +49 5221 932-0, Fax +49 5221 932-400
E-Mail: vertrieb@dresselhaus.de
Internet: www.dresselhaus.de

Blechbearbeitung



SPI GmbH
Kurt-Fischer-Straße 30a
22926 Ahrensburg/Hamburg
Tel. +49 (0)4102 706-0
E-Mail: sheetmetal@spi.de
Internet: spi.de/inventor

Autodesk Inventor Add-In für Blechverarbeiter und Blechdienstleister
SPI SheetMetal Inventor erweitert die Blechfunktionalität von Inventor. Blech-spezifische Befehle und Berechnungen minimieren Konstruktionsfehler und verkürzen die Konstruktionszeit. Der SPI-Abwicklungsalgorithmus sorgt für fertigungsgerechte Abwicklungen und reduziert damit den Aufwand in der Arbeitsvorbereitung. Eine nahtlose Verbindung zwischen Konstruktion und Fertigung wird durch eine Vielzahl von Ausgabeformaten (z.B. DXF, GEO, STEP, XML) ermöglicht.
CAM-Schnittstellen für TRUMPF, WiCAM, Bystronic, LVD und Schröder. Add-on für Kostenkalkulation.

Brandschutz



Bohnhardt CAD-Consulting
Falderbaumstraße 35
34123 Kassel
Tel.: +49 561 50744 0
Fax.: +49 561 50744 99
E-Mail: info@bohnhardt.de
Internet: www.bohnhardt.de

Unsere neue Symbolbibliothek Flucht- und Rettungsplan wurde für CAD-Anwen-der entwickelt, die nur hin- und wieder Flucht- und Rettungspläne für kleinere und mittlere Objekte erstellen wollen. Für den Einsatz in großen Projekten bie-ten wir unsere AutoCAD-Applikation PLANX! für die professionelle Erstellung normgerechter Pläne für den vorbeugenden Brandschutz an. Erstellen Sie Brandschutzpläne und leiten Sie diesen mit der Planautomatik ganz einfach la-gerichtig gedrehte Flucht- und Rettungspläne und Feuerwehrpläne ab. PLANX! wurde entwickelt für Anwender aus Industrie, Handel und Verwaltung die ver-pflichtet sind diese Pläne ständig vorzuhalten.

Fertigung / NC / CAM



DREICAD GmbH
Karlstr. 37, 89073 Ulm
Niederlassungen: Ulm, Nürnberg,
Augsburg, Berlin, Frankfurt
Tel.: +49 731 379305 0
E-Mail: kontakt@dreicad.de
Internet: www.dreicad.de

DREICAD steht seit über 25 Jahren für Innovation in der digitalen Transforma-tion. Als führender Autodesk-Partner optimieren wir Prozesse in CAD, PDM, PLM, BIM und CAM.
Mit unserem **Produktkonfigurator** und der Komplementärsoftware **easyData Class, Gateway** und **Automation** erweitern wir Autodesk Vault um **Klassifizie-rung, ERP-Anbindung** und **automatisierte Dokumentenerstellung**.
Zusätzlich bieten wir weitere Tools für Vault, Revit und AutoCAD, die Ihre Pro-jekte effizienter und nachhaltiger machen.

Fertigung / NC / CAM



SolidCAM GmbH
Gewerbepark H.A.U. 36
D-78713 Schramberg
Tel. +49(0)7422 2494-0
Fax +49(0)7422 2494-30
E-Mail: deutschland@inventorcam.com
Internet: www.inventorcam.com/de

InventorCAM von SolidCAM
– die **nahtlos integrierte Fertigungslösung für Autodesk Inventor**
InventorCAM ist eine von Autodesk zertifizierte, leistungsstarke und einfach zu bedie-nende CAD/CAM-Lösung für die CNC-Fertigung. Die Software mit der revolutionären iMachining-Technologie unterstützt die gesamte Bandbreite der CNC-Anwendungen bis hin zu komplexen Drehfräszentren und Langdrehmaschinen. Der patentierte iMa-chining-Technologie-Assistent sorgt für unglaubliche Zeiteinsparungen, indem er au-tomatisch die optimalen Schnittbedingungen für die Bearbeitung unter Berücksichti-gung von Material, CNC-Maschine und Werkzeug berechnet.

Fertigung / NC / CAM



vectorcam GmbH
Technologiepark 9
D-33100 Paderborn
Tel.: 05251 – 180 80 0
E-Mail: info@vectorcam.com
Internet: www.vectorcam.com
YouTube: vectorcamTV

vectorcam – CAM-Software aus Deutschland
Die vectorcam GmbH ist ein modernes dynamisches Unternehmen aus Pader-born.Mit über 25 Jahren Erfahrung bietet das CAD/CAM-System vectorcam pra-xisorientierte Lösungen für die NC-Programmierung. Sowohl einfache als auch komplexe Bauteile lassen sich im Handumdrehen programmieren. Flexible und effektive Bearbeitungsstrategien führen zu sehr kurzen Bearbeitungszeiten und garantieren ein hohes Maß an Qualität für Ihre Werkstücke. Fräsen, Bohren, Dre-hen/Drehfräsen, Schneiden, Erodieren, Lasern und viele mehr – alle gängigen Bear-beitungsverfahren werden von der leistungsstarken, innovativen Software un-terstützt. Service wird bei uns großgeschrieben!

Inventor-Lösungen



Vero Software GmbH
Schleussnerstraße 90-92
63263 Neu-Isenburg
Tel.: +49 6102 7144 0
Fax: +49 6102 7144 56
E-Mail: info.de@verosoftware.com
Internet: www.verosoftware.de

CAD/CAM Lösungen für die Fertigung
Vero Software ist weltweit führender Anbieter von CAD/CAM-Lösungen.
Vero entwickelt und vertreibt Software-Lösungen zur Unterstützung von Entwick-lungs- und Fertigungsprozessen, speziell für den Werkzeug-, Formen- und Modell-bau, die Metallbearbeitung sowie für die Verarbeitung von Stein und Holz.
Zu den weltweit renommierten Marken des Unternehmens gehören unter anderem Alphacam, Edgcam, Radan, SURFCAM, VISI, WorkNC und PartXplore. Zahlreiche re-nommierte Unternehmen und Zulieferer setzen Vero Software Produkte ebenso ein, wie klein- und mittelständige Betriebe aus verschiedenen Branchen.



CAD Software Solutions
Paul Schüpbach
Ländernachstr. 16
CH-9435 Heerbrugg
Telefon: +41 71 777 39 88
www.sparepartsplace.com
www.morecam.ch
info@sparepartsplace.com

CAD Software Solutions:
Produktivitätswerkzeuge für Inventor und XR-Anwendungen
Der Lösungsanbieter in Sachen Produktivitätssteigerung und CAD-Daten Vi-sualisierung für Inventor. Unser Kompetenzspektrum umfasst neben individu-eller Inventor API-Programmierung die Produkte:
SPP Toolkit: XR-Apps, inkl. Unity3D Developer Tools. Die erste eigene XR-/Ho-lolens App in 30 Minuten!
Inventor Controller: die superschnelle Migration von Inventor Daten, verar-beiten von Massen-Jobs (z.B. Erzeugung STEP-Dateien usw.)



CAD+T Solutions GmbH
Gewerbepark 16, A-4052 Ansfelden
Tel.: +43 7229 83100-0, office@cadt-solutions.com, www.cadt-solutions.com

CAD+T Consulting GmbH
Vattmannstraße 1, D-33100 Paderborn
Tel.: +49 5251 1502-40, office@cadt-solutions.com, www.cadt-solutions.com

CAD+T wurde 1990 gegründet und ist heute mit **über 80 Mitarbeitern** eines der führenden Autodesk Systemhäuser in Österreich.

Kernkompetenzen von CAD+T: CAD-Integration, CAM-Anbindung, Datenmanagement mit ERP-Kopplung, CAD-Programmierung, Consulting und Training (Autodesk Authorised Training Center).

CAD+T bietet Lösungen für: Möbelindustrie (eigene Applikation auf AutoCAD & Inventor Basis), Maschinenbau (AutoCAD Mechanical, Produkt & Factory Design Suites), Stahlbau und Blech, Architektur (AutoCAD Architecture), Datenmanagement (Autodesk Vault Familie), Hardware (HP, Großformatdrucker usw.).



FX64 Software Solutions
Schiller Straße 13
D-95659 Arzberg
Tel.: +49 9233 716 137
Fax +49 9233 716 138
E-Mail: info@fx64.de
Web: www.fx64.de

FX64 Software Solutions

ist mit **20 Jahren Projekterfahrung** aus **500+ Softwareprojekten** weltweit einer der führenden Autodesk Entwicklungspartner. Unsere Kernkompetenz beinhaltet die Entwicklung von maßgeschneiderten Softwarelösungen für die Autodesk Produkte **Inventor, AutoCAD, Vault und Fusion**. Wir unterstützen Sie in allen Projektphasen vom Lastenheft bis zur Dokumentation. Als einziger Anbieter in DACH bieten wir auch **Autodesk API Programmierschulungen** für Ihre Mitarbeiter. Neben Sonderlösungen umfasst unser Portfolio auch Standardprodukte im Bereich **Automatisierung, Datenverwaltung und Simulation**.



Plattform-Technologie
Architektur & Bau
GIS & Tiefbau
Mechanik & Maschinenbau
Visualisierung & Animation

A-Ganz Österreich



WIFI Österreich
Wiedner Hauptstraße 63
A-1045 Wien
Tel. +43 (0)5 90 900 3071
Fax +43 (0)5 90 900 113071
E-Mail: susanne.schilder@wko.at
Internet: www.wifi.at/CAD

• • • • •

A + 30000



CAD+T Solutions GmbH
Gewerbepark 16, A-4052 Ansfelden
Tel.: +43 7229 83100-0,
office@cadt-solutions.com
www.cadt-solutions.com
CAD+T Consulting GmbH
Vattmannstraße 1,
D-33100 Paderborn
Tel.: +49 5251 1502-40

• • • • •

00000



BCS CAD + INFORMATION TECHNOLOGIES GmbH BIM SERVICE-CENTER
Rippiener Straße 19
01217 Dresden
Tel. +49 (0)351 40423300
Fax +49 (0)351 40423329
E-Mail: training@bcs cad.de
Internet: www.bcs cad.de

• • • • •

10000



PC-COLLEGE Training GmbH
Stresemannstraße 78
10963 Berlin
Tel. +49 (30) 2350000
Fax: +49 (30) 2142988
E-Mail: info@pc-college.de
Internet: www.pc-college.de

• • • • •

30000



Contelos GmbH
Robert-Bosch-Str. 16
30989 Gehrden
Tel. 05108/9294-0
Fax 05108/9294-79
E-Mail: info@contelos.de
Internet: www.contelos.de

• • • • •

Schulungsanbieter

AUTODESK Authorized Training Center

80000



DREICAD GmbH
Karlstr. 37, 89073 Ulm
Niederlassungen: Ulm, Nürnberg,
Augsburg, Berlin, Frankfurt
Tel.: +49 731 379305 0
E-Mail: kontakt@dreicad.de
Internet: www.dreicad.de

• • • • •

80000



Mensch & Maschine Akademie
Argelsrieder Feld 5
82234 Wessling
Tel.: +49 8153 933 0
E-Mail: info@mum.de
Internet: www.mum.de/seminare

• • • • •

Unabhängige CAD-Schulungs-Anbieter

20000



ELBCAMPUS Kompetenzzentrum
Handwerkskammer Hamburg
Zum Handwerkszentrum 1
21079 Hamburg
Tel. +49 40 35905-777
Fax +49 40 35905-700
E-Mail: weiterbildung@elbcampus.de
Internet: www.elbcampus.de

• • • • •

Programmierschulungen

D/A/CH



FX64 Software Solutions
Schiller Straße 13
D-95659 Arzberg
Tel. +49 9233 716 137
Fax +49 9233 716 138
E-Mail: info@fx64.de
Internet: www.fx64.de

• • • • •

AUTOCAD Magazin 03/26



Bild: Continental

FERTIGUNG

3D-Druck

Die additive Fertigung entwickelt sich zunehmend vom Prototyping zur Serienanwendung, steht aber weiterhin vor Herausforderungen bei Materialqualifikation und Wirtschaftlichkeit. In der nächsten Ausgabe beleuchten Fachbeiträge, Praxisberichte und Produktneuheiten aktuelle Entwicklungen und industrielle Anwendungen.

AUTOMATISIERUNG

Sensorik

Intelligente Sensorik und vernetzte Automatisierung treiben die Digitalisierung der Produktion voran, stellen Unternehmen jedoch vor Integrations- und Sicherheitsfragen. Unsere nächste Ausgabe zeigt Trends, Experteneinschätzungen und neue Produkte aus der Automatisierungs- und Sensortechnik.

BRANCHE

Automobilbau

Der Automobilbau steht im Spannungsfeld von Elektromobilität, Kostendruck und komplexen Lieferketten. Fachbeiträge und ein Expertentalk in der kommenden Ausgabe beleuchten aktuelle Trends und Perspektiven der Fahrzeugproduktion.

Weitere Themen:

KONSTRUKTIONSBAUTEILE: Sensortechnik für die Konstruktion
SOFTWARE: Projekt- und Kostenmanagement
ARCHITEKTUR & BAUWESEN: Infrastruktur- und Verkehrsplanung

Das nächste Heft erscheint am 18.05.2026

Impressum

Herausgeber und Geschäftsführer:
Matthias Bauer, Dennis Hirthammer

AUTOCAD MAGAZIN im Internet:
www.autocad-magazin.de

So erreichen Sie die Redaktion:
Chefredakteur: Andreas Müller (v.i.S.d.P.)
(andreas.mueller@win-verlag.de, Tel. 089/3866617-11)
Redaktion: Regine Appenzeller
(regine.appenzeller@win-verlag.de, Tel. 089/3866617-17)

Autoren dieser Ausgabe:
Jörn Bosse, Lars Brandstätter, John Browett, Albert Bruining, Sabrina Deininger, Peter Dück, Jens Frantzen, Christiane Hölper, Markus Hoffmann, Daniel Kaiser, Andreas Kraus, Thomas Krüger, Silke Molch, Wilfried Nelkel, Gerhard Rampf, Sven Schürmann, Holger Seidel, Jörg Thymm, Robert Timmerberg, Dr. Thomas Tosse, Michael Wintergerst

So erreichen Sie die Anzeigenabteilung:

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

Mediaberatung:
Tilman Huber
(tilman.huber@win-verlag.de, Tel.: 089/3866617-26)
Manuela Gries
(manuela.gries@win-verlag.de, Tel.: 089/3866617-25)

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

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

Bildnachweise:
shutterstock.com, Adobe Stock, Werkfotos

Titelbild: © spyrakot/stock.adobe.com

Layout: Design-Concept, Viktoria Horvath

Druck:
Vogel Druck und Medienservice GmbH
Leibnizstraße 5
97204 Höchberg

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



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

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

Objektleitung:
Rainer Trummer
(rainer.trummer@win-verlag.de; Tel.: 089/3866617-10)

Zentrale Anlaufstelle für Fragen zur Produktsicherheit
Martina Summer
(martina.summer@win-verlag.de, Tel.: 089/3866617-31)

Bezugspreise:
Einzelverkaufspreis: 14,80 Euro in D, A, CH und 17,00 Euro in den weiteren EU-Ländern inkl. Porto und MwSt.
Jahresabonnement (8 Ausgaben): 118,40 Euro in D, A, CH und 136,00 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.
38. Jahrgang

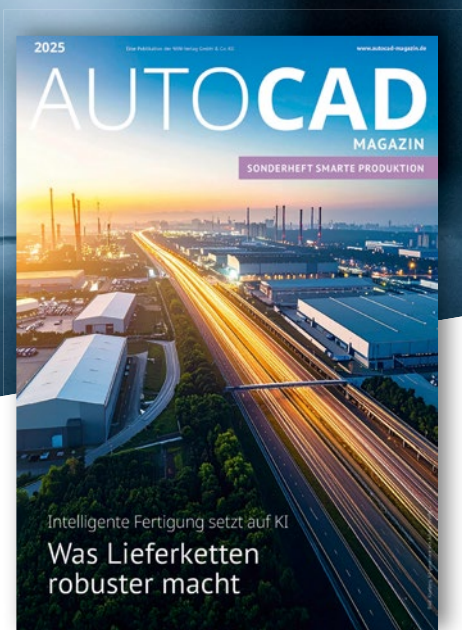
Erscheinungsweise: 8-mal jährlich
Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Honorierte Artikel gehen in das Verfügungsrecht des Verlags über. Mit Übergabe der Manuskripte und Abbildungen an den Verlag erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Für unverlangt eingeschickte Manuskripte, Fotos und Abbildungen keine Gewähr. 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.

Ausgabe: 02/2026 (ET: 25.03.2026)



ISSN 2191-7914
Unsere Papiere sind PEFC zertifiziert
Wir drucken mit mineralölfreien Druckfarben

AUSSERDEM ERSCHEINEN BEI DER WIN-VERLAG GMBH & CO. KG diese Magazine:
DIGITAL BUSINESS, DIGITAL ENGINEERING Magazin, Digital Manufacturing, Bauen aktuell, DIGITAL PROCESS INDUSTRY, e-commerce Magazin, r.energy, PlastXnow, Plastverarbeiter, KGK Rubberpoint



Hier geht's zur aktuellen Ausgabe



Die nächste Ausgabe

Sonderheft Smarte Produktion

erscheint am 30. Oktober 2026

Smarte Produktion – fertigungsgerechte Simulation und Konstruktion, 3D-Drucker und 3D-Verfahren, Werkstoffe, Qualitätssicherung, Nachbearbeitung

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

