

BECKHOFF

PCcontrol

The New Automation Technology Magazine

Nr. 3 | September 2026

www.beckhoff.com/pc-control



22 | Weltweit

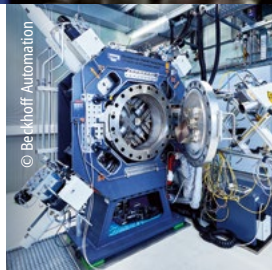
Volle Kontrolle auf der Bühne

1986



6 | Special

Zwei Erfolgsgeschichten:
40 Jahre PC-based Control
und 30 Jahre TwinCAT



26 | Weltweit

Der Hölle ziemlich nah:
Materialprüfungen unter
extremen Bedingungen

News



- 4 | Kunden-Event: Mit KI-Tools von Beckhoff die Zukunft des Engineerings gestalten
- 5 | VDMA Elektrische Automation: Gerd Hoppe zum stellvertretenden Vorsitzenden gewählt

Special 40 Jahre PC-based Control

- 6 | 40 Jahre PC-based Control: Revolution in der Fabrikhalle
- 10 | Gesichter der Innovation (Teil 2)



- 14 | 30 Jahre TwinCAT: Die Erfolgsgeschichte der TwinCAT Functions
- 16 | TwinCAT PLC++ als neue SPS-Technologie: „Der Code wird wesentlich schneller ausgeführt“ (Interview)
- 18 | Automatisierungsgerechter Linux®-Einsatz: Betriebssystem-Vielfalt für zukunftsorientierte Steuerungstechnik (Interview)

Weltweit

- 22 | Opéra national de Paris, Frankreich: Integrierte PC-basierte Steuerung sorgt für unbegrenzte, vereinfachte und fließende Bewegungen
- 26 | DLR und IABG, Deutschland: Der Hölle ziemlich nah – Materialprüfungen unter extremen Bedingungen



- 30 | Adelbert Haas, Deutschland: Steuerungstechnik und Schaltschrankbau für kompaktes Hightech-Schleifzentrum

- 34 | Nordfels und TIGER Coatings, Österreich: Nahtloses Zusammenspiel von MX-System und Schaltschrank



- 38 | Norwalt, Vereinigte Staaten: Digital-Druck – in Sekundenschnelle vom Rohling zum Markenprodukt

- 42 | Dexterity, Vereinigte Staaten: EtherCAT und PC-based Control für KI-gestützte Robotik in der modernen Lagerhaltung
- 48 | TTEngineering, Italien: 3D-Laserschneidmaschinen – PC-basiert Grenzen überwinden und Zykluszeiten verkürzen



- 52 | In Time Tec und TNO, Niederlande: Die Zukunft des 3D-Drucks für die Mikroelektronik
- 56 | Syntegon Packaging Systems, Schweiz: Intelligenter, flexibler Produkttransport für Washdown-Anwendungen

ETG



- 60 | Rekordbeteiligung und überzeugende Ergebnisse beim European EtherCAT Plug Fest 2026
 - 61 | ETG Member Meetings in Asien
- ETG veranstaltet Global Strategy Meeting

Impressum

PC Control –
The New Automation Technology Magazine

Herausgeber:
Beckhoff Automation GmbH & Co. KG
Hülshorstweg 20
33415 Verl/Germany
Telefon: +49 (0) 5246 963-0
info@beckhoff.com
www.beckhoff.com

Redaktions- und Projektleitung:
Stefan Ziegler

Redaktion:
Mathis Bayerdörfer
Vera Nosrati

Telefon: +49 (0) 5246 963-140
redaktion@pc-control.net
www.beckhoff.com/pc-control

Design: www.a3plus.de

Druck: Richter Druck- und Mediacenter, Germany

Auflage: 9.000

Gleichstellungshinweis:
Zur besseren Lesbarkeit sind personenbezogene Bezeichnungen teilweise nur in der männlichen Form ausgeführt. Selbstverständlich sind damit jeweils alle Geschlechter gemeint.

RECYCLED
Papier aus
Recyclingmaterial
FSC® C032662

Druckprodukt mit finanziertem
Klimabeitrag
ClimatePartner.com/1248-2026-5017

Erfolgreiches Kunden-Event zu künstlicher Intelligenz im industriellen Einsatz

Mit KI-Tools von Beckhoff die Zukunft des Engineerings gestalten

Künstliche Intelligenz für den Maschinen- und Anlagenbau greifbar machen – und das so praxisnah wie möglich. Mit diesem Anspruch lud Beckhoff im Juni zu einem exklusiven KI-Event ein. Dass man damit genau den Bedarf der Branche traf, spiegelte sich in der hohen Nachfrage wider: Schon zwei Tage nach Beginn der Anmeldung war die Veranstaltung restlos ausgebucht. Um allen Interessierten die Teilnahme zu ermöglichen, wurde das Event kurzerhand von der Münchener Niederlassung in das Veranstaltungsforum Fürstenfeld verlegt, das Platz für rund 100 Teilnehmer bot.

Den Auftakt bildete der Leitvortrag von Nicolas Camargo Torres, Produktmanager TwinCAT, der eine profunde Einführung in das Thema KI in der Automatisierungstechnik gab. Er ordnete aktuelle Entwicklungen ein, skizzierte heutige Einsatzmöglichkeiten und stellte das Portfolio der KI-Tools in TwinCAT vor. Wie das in der Praxis aussieht, demonstrierte Elias Müller in der ersten Live-Demo. Mit seiner großen Erfahrung als Applikateur nahm er die Besucher mit in die Welt von TwinCAT CoAgent und zeigte detailliert auf, wie das intelligente Tool den Anwender bei der Entwicklung und im Betrieb unterstützt.

Nach einer Mittagspause, in der die Teilnehmer die Gelegenheit zum intensiven Austausch mit den Beckhoff Experten nutzten, folgte als zweite Live-Demo ein Deep Dive in den TwinCAT Machine Learning Creator. Maximilian Grimm aus der Applikation visualisierte den kompletten Workflow – von den ersten Datensätzen bis zum fertigen Modell. Die Kunden erlebten dabei Schritt für Schritt, wie sich leistungsstarke KI-Modelle auch ohne tieferegehende Data-Science-Expertise nahtlos erstellen lassen. Ergänzt wurde das Programm durch einen prägnanten KI-Hardware-Guide. Er bot unter dem Titel „Welcher IPC passt zu Ihrer Anwendung?“ anhand realer Projektbeispiele wertvolle Orientierung.

Im abschließenden Ausblick wurde das Potenzial von KI im Maschinenbau noch einmal deutlich herausgestellt, flankiert von exklusiven Einblicken in die Roadmap von Beckhoff. „Unser Event war ein voller Erfolg“, zieht Christopher Kleinert aus dem Vertrieb sein Fazit. „Die ausgebuchte Veranstaltung hat eindrucksvoll bestätigt, dass KI im Maschinenbau und in der Industrie längst kein abstraktes Zukunftsthema mehr ist. Die Technologie wird heute aktiv nachgefragt – und die KI-Tools in TwinCAT liefern Anwendern schon jetzt die passenden Antworten für den Einsatz in der Praxis.“

weitere Infos unter:
www.beckhoff.com/ai



© All Pictures by Beckhoff Automation



Der Vorstand des VDMA Elektrische Automation für die Amtsperiode 2026 bis 2030 (v. l. n. r.):
Dr. Thomas Bürger (Weidmüller), Thomas Fechner (Bosch Rexroth), Gerd Hoppe (Beckhoff), Mathias Wolpiansky (Rose Systemtechnik), Jessica Bethune (Schneider Electric), Volker Glöckle (Sick), Dr. Ulrich Viethen (Murrelektronik), Dr. Tobias Frank (Phoenix Contact), Rolf Heinsohn (Siemens)

Neuer Vorstand im VDMA Elektrische Automation

Gerd Hoppe zum stellvertretenden Vorsitzenden gewählt

Der Fachverband Elektrische Automation im VDMA hat einen neuen Vorstand für die Amtsperiode 2026 bis 2030 gewählt und Gerd Hoppe, Corporate Management bei Beckhoff, zum stellvertretenden Vorsitzenden benannt. Vorsitzende ist Jessica Bethune von Schneider Electric. Der bisherige Vorsitzende Jörg Freitag (Siemens) sowie Guido Beckmann (Produktmanagement EtherCAT und Robotik bei Beckhoff) scheiden turnusgemäß aus. Während ihrer Amtszeit war der Fachverband deutlich gewachsen. So bildet er mit inzwischen mehr als 330 Mitgliedsunternehmen die Brücke zwischen Ausrüstern und Anwendern von elektrischer Energie- und Automatisierungstechnik im Maschinen- und Anlagenbau.

Automatisierung als Enabler

Der Fachverband will Automatisierung als zentralen Enabler der Branche stärken sowie Wachstums- und Innovationsimpulse setzen. „Die Konvergenz von Automation und IT schreitet immer weiter voran und ist in ihrem Fokus auf Software längst zum zentralen, globalen Wettbewerbsfaktor für den Maschinen- und Anlagenbau sowie die produ-

zierende Industrie geworden“, betont Gerd Hoppe. „Nur wer in den nächsten Jahren neue Technologien – insbesondere KI – innovativ zu nutzen weiß, kann die großen Herausforderungen der Industrie in Wachstumschancen umwandeln.“

Anwendung von KI vorantreiben

Mit seinem Engagement im VDMA will sich Gerd Hoppe dafür einsetzen, die Digitalisierung sowie die Anwendung von KI strategisch voranzutreiben. Ein weiteres Ziel ist es, die regulatorischen Rahmenbedingungen für den Maschinen- und Anlagenbau zu verbessern und überbordende Bürokratie zu reduzieren. Gerd Hoppe freut sich darauf, Verantwortung im Verband und im Vorstandsteam zu übernehmen. Er wird seine langjährige Erfahrung in der Spitze eines agilen und innovativen, auf Automatisierung fokussierten mittelständischen Technologieunternehmens in die strategische Ausrichtung des Fachverbands aktiv einbringen.

weitere Infos unter:
www.vdma.eu/elektrische-automation

KI im Maschinen- und Anlagenbau – so praxisnah wie möglich: Mit diesem Anspruch lud Beckhoff zum exklusiven KI-Event ein.

1986



PC-based Control

Beckhoff liefert die erste PC-basierte Maschinensteuerung aus. Ein modifizierter Standard-PC übernimmt die Steuerung – ein radikaler, anfangs oft belächelter Bruch mit der traditionellen, hardwaregebundenen SPS-Welt.

40 Jahre PC-based Control

Revolution in der Fabrikhalle

Vor vier Jahrzehnten glich es einer industriellen Revolution: Als Hans Beckhoff in den frühen 1980er Jahren die Vision der PC-basierten Steuerungstechnik vorantrieb, stieß er bei vielen klassischen Maschinenbauern auf ungläubiges Kopfschütteln. Ein Büro-PC in der rauen, schmutzigen Fabrikhalle? Damals schien das undenkbar. Heute, 40 Jahre später, bildet PC-based Control das passende Fundament der Industrie 4.0 und der Smart Factory.

Um die Tragweite dieses Jubiläums zu verstehen, muss man sich in die Automatisierungswelt der 1980er Jahre zurückversetzen. Es war die Ära der klassischen speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS). Die Fabrikhallen wurden von proprietären Hardware-Systemen dominiert. Große Schaltschränke waren gefüllt mit teuren Black Boxes einzelner Hersteller. Die Systeme galten als robust, waren aber starr, kostspielig und in der Rechenleistung limitiert.

Der mutige Schritt: die Trennung von Hard- und Software

In dieser Umgebung vertrat das damals junge Unternehmen Beckhoff Automation aus dem ostwestfälischen Verl den Ansatz, dass sich gewöhnliche Standard-PCs als leistungsfähigere und wirtschaftlichere Hardwarelösung für sämtliche Automatisierungsprozesse eignen.

Die Philosophie dahinter war einfach: Warum sollte der Maschinenbau viel Geld in die Entwicklung eigener Mikrochips und teurer Spezial-Hardware stecken, wenn die globale Computerindustrie (allen voran Intel® und später AMD) diese Arbeit bereits mit vielfach höheren Budgets erledigte?

1986 wurde aus der Theorie Praxis: Beckhoff lieferte die erste PC-basierte Maschinensteuerung aus, die in einer Doppelgehrungssäge zum Einsatz kam und der Zielapplikation einen erheblichen Produktivitätsschub ver-

schaftte. Der revolutionäre technologische Schritt bestand in der Abstraktion der SPS-Funktion: weg von der proprietären Hardware hin zu einer hochflexiblen, softwarebasierten Lösung.

Ein Meilenstein, der den Grundstein für die moderne Automatisierungswelt von Beckhoff legte. Doch der Weg dorthin war steinig. Die Vorbehalte der Industrie waren durchaus groß. Der PC galt damals als fehleranfällig. Das Schreckgespenst des Windows-Bluescreen beherrschte die Diskussionen. Die Antwort auf diese berechtigte Sorge führte zur eigentlichen Sensation der PC-basierten Automatisierung: der konsequenten Trennung von Hard- und Software.

Um den PC industrietauglich zu machen, musste er nicht nur in ein robustes Gehäuse gepackt werden, er musste vor allem Echtzeit-Eigenschaften erhalten. Eine Maschine verzeiht keine Latenzen. Die Befehle müssen in exakt definierten Mikrosekunden-Zyklen ausgeführt werden.

Mit der Einführung der Automatisierungssoftware TwinCAT (The Windows Control and Automation Technology) im Jahr 1996 gelang Beckhoff ein weiterer technologischer Durchbruch. TwinCAT machte Standard-Microsoft-Betriebssysteme echtzeitfähig. Die Software schuf eine Umgebung, in der die traditionelle Steuerungs-Hardware in reine Programmzeilen übersetzt wurde. Aus der Hardware-SPS wurde die Soft-SPS.

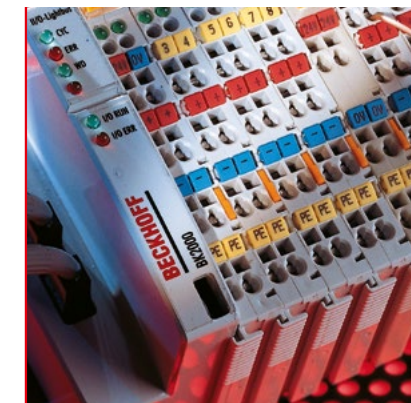
1989



Lightbus

Der PC ist schnell, aber die Datenübertragung zur Maschine ist zu langsam. Beckhoff entwickelt daher den Lightbus, einen Feldbus auf Lichtwellenleiter-Basis und mit Datenverarbeitung im Durchlauf, um die PC-Rechenleistung mit hoher Geschwindigkeit die I/Os der Maschine zu bringen.

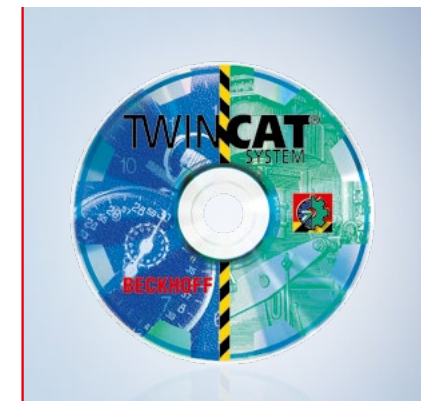
1995



Busklemme

Beckhoff stellt das modulare Busklemmen-System vor. Die Idee: Das etablierte Reihenklempenprinzip wurde erstmals mit der Feldbustechnologie kombiniert und so ein modulares und offenes I/O-System für platzsparende, individuelle und hochflexible Konfigurationen geschaffen.

1996



TwinCAT

Ein weiterer Durchbruch: die Markteinführung der Automatisierungssoftware TwinCAT (The Windows Control and Automation Technology). Beckhoff macht das Standard-Betriebssystem Microsoft Windows echtzeitfähig für den harten Industrieinsatz.

Plötzlich war es möglich, alle Kernfunktionen einer Maschine – Logik, Regelungstechnik, Achspositionierung und das Human-Machine-Interface (HMI) – auf einer einzigen PC-CPU zu vereinen. Der Flaschenhals komplexer Hardware-Verschaltungen verschwand.

Durch den Schwenk zur PC-basierten Steuerungstechnik profitierte der Maschinen- und Anlagenbau schlagartig von einer Regel, die bis dahin nur in der IT galt: das Moore'sche Gesetz. Die Rechenleistung von Standard-Prozessoren verdoppelte sich grob alle anderthalb bis zwei Jahre, wohingegen die Kosten sanken. Während traditionelle SPS-Systeme durch den Einsatz proprietärer Chips in ihrer Weiterentwicklung zunehmend limitiert waren, nutzte die PC-basierte Steuerung die hohe Innovationsgeschwindigkeit der weltweiten IT-Branche also in zweierlei Hinsicht.

Als in den 2010er Jahren Multicore-Prozessoren zum Standard wurden, eröffnete dies wiederum völlig neue Dimensionen. Mit TwinCAT 3 konnte man einzelnen Maschinenfunktionen dedizierte Prozessorkerne zuweisen. Ein Kern kümmerte sich beispielsweise um das Betriebssystem und die Visualisierung, ein anderer in harter Echtzeit um die Maschinensteuerung, ein dritter um die komplexe Bahnberechnung für Roboterkinematiken. Die Leistungsgrenzen schienen erneut aufgehoben.

EtherCAT: der Daten-Turbo für die Industrie

In den frühen 2000er-Jahren wurden herkömmliche Feldbusse zum Nadelöhr. Die PC-Prozessoren mussten im Leerlauf warten, bis die langsamen Netzwerke ihre Daten abgeliefert hatten.

Wieder löste Beckhoff das Problem mit einer eigenentwickelten Lösung, die heute als Standard auf der ganzen Welt eingesetzt wird. 2003 auf den Markt gebracht, revolutionierte Beckhoff die industrielle Kommunikation mit der Entwicklung von EtherCAT. Das ultraschnelle Echtzeit-Ethernet-System innovierte die Datenkommunikation durch die Kombination des schon 1989 mit Lightbus vorgestellten Prinzips der Datenverarbeitung im Durchlauf mit Ethernet. Anders als bei konventionellen Netzwerken, bei denen Datenpakete zeitaufwendig an jedem Knotenpunkt gestoppt, gelesen und neu verpackt werden mussten, verarbeitet EtherCAT die Daten on the fly: Jedes einzelne Datenpaket durchläuft alle Netzwerkteilnehmer einer Maschine, wobei jeder dieser Knoten fast verzögerungsfrei relevante Informationen herausnimmt oder ablegt.

EtherCAT machte die Kommunikation um ein Vielfaches schneller und traf den Nerv der Branche. Beckhoff entschied sich, die Technologie als offenen Standard freizugeben. Heute hat sich EtherCAT längst als offener, weltweiter Standard für die Echtzeit-Ethernet-Kommunikation etabliert, der von Tausenden Herstellern unterstützt wird und die Basis für dynamische Prozesse in der gesamten Automatisierungswelt bildet.

Software frisst Mechanik: die mechatronische Revolution

Die starke Rechenleistung der Industrie-PCs führte in den vergangenen Jahren zu einem Phänomen, das die Konstruktion von Maschinen für immer veränderte: Software begann, Mechanik zu ersetzen.

Früher wurden komplexe Bewegungen durch Zahnräder, mechanische Kurvenscheiben, Riemen und Wellen realisiert. Der Verschleiß war hoch, die Flexibilität bei Produktwechseln lag bei null. PC-based Control machte starre Maschinen flexibel. Prominente Beckhoff Beispiele dafür sind das lineare Transportsystem XTS (2012) sowie das Planarmotorsystem XPlanar (2018). Beim XPlanar schweben magnetische Mover frei beweglich über Kacheln und transportieren Produkte verschleißfrei über die Produktionswege – ohne Mechanik oder Führungsschienen. Mit dem linearen Transportsystem XTS bietet Beckhoff eine bewährte Antriebslösung, bei der sich magnetisch angetriebene Mover entlang einer Fahrstrecke aus vollintegrierten Motormodulen bewegen.

Der Weg zur Smart Factory: künstliche Intelligenz und Vision

Heute, im Zeitalter der Digitalisierung, zählt sich der visionäre Schritt der 1980er Jahre mehr denn je aus. Industrie 4.0, das Industrial Internet of Things (IIoT) und die Smart Factory erfordern die lückenlose Kommunikation zwischen der Produktionshalle (OT) und der Cloud-Infrastruktur (IT).

Der IPC von heute ist längst nicht mehr nur für die Maschinensteuerung zuständig. Moderne Systeme integrieren anspruchsvolle Motion Control, Highend-Messtechnik, hochauflösende Bildverarbeitungssysteme und Safety auf derselben Plattform. Selbst künstliche Intelligenz und Machine Learning sind keine Zukunftsmusik. KI-Algorithmen laufen heute in Echtzeit direkt auf der Maschinensteuerung, erkennen Anomalien im Produktionsprozess, optimieren den Energieverbrauch oder prüfen via Kamera die Qualität der gefertigten Werkstücke.

Fazit: Die Revolution geht weiter

Aus dem unförmigen PC-Tower der 80er Jahre ist inzwischen eine breite und fein skalierbare Familie von Industrie-Rechnern geworden – von Embedded-PCs und Ultra-Kompakt-Industrie-PCs bis hin zu Schaltschrank-Industrie-Servern. Und die kontinuierliche Integration neuer, industriegerechter Prozessoren aus der IT-Welt sorgt nach wie vor für Leistungssprünge.

40 Jahre PC-based Control von Beckhoff stehen damit nicht nur für einen wesentlichen technologischen Fortschritt, sondern auch für einen Wandel im Maschinenbau. Hans Beckhoffs Überzeugung, dass sich der Standard-PC gegen proprietäre Hardware durchsetzen würde, galt einst als mutig. Diese Technologie, die vor 40 Jahren in Ostwestfalen ihren Ursprung nahm, hat sich im modernen Maschinenbau weltweit etabliert, wird immer mehr zum Standard und bleibt auch in Zukunft Innovationstreiber.

2003



EtherCAT

EtherCAT

EtherCAT kombiniert die Datenverarbeitung „on the fly“ mit der Ethernet-Technologie und löst den bisherigen Kommunikations-Flaschenhals der Industrie. EtherCAT etabliert sich in den Folgejahren als offener, weltweiter Standard für die Echtzeit-Ethernet-Kommunikation.

2012



XTS

XTS

Einführung des linearen Transportsystems XTS, bei der sich magnetisch angetriebene Mover entlang einer Fahrstrecke aus vollintegrierten Motormodulen bewegen.

2018



XPlanar

XPlanar

Das Planarmotorantriebssystem XPlanar ermöglicht den schwebenden, individuellen und verschleißfreien Produkttransport. Die frei beweglichen XPlanar-Mover können sich über den XPlanar-Kacheln beliebig in zwei Dimensionen und mit bis zu sechs Freiheitsgraden bewegen.

2021



MX-System

MX-System

Beckhoff präsentiert das MX-System. Die komplette PC-basierte Steuerungstechnik wird so kompakt und robust in Funktionsmodule übertragen, dass sie ohne Schaltschrank direkt als steckbares System an der Maschine montiert werden kann.

2026



Künstliche Intelligenz und Vision

Der IPC vereint alle Automatisierungsfunktionen auf einer CPU: klassische Steuerung, Motion Control, CNC, Messtechnik, Robotik, Bildverarbeitung (TwinCAT Vision) und künstliche Intelligenz (TwinCAT Machine Learning). Der PC hat sich zum zentralen, unverzichtbaren Steuerzentrum der Smart Factory entwickelt.

weitere Infos unter:
www.beckhoff.com/technologische-meilensteine

40 Jahre PC-based Control: Ein Paradigmenwechsel schreibt Geschichte

Gesichter der Innovation



„Mit PC-based Control ist die logische Ansteuerung von Servomotoren in Echtzeit kein Problem.“

PC-based Control feiert Jubiläum. Was als technologischer Paradigmenwechsel begann, hat sich über die vergangenen 40 Jahre zu einer echten Erfolgsstory entwickelt. Doch hinter dieser Geschichte stehen nicht nur innovative Technik und der Mut, Dinge anders zu machen, sondern auch besondere Menschen, die seit Jahren und Jahrzehnten für Automatisierung brennen. Als Wegbereiter kommen sie in dieser, der vorhergehenden und der nächsten Ausgabe der PC Control zu Wort und erklären, wie sich die Erfolgsgeschichte von PC-based Control in ihrem Tätigkeitsbereich widerspiegelt.

Michael Pfister, Produktmanager Motion

Basis zukunftsorientierter Antriebslösungen
PC-based Control macht die elektrische Antriebstechnik erst richtig leistungsfähig. Vor 40 Jahren war die Synchronisation von mehreren Achsen umständlich und komplex. Entsprechend wurden nur vereinzelt geregelte Antriebe in Maschinen verbaut. Mit PC-based Control ist die logische Ansteuerung von Servomotoren in Echtzeit hingegen kein Problem – selbst dann, wenn sehr viele Servomotoren in Maschinen integriert sind. Da elektrische Antriebe so einfach zu konfigurieren und integrieren sind, wächst deren Anzahl in Maschinen kontinuierlich. Besonders hervorzuheben ist z.B. eine Beckhoff Applikation in der Show- und Bühnentechnik, bei der 1.216 Servomotoren synchron angesteuert werden und eine kinetische Skulptur erzeugen.

Gleichzeitig werden Antriebe heute immer intelligenter. Über EtherCAT fließen die Zustandsdaten der Aktoren zur zentralen Steuerungseinheit. Deren Auswertung wird mithilfe von PC-basierter Steuerungstechnik kundenspezifisch nutzbar: Anwender können unkompliziert den Maschinenzustand abbilden oder auch Leistungs- und Verbrauchsdaten ermitteln und zentral verwalten. PC-based Control bildet demnach die Basis jeglicher zukunftsorientierten Antriebslösung.

Christian Gummich,
Branchenmanager Kunststoffmaschinen

Vollständige Transparenz im gesamten Prozess

Unsere Kunden in der Kunststoffbranche stellen besondere Ansprüche an die Automatisierungstechnik. Anwendungen wie Spritzgießen, Extrusion, Blasformen oder Thermoformen erfordern eine präzise und deterministische Regelung von Temperatur, Druck, Geschwindigkeit und Position. Schon kleinste Abweichungen wirken sich unmittelbar auf den Prozess und damit auf die Bauteilqualität aus.



„Mit PC-based Control schaffen Kunststoffmaschinenhersteller die technologische Grundlage für innovative, energieeffiziente und zukunftssichere Maschinen.“

Gleichzeitig wächst der Bedarf an modularen Maschinenkonzepten, die unter anderem die Integration von Bildverarbeitung, Machine Learning und generativer KI ermöglichen. Ebenso entscheidend sind standardisierte Schnittstellen wie OPC UA und Euromap zur nahtlosen Vernetzung kompletter Produktionszellen.

Genau für diese Anforderungen bietet PC-based Control die ideale Lösung. Das offene Steuerungskonzept kombiniert leistungsfähige, skalierbare Industrie-PCs mit TwinCAT und EtherCAT – für maximale Performance und Flexibilität. Alle Funktionen wie SPS, Motion Control, Safety, HMI, Vision und weitere Tools lassen sich auf einer Plattform vereinen. Das reduziert die Systemkomplexität deutlich und sorgt für vollständige Transparenz im gesamten Prozess.

Mit PC-based Control schaffen Kunststoffmaschinenhersteller die technologische Grundlage für innovative, energieeffiziente und zukunftssichere Maschinen.

Christian Lindemann,
Branchenmanager Mess- und Prüftechnik

Hier zählen Determinismus und Synchronität

Mess- und Prüftechnik gehört seit jeher zu den anspruchsvollsten Disziplinen der Automatisierung. Wo früher mit analogen Messschreibern, einzelnen Spezialgeräten und aufwendigen Punkt-zu-Punkt-Verkabelungen gearbeitet wurde, sind heute hochvernetzte Echtzeitsysteme gefragt. Moderne Prüfstände müssen Tausende Kanäle synchron erfassen, hochdynamische Antriebe regeln, Safety integrieren und Messdaten in Echtzeit analysieren.

Die Bandbreite der Anwendungen ist gewaltig: Vom Testen hochintegrierter Elektronik bis zum Großkomponenten-Prüfstand entwickeln und betreiben unsere Kunden hochmoderne Mess- und Prüfsysteme. Der PC-basierte Steuerungsansatz und ein software- und systemorientiertes Engineering gehen mit der Integration von Machine Learning und komplexen Reglern dabei weit über klassische Automatisierungsaufgaben hinaus.



„Für Anwender bedeutet PC-based Control: weniger Insellösungen, höhere Performance und eine Plattform, die Automation und Messtechnik nahtlos zusammenführt.“

Gerade in der Mess- und Prüftechnik zählen Determinismus und Synchronität. Mit EtherCAT, Distributed Clocks und Oversampling lassen sich Messdaten hochpräzise in Echtzeit erfassen – ideal für Schwingungsanalyse, Leistungsmessung oder Batterieprüfung. Für Anwender in diesem Bereich bedeutet PC-based Control: weniger Insellösungen, höhere Performance und eine Plattform, die Automation und Messtechnik nahtlos zusammenführt – vom Sensor bis zur KI-gestützten Analyse.

Michel Matuschke, Branchenmanager Entertainment-Industrie

Kreative Ideen ohne technische Grenzen

Die Entertainment-Industrie stellt besondere Anforderungen an die Automatisierung, da hier nicht nur technische Funktionalität, sondern vor allem das perfekte Zusammenspiel aus Kreativität, Sicherheit, Flexibilität und Verfügbarkeit entscheidend ist. Ob Themenpark, Bühnenshow, Konzert, Medieninstallation oder immersive Erlebnisswelt – Licht-, Audio-, Video-, Bühnen- und Bewegungstechnik müssen in Echtzeit miteinander kommunizieren und exakt synchronisiert werden. Gleichzeitig ändern sich kreative Anforderungen häufig sehr kurzfristig. Steuerungssysteme müssen daher offen, modular und flexibel erweiterbar sein, ohne dabei Kompromisse einzugehen.

PC-based Control von Beckhoff verbindet klassische Automatisierung mit moderner IT und passt daher ausgezeichnet für die Branche. Die offene und softwarebasierte Architektur ermöglicht die Integration nahezu aller relevanten Schnittstellen und Protokolle der Entertainment-Branche – darunter DMX, Art-Net, sACN, QSC, Riedel, SMPTE-Timecode, PSN und viele weitere. Dadurch lassen sich ganz unterschiedliche



„Mit unseren Industrie-PCs, TwinCAT und EtherCAT werden komplexe Showabläufe hochpräzise und deterministisch umgesetzt.“

Systeme und Gewerke auf einer Plattform zusammenführen und zentral steuern.

Für Anwender besonders wichtig sind dabei die hohe Performance, Skalierbarkeit und Offenheit. Mit unseren leistungsfähigen Industrie-PCs, TwinCAT und EtherCAT werden komplexe Showabläufe hochpräzise und deterministisch umgesetzt. Durch die Modularität von PC-based Control ist eine flexible Anpassung und Erweiterung von Anlagen jederzeit möglich – selbst während des laufenden Betriebs. Für Betreiber von Entertainment-Anlagen bedeutet das Investitionssicherheit, maximale Verfügbarkeit und die Möglichkeit, kreative Ideen ohne technische Grenzen umzusetzen – getreu unserem Motto: Create ultimate guest experiences!

Georg Schemmann, Branchenmanager Gebäudeautomation

Konkreter Beitrag zu nachhaltiger Gebäudeautomation

PC-based Control von Beckhoff feiert 40. Jubiläum. In der Gebäudeautomation wurden die ersten großen Projekte im Jahr 2000 mit dieser Technologie realisiert. Dazu zählen z. B. das deutsche Microsoft-Headquarter in Unterschleißheim bei München oder das Eurotheum, ein ehemaliger Standort der Europäischen Zentralbank in Frankfurt. In beiden Projekten wurden IPCs von Beckhoff verbaut.

Bei Microsoft kamen damals die Schaltschrank-Industrie-PCs C6140 als Gebäuderechner zum Einsatz. Nach mehr als 20 Jahren wurden die Rechner gegen neue Kompakt-Industrie-PCs C69xx ausgetauscht. Die I/O-Ebene blieb dabei unverändert. Mit minimalem Software-Aufwand standen alle modernen Funktionen zur Verfügung. Dieses Beispiel zeigt eindrucksvoll den Investitionsschutz von PC-based Control: Über 20 Jahre Betrieb mit Erhalt der I/O-Ebene und reibungsloser Modernisierung der Rechnebene – ein konkreter Beitrag zu nachhaltiger Gebäudeautomation. Statt auf proprietäre Black-Box-Lösungen zu setzen,

basiert PC-based Control konsequent auf offenen Standards – von BACnet, Modbus und KNX bis hin zu OPC UA und MQTT – und gibt Betreibern damit die volle Hoheit über ihre Anlage zurück.

Aufgrund der Nutzung etablierter Betriebssysteme kann parallel zu TwinCAT auch Software von Drittanbietern für verschiedenste Anwendungen performant ausgeführt werden. Genauso ist eine unkomplizierte Integration in IT-Netzwerke und Sicherheitsstrukturen möglich. Genau diese Offenheit macht PC-based Control zur idealen Basis für die IT/OT-Konvergenz in modernen Gebäuden, in denen Automation, Datenanalyse und IT-Sicherheit immer enger zusammenwachsen.

„Die Offenheit macht PC-based Control zur idealen Basis für die IT/OT-Konvergenz in modernen Gebäuden.“



Henning Rausch, Branchenmanager Werkzeugmaschinen

Hohe Rechenleistung für präzise Bewegungssteuerung

Die Werkzeugmaschinenbranche stellt höchste Anforderungen an die Automatisierungstechnik: Präzision im µm-Bereich, kurze Zykluszeiten sowie hohe Dynamik und Flexibilität sind ebenso entscheidend wie die Integration vielfältiger Automatisierungsfunktionen – von CNC und Robotik über Messtechnik bis hin zu Bildverarbeitung und Prozessüberwachung. Zudem müssen Steuerungssysteme für diese Branche zuverlässig, langlebig und offen für Vernetzung sein.

PC-based Control von Beckhoff erfüllt diese Anforderungen optimal, da es auf leistungsfähiger Industrie-PC-Hardware, der ultraschnellen EtherCAT-Kommunikation und der modularen Softwareplattform TwinCAT basiert. Auf einer einzigen Steuerung lassen sich CNC, SPS, Motion Control, Safety, Messtechnik und Bildverarbeitung integrieren, was Hardware reduziert und Wartung vereinfacht. Die Offenheit des Systems ermöglicht die Nutzung standardisierter Schnittstellen wie OPC UA oder MQTT sowie die einfache Anpassung an unterschiedliche Maschinengrößen und -typen.

Anwender profitieren von hoher Rechenleistung für präzise Bewegungssteuerung, deterministischer Kommunikation für exakte Synchronisation und der Möglichkeit, moderne Funktionen wie Condition Monitoring oder Machine Learning direkt einzubinden. Damit bietet PC-based Control eine zukunftssichere, skalierbare und robuste Lösung, die die Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit von Werkzeugmaschinenherstellern nachhaltig steigert.

„PC-based Control bietet eine zukunftssichere, skalierbare und robuste Lösung, die die Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit von Werkzeugmaschinenherstellern nachhaltig steigert.“

Michael Busch, Produktmanager TwinCAT

Vision als integraler Bestandteil der Maschinensteuerung

An TwinCAT Vision zeigt sich die 40-jährige Erfolgsgeschichte von PC-based Control besonders deutlich: Hier kommen die Stärken einer durchgängig softwarebasierten Automatisierungsplattform auf Standard-Industrie-PCs voll zum Tragen. Statt die Bildverarbeitung als externe Black Box anzubinden, ist sie integraler Bestandteil der Maschinensteuerung und nahtlos in eine gemeinsame Engineering- und Runtime-Umgebung für SPS, Motion und Robotik integriert. Dadurch werden Schnittstellen reduziert, Systembrüche vermieden sowie Inbetriebnahme, Diagnose und Service über den gesamten Maschinenlebenszyklus vereinfacht.

Ein entscheidender Vorteil von PC-based Control liegt in der deterministischen Echtzeitfähigkeit und der präzisen Synchronisation von Bildaufnahme, Analyse und Maschinenprozess – eine wesentliche Voraussetzung für anspruchsvolle Anwendungen



„Rechenleistung lässt sich passgenau auf die Anwendung abstimmen – von einfachen Prüfaufgaben bis hin zu KI-basierten Anwendungen.“

mit hohen Qualitätsanforderungen und kurzen Zykluszeiten.

Hinzu kommen die hohe Innovationsdynamik und Skalierbarkeit moderner Industrie-PCs: Vom kompakten Embedded-PC bis zum leistungsstarken Multicore-Industrie-PC lässt sich die Rechenleistung passgenau auf die jeweilige Anwendung abstimmen – von einfachen Prüfaufgaben über anspruchsvolle Vision-Applikationen bis hin zu KI-basierten Anwendungen.

TwinCAT Vision ist damit ein sehr gutes Beispiel dafür, was PC-based Control seit 40 Jahren auszeichnet: Offenheit, Integrationsfähigkeit, hohe Performance und die Möglichkeit, Innovationen schnell in die Praxis zu bringen.

Seit 30 Jahren bildet die Automatisierungssoftware TwinCAT von Beckhoff das Fundament für die PC-basierte Steuerungstechnik über alle Branchen und Automatisierungsfunktionen hinweg.



30 Jahre TwinCAT

Die Erfolgsgeschichte der TwinCAT Functions

Die Vorstellung von TwinCAT (The Windows Control and Automation Technology) im Jahr 1996 markierte einen entscheidenden Meilenstein für die erfolgreiche PC-basierte Steuerungstechnik. Beckhoff machte das Standard-Betriebssystem Microsoft Windows echtzeitfähig für den harten Industrieinsatz.

Mit dem Wechsel von DOS auf Windows und der Etablierung der SPS-Programmierung nach IEC 61131-3 schuf Beckhoff ein durchgängiges Engineering-Konzept und eine zukunftssichere Lösung, die Hard- und Software voneinander entkoppelte. Der softwarezentrierte Ansatz befreite den Maschinenbau von den engen Leistungsgrenzen konventioneller proprietärer Hardware. Heute, 30 Jahre später, vereint TwinCAT als Plattform alle Automatisierungsfunktionen in einer deterministischen Echtzeitumgebung.

Skalierbarkeit und Performance

Ein zentrales Erfolgsrezept von TwinCAT war von Beginn an die konsequente Überführung von IT-Standards in die Automatisierung. Neben der klassischen SPS-Programmierung unterstützt das System heute u. a. C, C++ sowie MATLAB® und Simulink®. Auch betriebssystemseitig hat sich die Plattform stetig weiterentwickelt: Anfangs auf Windows fokussiert, steht TwinCAT mittlerweile auch für die Betriebssysteme TwinCAT/BSD und Linux® zur Verfügung.

PC-based Control mit TwinCAT als Kern ermöglicht starke Leistungsdaten: Die SPS-Zykluszeiten konnten im Laufe der Jahre auf bis zu 50 µs verkürzt werden. Gleichzeitig wuchs die Anzahl der steuerbaren Achsen von anfangs 10 auf heute über 1.000 Achsen – bei gleichzeitiger Reduzierung der Kosten pro Achse. Das Konzept der all-electric machine mit leistungsfähigeren und präziseren Lösungen wurde so schon früh Realität.

Im Fokus: die TwinCAT Functions

Grundlage der hohen Flexibilität von TwinCAT bildet die Offenheit der Architektur, die das komplette Spektrum der Automatisierungsfunktionen in einer einzigen Software konsolidiert. TwinCAT bietet seinen Anwendern zahlreiche Features und verschiedene Software-Funktionsbausteine für jede Automatisierungsaufgabe. Standen in den Anfangsjahren vor allem die SPS, grundlegende Motion-Control-Aspekte und I/Os im Zentrum, umfasst die Plattform heute weit über 100 spezialisierte Functions.

Diese TwinCAT Functions decken unterschiedliche Disziplinen ab, darunter leistungsfähige Messtechnik, Regelungstechnik, komplexe Kommunikation und künstliche Intelligenz. Dank der hohen Leistungsfähigkeit moderner Industrie-PCs lassen sich auch anspruchsvolle Technologien nahtlos in die Steuerung integrieren. So sind industrielle Bildverarbeitung oder die systemintegrierte Robotersteuerung als native Laufzeitmodule fest in der Software verankert.

Auch künstliche Intelligenz gewinnt zunehmend an Bedeutung. Mit dem TwinCAT Machine Learning Creator lassen sich ohne Vorkenntnisse KI-Modelle für die Analyse von Bild-, Zeitreihen- oder Prozessdaten erstellen. Damit werden Monitoring-Lösungen und Anomalieerkennung direkt in der Echtzeit-Steuerungsumgebung möglich. KI-gestützte Assistenten wie der TwinCAT CoAgent unterstützen Anwender zudem über den gesamten Maschinenlebenszyklus hinweg – vom Engineering bis zum laufenden Betrieb.

Gerüstet für die Zukunft

Da die softwarezentrierte Architektur auch drei Jahrzehnte nach ihrer Markteinführung konsequent auf Skalierbarkeit und Konvergenz mit der IT ausgelegt ist, sind Anwender auch für die Zukunft gut gerüstet. PC-based Control bildet ein sehr gutes Fundament für eine tiefe IT/OT-Integration und die Anbindung

TwinCAT 3 überzeugt durch modularen Aufbau

Die Engineering-Komponente bietet eine leistungsstarke Umgebung für Konfiguration, Programmierung und Debugging. Die TwinCAT 3 Runtime stellt die Basiskomponenten bereit und lässt sich flexibel um zahlreiche Functions erweitern – exakt abgestimmt auf die jeweilige Automatisierungsaufgabe.

Die TwinCAT 3 Functions

sind in folgende Kategorien gegliedert:

- TF1xxx | System: TwinCAT 3 System Functions
- TF2xxx | HMI: TwinCAT 3 HMI Functions
- TF3xxx | Measurement: TwinCAT 3 Measurement Functions
- TF4xxx | Controller: TwinCAT 3 Controller Functions
- TF5xxx | Motion: TwinCAT 3 Motion Functions
- TF6xxx | Connectivity: TwinCAT 3 Connectivity Functions
- TF7xxx | Vision: TwinCAT 3 Vision Functions
- TF8xxx | Industry-specific: TwinCAT 3 Industry-specific Functions

an Cloud- oder Edge-Infrastrukturen. Ob Physical AI, neue Kommunikationsstandards oder stringente Cybersecurity-Konzepte: TwinCAT entwickelt sich als modulares Framework kontinuierlich weiter und unterstützt Maschinenbauer dabei, ihre Innovationskraft langfristig zu sichern.



TwinCAT PLC++ als neue SPS-Technologie für mehr Leistung und Nutzerfreundlichkeit

„Der Code wird wesentlich schneller ausgeführt“



Béla Höfig, Produktmanager TwinCAT,
Beckhoff Automation

„Wir geben Entwicklern ein Werkzeugset an die Hand, mit dem sie die steigende Software-Komplexität im Maschinenbau sicher beherrschen.“

Mit TwinCAT PLC++ stellt Beckhoff die nächste Generation der speicherprogrammierbaren Steuerungen vor. Die neue Architektur verspricht signifikante Leistungssteigerungen durch neue Compiler-Technologie und moderne IT-Workflows. Im Interview erklärt Produktexperte Béla Höfig, wie Maschinenbauer und Entwickler-Teams diese Neuerungen konkret in ihren Anlagen nutzen.

TwinCAT PLC++ verspricht eine markante Leistungssteigerung in der Runtime. Was ändert sich auf der Maschinenebene konkret?

Béla Höfig: Das Herzstück von TwinCAT PLC++ ist ein grundlegend neu entwickelter Compiler. Er übersetzt den SPS-Code deutlich effizienter. Für den Anwender bedeutet das konkret: Der Code wird auf der CPU des Industrie-PC wesentlich schneller ausgeführt. Maschinenbauer können dadurch entweder die Zykluszeiten ihrer Steuerung weiter reduzieren, um hochdynamische Prozesse präziser zu regeln, oder sie nutzen die gewonnene Rechenkapazität, um komplexere Algorithmen – wie etwa Condition Monitoring oder erweiterte Kinematiken – auf derselben Hardware-Ressource auszuführen.

Die Industrie fordert zunehmend eine Verschmelzung von IT und OT. Wie unterstützt TwinCAT PLC++ Software-Teams bei der Zusammenarbeit?

Béla Höfig: Der wichtigste technologische Hebel ist hier die konsequent textbasierte Speicherung des Quellcodes, die wir schon seit 2010 mit TwinCAT 3 verfolgen. Klassische SPS-Systeme speichern Projekte oft in binären Formaten, was die gemeinsame Arbeit im Team erschwert. Durch die textbasierte Ablage binden Entwickler ihre Steuerungsprojekte nun nahtlos in aktuelle DevOps-Workflows ein. Sie verwalten ihren Code in Standard-Versionskontrollsystemen wie Git. Das ermöglicht echtes Branching und Merging – mehrere Programmierer arbeiten gleichzeitig an unterschiedlichen Maschinenmodulen, ohne dass es zu Dateikonflikten kommt. Mit TwinCAT PLC++ wird dies noch

einfacher, weil der Code in Klartext abgespeichert wird. Das macht den Einsatz von Versionskontrollsystemen deutlich intuitiver.

Welche weiteren Prozesse aus der IT lassen sich auf die Automatisierung übertragen?

Béla Höfig: Vor allem die automatisierte Qualitätssicherung. Entwickler bauen durch die textbasierte Struktur durchgängige Continuous-Integration- und Continuous-Deployment-Pipelines auf. Sobald ein Entwickler neuen Code in das System einpflegt, starten automatisch Unit-Tests, die den Code validieren, bevor er überhaupt auf eine reale Maschine aufgespielt wird. Das reduziert Fehlerquoten in der Inbetriebnahme drastisch. Auch hier können wir den Workflow mit TwinCAT PLC++ weiter optimieren. Denn der neue Compiler ist als alleinstehende Komponente verfügbar und bildet somit die Basis, um Code auch

ohne Entwicklungsumgebung automatisch übersetzen zu können und dadurch die Laufzeit der Pipelines zu minimieren.

Was ändert sich für den Programmierer bei der täglichen Arbeit am Bildschirm?

Béla Höfig: Die grundlegende Umgebung bleibt vertraut: Entwickler programmieren, konfigurieren und diagnostizieren weiterhin direkt in Microsoft Visual Studio. Wir haben jedoch die Benutzeroberfläche gezielt für einen flüssigeren Workflow optimiert. Neue Funktionen wie Code-Snippets reduzieren den Tippaufwand. Gleichzeitig unterstützt PLC++ moderne Prinzipien der objektorientierten Programmierung nach IEC 61131-3 noch besser. Entwickler kapseln Maschinenfunktionen in wiederverwendbare Software-Bausteine, was den Engineering-Aufwand bei Serienmaschinen erheblich senkt.

Beckhoff trennt traditionell den Anwendungscode streng von der Hardware. Bleibt diese Skalierbarkeit erhalten?

Béla Höfig: Absolut. Diese Trennung – das Kernprinzip des PC-based Control – bleibt unser Fundament. Einmal geschriebener TwinCAT-Code skaliert nahtlos vom kompakten ARM-Controller bis hin zum hochleistungsfähigen Many-Core-Industrieserver. TwinCAT PLC++ baut auf diesem Prinzip auf und ergänzt unser Ökosystem. Im Zusammenspiel mit weiteren Tools wie dem KI-gestützten TwinCAT CoAgent geben wir Entwicklern ein Werkzeugset an die Hand, mit dem sie die steigende Software-Komplexität im Maschinenbau sicher beherrschen.



Mit TwinCAT PLC++ bietet Beckhoff eine neue Generation SPS-Technologie, mit der sich sowohl Engineering als auch Runtime beschleunigen lassen.

weitere Infos unter:
www.beckhoff.com/twincat-plcpp

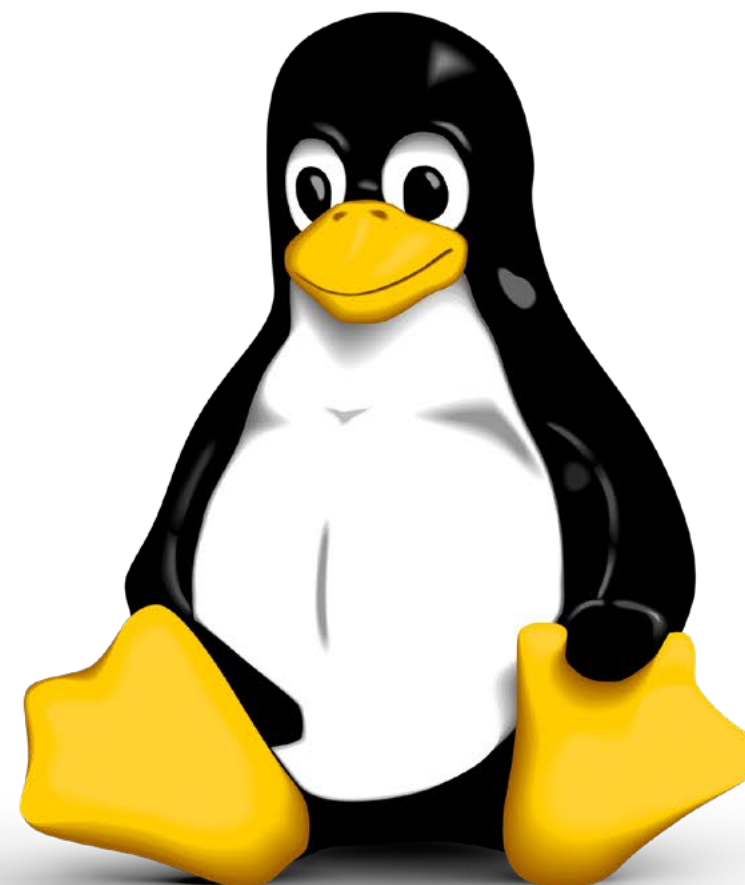
Interview mit Daniel Kerkhoff zum automatisierungsgerechten Linux®-Einsatz

Betriebssystem-Vielfalt für zukunftsorientierte Steuerungstechnik



Die Beckhoff Real-Time Linux® Distribution bildet die Basis für eine neuartige TwinCAT Runtime.

Mit 30 Jahren TwinCAT sind natürlich auch 30 Jahre Windows-basierte Echtzeit-Steuerungstechnik verbunden. Auf der Betriebssystem-Seite wird dies aber seit 2020 durch TwinCAT/BSD und seit 2025 durch Beckhoff RT Linux® ergänzt. Bei Letzterem handelt es sich um eine speziell für den industriellen Einsatz entwickelte Linux®-Plattform, die auf Debian basiert und gezielt auf die Anforderungen von Automatisierungsumgebungen abgestimmt wurde. Ihr wesentliches Einsatzszenario ist der Betrieb der TwinCAT Runtime for Linux® auf Beckhoff IPCs, welche die Ausführung von TwinCAT-Steuerungsanwendungen sowohl in klassischen als auch in containerisierten Umgebungen ermöglicht.



Was waren die wichtigsten Gründe für Beckhoff, eine Betriebssystemlösung auf Basis von Linux® zu entwickeln?

Daniel Kerkhoff: Linux® hat sich in den vergangenen Jahren in vielen industriellen und softwaregetriebenen Umgebungen fest etabliert – vom Embedded-Bereich bis hin zu Server-, Edge- und Cloud-Systemen. Entsprechend sehen wir auch in der Automatisierung eine wachsende Nachfrage nach Linux®-basierten Lösungen. Für Beckhoff war das ein wichtiger Grund, TwinCAT neben Windows auch auf Linux® verfügbar zu machen. Hinzu kommt, dass Linux® durch seine Offenheit und breite technische Basis viel Gestaltungsfreiheit bietet. Dadurch können wir das System gezielt auf die Anforderungen der PC-basierten Steuerungstechnik ausrichten – insbesondere mit Blick auf Echtzeitverhalten, Systemarchitektur und langfristige Wartbarkeit.

Wenn der Anwender die freie Wahl hat, welche Kriterien können ihm bei der Entscheidung für eines der drei Betriebssysteme helfen?

Daniel Kerkhoff: Die Wahl des Betriebssystems ergibt sich in der Praxis vor allem aus den Anforderungen der Anwendung und der vorhandenen IT-/OT-Landschaft. Wenn Engineering, Zusatzsoftware, Diagnosewerkzeuge oder Unternehmensprozesse stark auf Windows ausgerichtet sind, ist Windows häufig der naheliegende Weg. Wenn dagegen eine Linux®-basierte Infrastruktur, automatisierte Bereitstellung oder ein stärker softwarezentrierter Betriebsansatz im Vordergrund stehen, kann Beckhoff RT Linux® die passendere Basis sein. TwinCAT/BSD adressiert wiederum Anwender, die eine Beckhoff spezifische und sehr fokussierte Runtime-Plattform suchen. Hinzu kommt: Bei einigen Geräten ist die Betriebssystemwahl auch an die verfügbare Hardwareplattform gekoppelt.

Grundlage für die Linux®-basierte Lösung bildet eine Beckhoff eigene Linux®-Distribution. Was zeichnet diese aus?

Daniel Kerkhoff: Unsere Beckhoff RT Linux® Distribution basiert auf Debian und verbindet damit eine etablierte Linux®-Basis mit einer klaren Ausrichtung auf industrielle Steuerungsaufgaben. Wichtig ist dabei: Sie ist nicht einfach ein „Standard-Debian“, sondern ein von Beckhoff validiertes Linux®-System für den Einsatz in der PC-basierten Steuerungstechnik. Dazu gehören u. a. ein für Echtzeit optimierter Linux®-Kernel, definierte Komponenten für den System-Boot, Netzwerk- und Firewallkonfigurationen sowie eine gezielte Abstimmung auf den Betrieb mit TwinCAT. Für Anwender ist das deshalb interessant, weil sie viele bekannte Linux®-Werkzeuge und Administrationsmuster weiter nutzen können und gleichzeitig eine von Beckhoff getestete und unterstützte Grundlage für ihre Steuerungsanwendung erhalten.

Ändern sich beim Einsatz von Beckhoff RT Linux® die Anwendungsprogrammierung in TwinCAT oder der Zeit- und Kostenaufwand für das Engineering?

Daniel Kerkhoff: Für den Anwender bleibt sehr vieles vertraut. Das Engineering findet weiterhin in der bekannten TwinCAT-Entwicklungsumgebung auf einem Windows-basierten Engineering-PC statt. Auch bei der Anwendungsprogrammierung haben wir darauf geachtet, die etablierten TwinCAT-Schnittstellen und Arbeitsweisen beizubehalten. ADS-Kommunikation, Bibliotheken und die Konfiguration typischer Steuerungsfunktionen folgen damit weitgehend dem bekannten Prinzip. Das senkt den Umstellungsaufwand deutlich, weil bestehendes Know-how, vorhandene Werkzeuge und viele Projektstrukturen weiter genutzt werden können. Der wesentliche Unterschied liegt also weniger im Engineering selbst als in der Zielplattform und den zusätzlichen Möglichkeiten, die Linux® auf der Runtime-Seite eröffnet.

Industrietaugliches Linux® für die Automatisierung

Mit der Beckhoff RT Linux® Distribution steht eine leistungsfähige, flexible und echtzeitfähige Plattform für industrielle Anwendungen zur Verfügung. Die Kombination aus Echtzeitkernel, Paketverwaltung, Containerunterstützung und TwinCAT Runtime bietet eine solide Basis für zukunftsorientierte Steuerungslösungen.

Die Distribution unterstützt den Einsatz auf einer Vielzahl von Beckhoff Industrie- und Embedded-PCs und wird kontinuierlich weiter gepflegt und aktualisiert. Sie kombiniert Echtzeitfähigkeit mit der Offenheit und Flexibilität eines Linux®-Systems. Über das Debian-Paketsystem lassen sich zusätzliche Softwarekomponenten einfach installieren und verwalten. Es steht standardmäßig ein für die Steuerung optimierter Echtzeitkernel bereit, sodass sich die Plattform für verschiedenste Einsatzszenarien eignet – von klassischen Steuerungsaufgaben bis hin zu modernen Applikationen mit GPU-Beschleunigung. Zudem ist die Distribution für den Einsatz von Container-Technologien wie Docker®, Podman oder LXC vorbereitet.

Inwieweit erleichtert solch ein multitaskingfähiges Betriebssystem die Modularisierung der Software und welche Vorteile bietet dies z. B. hinsichtlich Updates oder beim Ergänzen bzw. Austauschen von Anwendungsbausteinen?

Daniel Kerkhoff: Ein Linux®-basiertes System erleichtert die Modularisierung vor allem dort, wo Software nicht mehr als monolithischer Block verstanden wird, sondern als Zusammenspiel klar abgegrenzter Funktionen. Anwendungen und Zusatzdienste lassen sich in getrennten Umgebungen betreiben, gezielt aktualisieren und sauber voneinander trennen. Das vereinfacht Tests, Rollouts und die Wartung, weil Änderungen an einem Modul nicht automatisch das gesamte System betreffen müssen. Gerade bei Maschinen und Anlagen, die aus wiederverwendbaren Funktionsbausteinen oder Softwaremodulen aufgebaut sind, unterstützt das einen strukturierten Lebenszyklus: Funktionen lassen sich ergänzen, austauschen oder aktualisieren, ohne jedes Mal die komplette Steuerungsumgebung neu aufsetzen zu müssen.

Beckhoff RT Linux® bietet also eine ähnliche Basis für die Entwicklung von Steuerungsanwendungen mit TwinCAT wie die Windows-basierte Lösung. Welche Vorteile ergibt sie im Vergleich zu Windows und in welchen Anwendungsfällen ist sie besonders interessant?

Daniel Kerkhoff: Beide Betriebssysteme haben ihre Stärken. Windows ist im klassischen PC- und Engineering-Umfeld nach wie vor sehr etabliert. Linux® ist besonders dort interessant, wo Anwender ihre Steuerungssysteme stärker standardisieren, automatisieren und modular betreiben möchten. Vorteile ergeben sich zum Beispiel bei der paketbasierten Softwareinstallation, bei der Remote-Administration mit etablierten Linux®-Werkzeugen und bei Deployment-Konzepten, die auf klar getrennten Software-Komponenten aufbauen. Besonders spannend ist das für Maschinenbauer und Anwender, die Steuerungstechnik enger mit modernen IT-Methoden verbinden wollen – etwa bei skalierbaren Plattformkonzepten, containerbasierten Ansätzen oder servicefreundlichen Update-Strategien.

Was bedeutet das konkret und insbesondere mit Blick auf die zunehmende Modularisierung im Maschinenbau?

Daniel Kerkhoff: Konkret bedeutet das: Software lässt sich stärker entlang von Maschinenmodulen, Funktionen oder Verantwortlichkeiten strukturieren. Einzelne Bestandteile können sauber voneinander getrennt entwickelt, getestet und bereitgestellt werden. Das ist gerade im modularen Maschinenbau interessant, weil Erweiterungen, Varianten oder nachträgliche Funktionspakete einfacher beherrschbar werden. Wenn beispielsweise Visualisierung, Kommunikation oder analytische Zusatzfunktionen getrennt von der eigentlichen Steuerungsanwendung organisiert sind, lassen sich Änderungen gezielter umsetzen. Das erleichtert Updates, reduziert Seiteneffekte und verbessert die Wartbarkeit über den gesamten Lebenszyklus einer Maschine hinweg.



Daniel Kerkhoff, Produktmanagement TwinCAT, Beckhoff Automation

„Unsere Beckhoff RT Linux® Distribution basiert auf Debian und verbindet damit eine etablierte Linux®-Basis mit einer klaren Ausrichtung auf industrielle Steuerungsaufgaben.“

Welche Vorteile bietet die Unterstützung von Container-Technologien?

Daniel Kerkhoff: Container-Technologien bieten vor allem den Vorteil klar abgegrenzter Laufzeitumgebungen. Anwendungen lassen sich damit reproduzierbar bereitstellen, ihre Abhängigkeiten sauber kapseln und unterschiedliche Softwareanteile gezielt voneinander isolieren. Im TwinCAT-Umfeld ist das besonders interessant, wenn z. B. Steuerungsfunktion, HMI, Datenverarbeitung oder Kommunikationsdienste unabhängig entwickelt und aktualisiert werden sollen. Der Nutzen liegt dabei nicht nur in der technischen Trennung, sondern auch in besser beherrschbaren Entwicklungs- und Serviceprozessen: Änderungen können gezielter ausgerollt, getestet und bei Bedarf einfacher zurückgenommen werden.

Bedeutet dies auch eine verbesserte Ausnutzung der vorhandenen Rechenressourcen und damit eine Möglichkeit zur Hardwarekonsolidierung?

Daniel Kerkhoff: Ja, dieses Potenzial besteht grundsätzlich. Da Container auf Betriebssystemebene arbeiten, ist ihr Overhead deutlich geringer als bei klassischen virtuellen Maschinen. Dadurch können

mehrere Anwendungen oder getrennte Runtime-Umgebungen auf einer gemeinsamen Hardwareplattform zusammengeführt werden. Das verbessert in vielen Fällen die Ausnutzung vorhandener Rechenressourcen und kann Hardwarekonsolidierung ermöglichen. Entscheidend bleibt aber immer die konkrete Steuerungsaufgabe: Echtzeitanwendungen brauchen definierte Ressourcen und eine saubere Auslegung. Es geht also nicht darum, möglichst viel Software auf ein System zu packen, sondern Rechenleistung sinnvoll, kontrolliert und weiterhin deterministisch nutzbar zu machen.

Es lassen sich nun mehrere TwinCAT Runtimes auf einem Industrie-PC individuell ausführen. Welche steuerungstechnischen Vorteile ergeben sich daraus und wie wird die Ausführung mehrerer Echtzeitanwendungen auf einer CPU optimiert?

Daniel Kerkhoff: Der steuerungstechnische Vorteil liegt vor allem in der klaren Trennung unterschiedlicher Anwendungen oder Maschinenmodule. Mehrere TwinCAT Runtimes können unabhängig voneinander betrieben, getestet und gewartet werden, ohne dass daraus automatisch ein monolithisches Gesamtsystem entsteht. Gleichzeitig bleibt die Echtzeitausführung performant, weil keine CPU-Emulation wie bei klassischen virtuellen Maschinen stattfindet: Die Echtzeittasks laufen weiterhin direkt auf der Hardware des Hosts. Damit lassen sich auch bekannte Optimierungsmechanismen wie die Nutzung isolierter CPU-Kerne oder eine gezielte Ressourcenzuordnung weiter einsetzen. So entsteht eine Kombination aus funktionaler Trennung auf Softwareebene und direktem Zugriff auf die reale Rechenhardware.

Wie entwickelt sich aktuell die Akzeptanz für eine Linux®-basierte TwinCAT-Lösung und gibt es bestimmte Anwendungsfelder, die hierfür besonders offen sind?

Daniel Kerkhoff: Wir sehen, dass das Interesse an Linux®-basierten Steuerungslösungen spürbar wächst. Treiber dafür sind zum einen neue Software- und Deployment-Modelle, zum anderen aber auch die Erwartungen vieler Anwender, die Linux® bereits aus Embedded-, Edge- oder Cloud-nahen Umgebungen kennen. Besonders offen sind typischerweise Anwendungen, in denen Automatisierungstechnik eng mit IT-Infrastrukturen zusammenspielt – etwa bei modularen Maschinenkonzepten, datengetriebenen Anwendungen, softwarezentrierten Plattformen oder Projekten mit hohem Anspruch an Remote-Administration und standardisierte Rollout-Prozesse. Insgesamt sehen wir Linux® dabei nicht als Ersatz für Windows, sondern als eine sinnvolle Erweiterung des Beckhoff Portfolios.

Integrierte PC-basierte Steuerung sorgt für unbegrenzte, vereinfachte und fließende Bewegungen

Volle Kontrolle auf der Bühne

Klassisch, traditionell, zeitgenössisch: Die Aufführung „Racines“ in der Opéra Bastille erlaubt ein facettenreiches Eintauchen in die Welt des Tanzes. Dabei haben die Choreografen nicht nur die Bewegungen der Tänzer immer wieder neu adaptiert, sondern auch das Bühnenbild stets miteinbezogen. Mithilfe der Automatisierungstechnik von Beckhoff werden die Bewegungen des Hintergrundes mit denen der Tänzer abgeglichen und zu komplexen Kombinationen der Bühnenkunst geformt.

Die Aufführung „Racines“ in der Opéra Bastille erlaubt ein facettenreiches Eintauchen in die Welt des Tanzes.



Die Opéra national de Paris mit ihren beiden großen Spielstätten Palais Garnier und Opéra Bastille ist für die Qualität und Vielfalt des Programms weit über Frankreich und Europa hinaus bekannt. Ihr Ziel: Die Werke des lyrischen und choreografischen Welterbes einer möglichst großen Zahl von Menschen zugänglich zu machen. Das kommt beim Publikum sehr gut an: Die Oper kommt auf mehr als 400 Vorstellungen pro Jahr bei insgesamt rund 900.000 Zuschauern. Ein Erfolg, der hohen technischen Aufwand und ein außergewöhnliches Know-how einfordert. Denn die Magie auf der Bühne entsteht nicht nur durch das Teamwork von Tänzern, Choreografen, Regisseuren und Musikern. Auch die Handwerker und Techniker hinter den Kulissen tragen einen signifikanten Teil dazu bei. Im Palais Garnier gibt es fünf Bühneningenieure, in der Opéra Bastille sind es 20. Sébastien Fournier, stellvertretender Leiter des Bühnentechnikdienstes in der Opéra Bastille, erklärt das eigene Selbstverständnis: „Unsere Aufgabe besteht auch darin, die Anforderungen der Inszenierung technisch zu antizipieren. Um dem kreativen Geist der Regisseure gerecht zu werden und einzigartige Momente für die Besucher zu schaffen, benötigen wir eine technische Basis, die möglichst wenig Grenzen setzt. An dieser Stelle macht PC-based Control von Beckhoff einen entscheidenden Unterschied.“

Bewegung im Mittelpunkt der Inszenierung

Bei der Aufführung „Racines“ begleiten Leinwände die Bewegungen der Tänzer und sorgen so für eine fließende und zugleich komplexe Inszenierung. „Die von Beckhoff implementierte Lösung ermöglicht uns neue Bewegungsabläufe und Spezialeffekte, die vorher nur schwer zu realisieren waren“, führt Sébastien Fournier weiter aus. In der Tat stieß sein Team an die Grenzen der bisherigen Steuereinheit und damit auch an die Grenzen der Bewegungsmöglichkeiten. Unter Beibehaltung der ursprünglichen mechanischen Struktur werden die fünf unabhängigen Kontrollpartien nun automatisch von fünf Servoverstärkern AX5103 gesteuert, was offene und flexible Lösungen ermöglicht. Wie Musiker einer Partitur folgen, verändern sich die

Wie Musiker einer Partitur folgen, verändern sich die mechanischen Einheiten des Bühnenbilds, die sogenannten Patiences.



© Nicolas LEBLANC / Item

mechanischen Einheiten des Bühnenbilds. Die Geschwindigkeit, Dauer und Synchronisation dieser sogenannten Patiences sind exakt festgelegt. „Für die Aufführung sind zehn Bewegungen pro Paticence festgelegt, aber man könnte sie leicht auf bis zu 100 erweitern“, erklärt Grégoire Petitbon aus dem Vertrieb von Beckhoff in Frankreich. Diese Anpassungsfähigkeit wird vom Team der Bühnentechnik sehr geschätzt, da die Opéra Bastille durchschnittlich 14 verschiedene Aufführungen pro Jahr stemmen muss. Da die Bühnenstücke anschließend in die ganze Welt exportiert werden, muss die technische Inszenierung auch auf andere Theater oder Opernhäuser übertragbar sein. Das ist durch die internationale Präsenz von Beckhoff problemlos möglich.

Maßgeschneiderte Mechanik

Um die Patiences nachzurüsten und das Steuerungssystem zu ersetzen, stellen sich die Techniker der Abteilung Génie Scénique der Opéra national de Paris verschiedenen Herausforderungen. Da sie maßgeschneiderte Lösungen gewohnt sind, wurde die historische mechanische Konzeption des gesamten Systems überdacht. Das Team musste vorhandene Teile nachbearbeiten oder neue entwerfen, die Befestigungshalterungen anpassen, testen und im Zweifel wieder neu beginnen. Diese anspruchsvolle Arbeit wurde vollständig intern durchgeführt, wobei man sich auf die große Erfahrung und das Know-how des Teams stützte. „Das Gehäuse, die Riemenscheiben, der Adapter, die Zwischenstücke: Alles wurde geprüft und überarbeitet, um eine Verbindung zwischen der alten Struktur und der modernen Antriebstechnik zu schaffen und somit alle aktuellen und zukünftigen Anforderungen an die Bewegung von Bühnenbildern zu erfüllen.“

Für Amir Negahdari, Applikationsingenieur bei Beckhoff Frankreich, ist es EtherCAT, das als Highspeed-Ethernet-System den Unterschied macht. „Ziel ist es, das Bild, die Bewegung und das Licht im Sinne der Inszenierung zu synchronisieren: Dank seiner Echtzeitsteuerung ermöglicht dies EtherCAT auf

schnelle, flüssige und zuverlässige Weise“, erklärt er. Die Opéra Bastille nutzt derzeit fünf Patiences. Die mit Beckhoff Technik und EtherCAT entwickelte Lösung könnte jedoch 1.500 Patiences gleichzeitig steuern. Und das durch Safety over EtherCAT (FsoE) bei voller Sicherheit.

Weitere technische Vorteile bringt der Einsatz des Embedded-PC CX2033 mit TwinCAT 3, über den die verschiedenen Steuerungsvorgänge integriert werden. TwinCAT XAR für die Programmausführung, TwinCAT XAE für die Entwicklung und Programmierung sowie TwinCAT HMI sind ebenfalls enthalten. „Alle benötigten Eigenschaften wie Motion, PLC, HMI oder Monitoring sind in der gleichen Softwareumgebung integriert, was uns die Arbeit sehr erleichtert“, betont Sébastien Fournier. „Eine Stärke ist, dass die Lösung mit allen Kommunikationsstandards auf dem Markt kommunizieren kann“, ergänzt Amir Negahdari. „So sind wir in der Lage, Brücken zu bauen – von gängigen Feldbussen bis zu branchenspezifischen Protokollen wie OSC, DMX, ArtNet, PSN.“ Darüber hinaus kann die Opéra Bastille TwinCAT XAE für die Entwicklung und Programmierung nutzen, ohne eine jährliche Lizenzgebühr zu entrichten. Die Teams der Opéra Bastille müssen nicht mehr auf einen externen Dienstleister zurückgreifen. Alles wird im Haus realisiert, was deutliche finanzielle und zeitliche Einsparungen mit sich bringt.

OCT als Verbündeter für enge Räume

Wie überall in der Welt der Aufführungen ist auch in der Opéra Bastille der Platz für die Bühnentechnik begrenzt. Um die Patiences zu steuern, ist normalerweise ein separates Kabel nötig, um Informationen über Position, Geschwindigkeit und Temperatur zu übermitteln. Nicht so mit der von Beckhoff entwickelten One Cable Technology (OCT), die Power und Feedback in einer Standardmotorleitung vereint. Für die Opéra Bastille ein deutlicher Fortschritt: „Man reduziert die Anzahl der Kabel in den Schleppketten und das Ganze ist leichter zu handhaben“, sagt Sébastien Fournier. Das gilt umso mehr, als die Entfernungen in der Bastille-Oper sehr groß sind: Mehr als 30 m trennen die Bühne vom Schaltschrank. Trotzdem gewährleisten die OCT-Kabel eine synchrone Echtzeit-Kommunikation zwischen Motor und Servoantrieb.

Auch wenn das Lastenheft intern erstellt wurde, erhielt die Bühnentechnik Unterstützung von Beckhoff, z. B. durch die Schulung der Techniker vor Ort. „Wir versetzten sie in die Lage, Fehler selbstständig und schnell beheben zu können“, erklärt Grégoire Petitbon. Zudem wurde die Steuerung so ausgelegt, dass die Techniker über die speziell entwickelte HMI choreografierte Bewegungsprogramme unkompliziert anzeigen, neu erstellen und speichern sowie Warnungen und Fehler überprüfen und analysieren können. Sollte es dennoch einmal nicht weitergehen, kann das Team auf einen schnellen Support von Beckhoff zählen.

Von der Industrie zur Bühnenwelt

Durch seine Innovationskultur präsentiert Beckhoff regelmäßig Neuheiten, die für die Bühnentechniker der Opéra Bastille sehr attraktiv sind. „Wir profitieren an dieser Stelle von neuen Entwicklungen, die eigentlich auf die industrielle Welt ausgerichtet sind. Doch diese Innovationen finden ihren Platz auch in der Oper“, resümiert Sébastien Fournier. Die im vergangenen September realisierte Lösung soll zwar dauerhaft bleiben, kann aber leicht weiterentwickelt werden. „Derzeit wird etwa geprüft, die Kommunikationsschnittstellen der Ton-, Licht-, Bühnenbild- und Videosysteme zu modernisieren“, sagt Grégoire Petitbon. Die Umsetzung könnte dann im Rahmen der großen Modernisierungsarbeiten stattfinden, die für 2027 im Palais Garnier und für 2030 in der Opéra Bastille geplant sind.



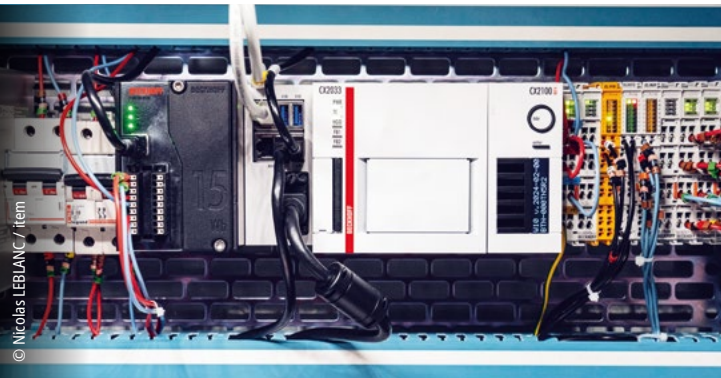
Hinter den Kulissen: Olivier Harmand, Thibaut Valasse und Sébastien Fournier aus dem Technikteam der Opéra national de Paris sowie Grégoire Petitbon und Amir Negahdari von Beckhoff Frankreich (v. l. n. r.)



Durch Schulungsmaßnahmen vor Ort können die Techniker der Opéra Bastille auftretende Fehler selbstständig und schnell beheben.

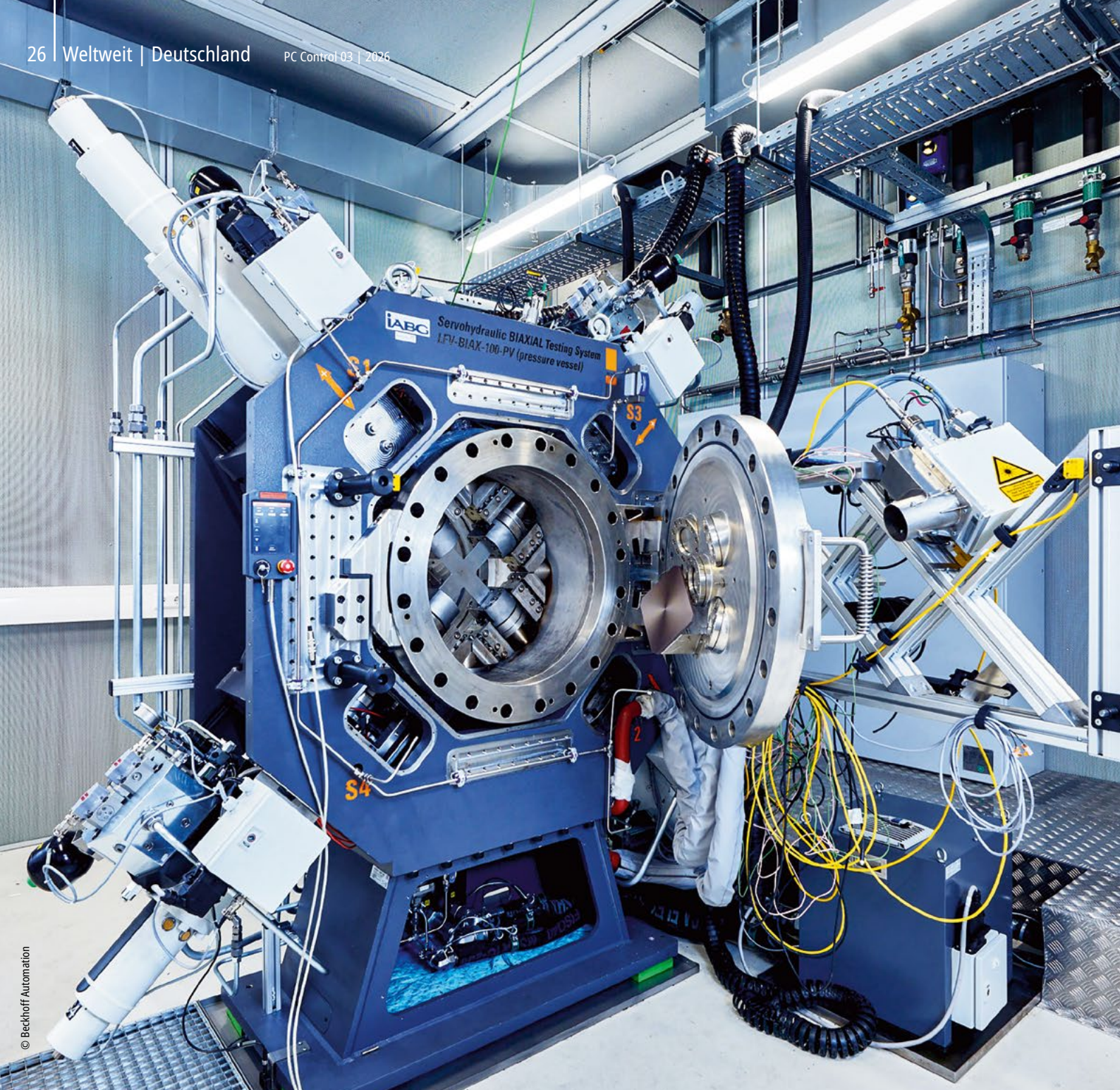


Im Sinne offener und flexibler Lösungen werden die unabhängigen Kontrollpartien des Bühnenbilds über fünf Servoverstärker AX5103 gesteuert.



Der kompakte Embedded-PC CX2033 braucht nur wenig Platz. Alle benötigten I/O-Signale werden über die modularen EtherCAT-Klemmen eingebunden.

weitere Infos unter:
www.operadeparis.fr
www.beckhoff.com/entertainment-industrie



PC-based Control in der Prüfstandsautomation

Der Hölle ziemlich nah – Materialprüfungen unter extremen Bedingungen

Der biaxiale MTC-Prüfstand des DLR in Augsburg ermöglicht die Prüfung von Werkstoffen unter triebwerksähnlichen Bedingungen, d. h. unter simultan einwirkenden mechanischen, thermischen und chemischen Belastungen.

Mit vier von der IABG entwickelten MTC-Prüfständen betreibt das DLR in Augsburg wichtige Grundlagenforschung für kommende Triebwerksgenerationen. Mit exakt reproduzierbaren mechanischen, thermischen und chemischen Bedingungen werden unterschiedlichste Materialien getestet – bei bis zu 1.400 °C, 20 bar und synthetisch gemischten Abgasen. Für die Erzeugung dieser extremen Prüfbedingungen, die Überwachung der Prüfabläufe und Aufzeichnung aller Messergebnisse zeichnen PC-based Control, EtherCAT und Präzisionsmesstechnik von Beckhoff verantwortlich.

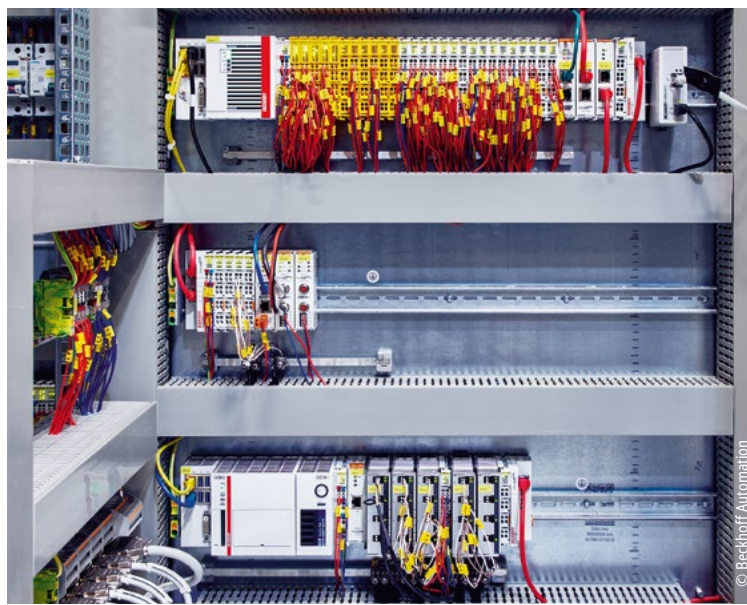
In der seit 2020 bestehenden Innovationspartnerschaft mit der IABG in Ottobrunn wurden zusammen mit dem DLR, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, vier unterschiedliche MTC-Prüfstände (planar biaxialer hydraulischer Prüfstand, uniaxialer hydraulischer Prüfstand, Kriechprüfstand und ein 1.000 Hz Very-High-Cycle Fatigue Prüfstand) zur Prüfung von Werkstoffen unter simultan wirkenden mechanischen, thermischen und chemischen Belastungen (MTC) entwickelt. „Mithilfe dieser Prüfstände ist es möglich, Materialproben unter triebwerksähnlichen Bedingungen im Hinblick auf ihr Lebensdauerverhalten zu testen“, stellt Dr. Matthias Wimmer, Projektleiter bei der IABG heraus. Damit tragen die Prüfstände zu verlässlicheren und präziseren Lebensdauer-Vorhersagen von multiphysikalisch belasteten Triebwerksbauteilen bei.

Bedingungen wie im Triebwerk

In allen vier Prüfständen können die Materialproben innerhalb einer Druckkammer während der Prüfungen mit einer Mischung aus verschiedenen Reingasen (N₂, O₂, CO₂, NO, CO, SO₂) und Wasserdampf beaufschlagt werden. „Damit können die Forscher des DLR die Abgase eines Triebwerks und die einströmende Luft realistisch nachbilden und die Wirkung auf das Material beobachten“, so Andreas Keil, Projekt- und Produktmanager bei der IABG. Zudem verfügt jeder Prüfstand über ein Heizsystem auf Basis von Lasern, mit dem die Proben präzise auf bis zu 1.400 °C erhitzt werden können. „Diese Kombination aus mechanischer, thermischer und chemischer Beaufschlagung mit Abgasen sowie feuchter Luft gibt es bislang noch nicht“, so Dr. Laura Cordes, Abteilungsleiterin des DLR-Instituts für Test und Simulation für Gasturbinen (SG). Unter diesen definierten Umgebungsbedingungen erfolgen die jeweiligen Materialprüfungen – meist zyklische sinusförmige Belastungen und Prüfsequenzen, klassische Wöhlerversuche oder Rissfortschrittsuntersuchungen. „Die Ergebnisse fließen in die Entwicklung der nächsten Generationen von Gasturbinen und Triebwerken ein“, betont Dr. Wolfgang Müller, Leiter Arbeitsgruppe für Mechanisch-Thermisch-Chemische Prüfungen. Darüber hinaus tragen die Messungen dazu bei, bestehende numerische Simulationsmodelle für Materialien und Legierungen zu validieren, die im Rahmen des virtuellen Triebwerks am DLR-Institut entwickelt werden.

Messtechnik, Safety und Automation in einem System

Für die Automatisierung, Überwachung der Prüfräume und Messtechnik setzt die IABG auf das Beckhoff Portfolio und EtherCAT. „PC-based Control ist für uns die ideale Plattform, um solche komplexen Anlagen zu realisieren,“ so



Schaltschrank eines Prüfstands mit einem Embedded-PC CX2043 und Messtechnik-Klemmen der ELM-Serie für den messtechnischen Part (unten) sowie einem Embedded-PC CX5140 für die Automatisierung und Überwachung der Prüfstände (oben)

Andreas Keil, „und dabei performant offen und flexibel zu bleiben.“ Thomas Gabler, zuständig für Automation, Regler- und Softwareentwicklung bei IABG, ergänzt: „Gerade der einfache Austausch von sicheren und nicht-sicheren Daten erleichterte uns die Umsetzung enorm – umso mehr mit der Messtechnik als integrelem Bestandteil.“

Offenheit ist für Andreas Keil bei solch heterogenen Prüfständen mit vielen unterschiedlichen Geräteherstellern essenziell. „Bei PC-based Control wissen wir aus der Erfahrung von vielen Projekten, dass die Einbindung unterschiedlichster Protokolle und Schnittstellen funktioniert, beispielsweise die Integration von Komponenten über PROFINET RT und TCP-Protokolle.“ Die Kommunikation mit der Lasersteuerung erfolgt über EtherCAT, wohingegen die Safety-Komponenten klassisch verdrahtet sind. Die Position der Laserköpfe wird mittels Sicherheitsschalter überwacht. Die Temperatur der Laserfallen lässt sich über Thermoelemente, TwinSAFE SC und EtherCAT-Klemmen EL3314-0090 erfassen.



Christian Lindemann (Beckhoff) sowie Dr. Matthias Wimmer, Andreas Keil, Stefan Glauer und Thomas Gabler (alle IABG) und Raphik Shahmirian (Beckhoff) vor einem der vier MTC-Prüfstände des DLR in Augsburg (v.l.n.r.)

Raphik Shahmirian, Vertrieb Beckhoff München: „Die positiven Erfahrungen mit PC-based Control gaben dem Laser-Lieferanten den Impuls, künftig generell Ultra-Kompakt-Industrie-PCs C60xx und TwinCAT als Steuerungsplattform für seine Geräte zu nutzen.“ Die Türzuhaltenen der einzelnen Prüfräume sind wiederum über EtherCAT P und FSoE eingebunden. „Diese Option hat uns viel Verdrahtungsaufwand erspart und die Einbindung in die Sicherheitskreise erleichtert“, betont Stefan Glauer, Technischer Manager für Prüfstandsautomatisierung bei IABG.

Da Prüfstände immer wieder erweitert werden, um mit zusätzlichen Geräten neue Anforderungen zu erfüllen, ist ein Kommunikationssystem wie EtherCAT, das sich hinsichtlich Performance und Topologie flexibel den Anforderungen anpassen lässt geradezu ideal. Neben mehreren EtherCAT-Strängen und EtherCAT P setzt die IABG EtherCAT-Koppler für andere Feldbusse ein. „Der große Baukasten an EtherCAT-Klemmen und anderen Komponenten ist eine Stärke von Beckhoff und für uns sehr wertvoll“, betont Andreas Keil.

Standard-Sensorik für Safety genutzt

Ein Beispiel für die Vielfalt sind EtherCAT-Klemmen mit TwinSAFE SC (Single Channel), mit denen die sicherheitskritischen Temperaturen der Laserfallen und Laserschutzrohre erfasst werden. Diese werden über Standard-Thermoelemente und PT100-Widerstände gemessen und über entsprechende EtherCAT-Klemmen (EL3314-0090 und EL3214-0090) digitalisiert. „Mit TwinSAFE SC konnten wir den Performance Level sicherstellen, den die Risikobeurteilung ergeben hat“, so Andreas Keil. Der Grund: Die Versuche laufen teilweise über mehrere Wochen und müssen auch ohne Aufsicht zuverlässig laufen. Raphik

Shahmirian ergänzt: „TwinSAFE SC ist eine sehr elegante Lösung, die Temperatureingänge sicher auszuwerten.“

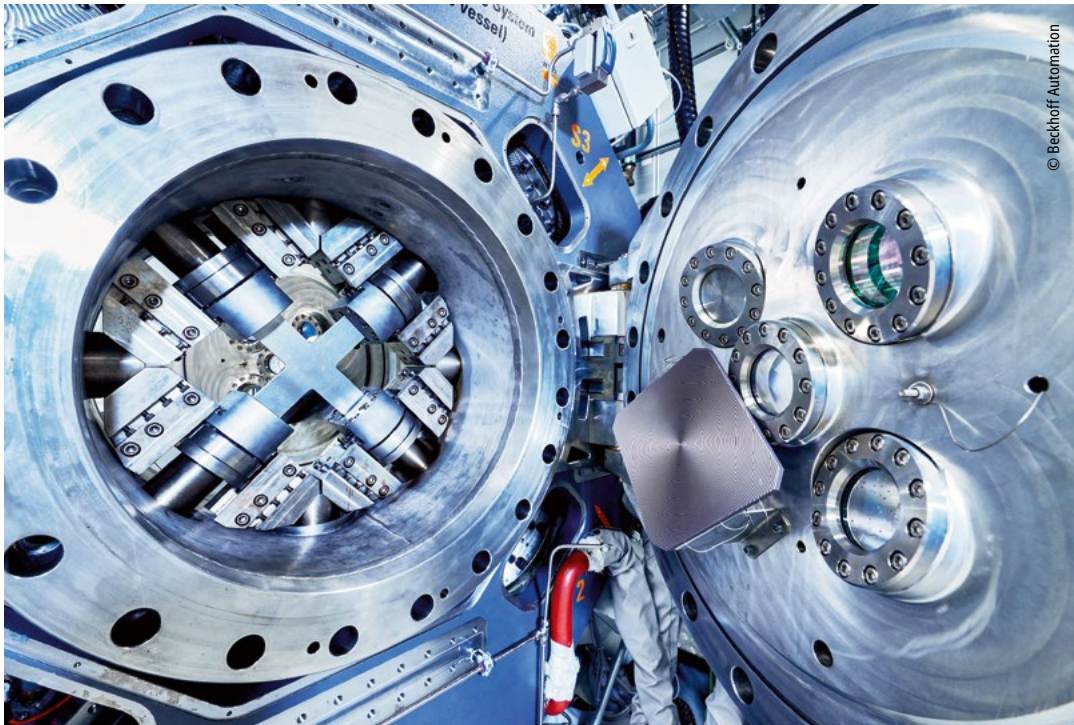
Bei der Analogmesstechnik spielt EtherCAT als schneller und zeitsynchroner Messtechnikbus eine seiner weiteren Stärken aus: Die Signale der Thermoelemente und aller anderen Sensoren werden nah an der Prüfkammer mit hoher Präzision digitalisiert und zur Steuerung übertragen. „Dieser dezentrale I/O-Ansatz ermöglicht eine kurze, kosteneffiziente Sensorverkabelung bei gleichzeitig extrem genauer zeitlicher Synchronität im Sub-µs-Bereich im gesamten System“, ergänzt Christian Lindemann, Produktmanagement I/O bei Beckhoff. Die Multifunktionsklemme ELM3704 wird an den Prüfständen als universelles Messgerät in den dezentralen Schaltschränken eingesetzt.

Bei den MTC-Prüfständen werden Kräfte, Wege und teilweise auch Drehmomente aus den Steuerungen der Lastrahmen über deren Analogausgänge eingelesen. „Notgedrungen, weil es keine zeitsynchrone digitale Kopplungsmöglichkeit zwischen Steuerung des Lastrahmens und der Steuerung von Beckhoff gibt, die den Anforderungen des DLR genügt hätte“, begründet Christian Lindemann diese Lösung. Daher werden die normierten Signale (± 10 V) der Lastrahmen hochpräzise mit 10 kSps Samplerate über 4-kanalige Spannungsmessklemmen ELM3004 erfasst. „Bei einem SPS-Zyklus von 1 ms ist das zehnfache Oversampling vollkommen ausreichend“, präzisiert Stefan Glauer. Oversampling mit EtherCAT ermöglicht eine hochdynamische Datenerfassung bei moderaten Zykluszeiten und reduziert damit die Leistungsanforderungen an den IPC.

Gesteuert, überwacht und konfiguriert werden die Prüfstände von einer zentralen Leitwarte mit LabVIEW™-Benutzerschnittstelle, mit der sich über TwinCAT ADS (Automation Device Specification) und CoE (CAN over Ethernet) auch die EtherCAT-Klemmen konfigurieren lassen. Dazu wurde das Interface for LabVIEW™ (TF3710) entsprechend den Anforderungen weiterentwickelt, um die EtherCAT-Klemmen flexibel aus der Leitwarte heraus konfigurieren und die Messungen koordinieren zu können.

Als Steuerungen für die Prüfstände kommen Embedded-PCs CX2043 und CX5140 zum Einsatz, die über eine EtherCAT-Bridge EL6692 gekoppelt sind und sämtliche Prozesswerte, wie Temperaturen und Druckwerte, die Gaszusammensetzung, Lastzustände oder Statusinformationen der Geräte, synchron mit allen Messkanälen erfassen. „Trotz unterschiedlicher Sampleraten führt TwinCAT alle Messwerte anhand der präzisen Zeitstempel der EtherCAT-Telegramme zusammen“, so Christian Lindemann. Das gesamte Prozessabbild steht dann für die Auswertung der Versuchsreihen zur Verfügung. „Wir favorisieren bei den Prüfständen eine klassische Architektur und trennen zwischen Anlagensteuerung und der Messtechnik“, ergänzt Andreas Keil. Perspektivisch sollen auf dem Messtechnik-IPC auch MATLAB®/Simulink®-Modelle der DLR-Wissenschaftler parallel ausgeführt werden. Durch die klare Trennung bleiben Modifikationen an der Messtechnik dann auf jeden Fall rückwirkungsfrei.

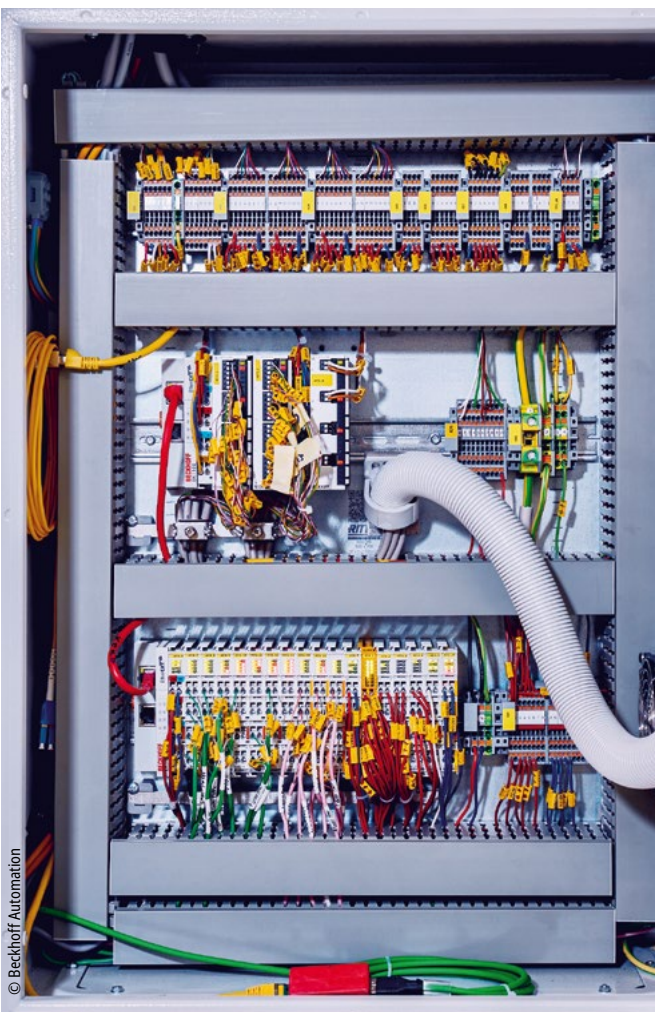
In die Zukunft geblickt haben das DLR und die IABG noch viele Ideen: Es gibt Überlegungen über OPC UA nicht nur Informationen von den Prüfständen zum DLR zu übertragen, sondern über diese Schnittstelle auch steuernd einzugreifen. „Grundsätzlich wäre es möglich, die Lastzyklen im Betrieb anzupassen und beispielsweise die Bedingungen in einer Turbine während eines Flugs live auf dem Prüfstand nachzufahren“, so Dr. Wolfgang Müller. Ebenso könnten die Forscher ein Simulationsmodell gegen den Prüfstand laufen lassen und anhand der Daten mit der realen Physik abgleichen. Mit dem offenen Ansatz und der Flexibilität von PC-based Control können die Entwickler und Forscher auch diese nächsten Ausbaustufen realisieren.



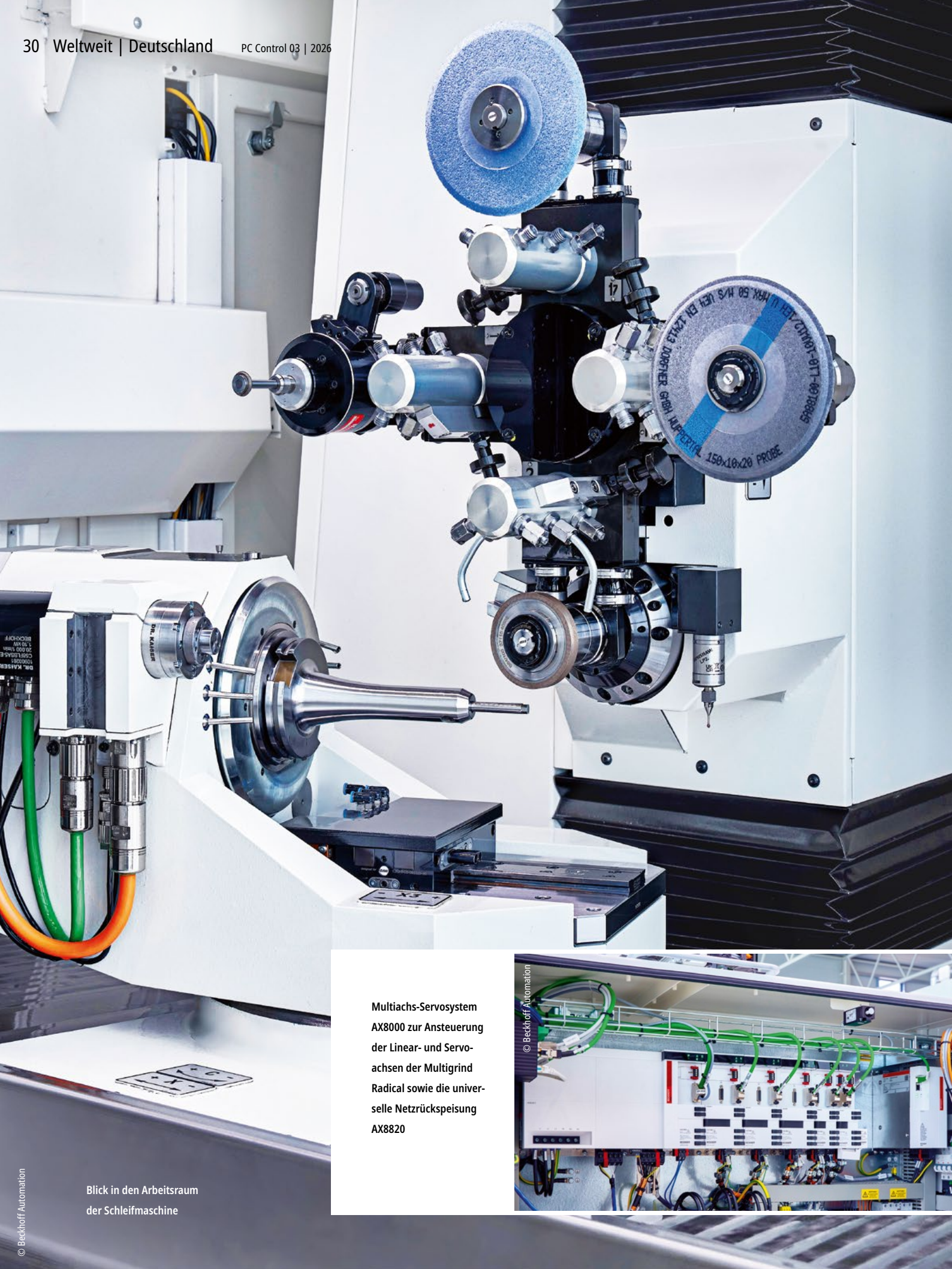
In den Kammern der insgesamt vier Prüfstände werden die Materialproben während der Versuche unter Zugabe von Gasgemischen und Feuchtigkeit mittels Laser auf bis zu 1.400 °C erhitzt.

Die gezeigten Anlagen sind Eigentum des DLR / des DLR-Instituts für Test und Simulation für Gasturbinen. Die Entwicklung / Beschaffung wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie gefördert.

weitere Infos unter:
www.dlr.de/de/sg
www.iabg.de
www.beckhoff.com/messtechnik



Viele Messdaten und I/O-Signale werden direkt an den Prüfkammern erfasst und über EtherCAT zu den Steuerungen übertragen.



Multiachs-Servosystem AX8000 zur Ansteuerung der Linear- und Servoachsen der Multigrind Radical sowie die universelle Netzurückspeisung AX8820

Blick in den Arbeitsraum der Schleifmaschine

Adelbert Haas entwickelt die Multigrind Radical konsequent weiter

Steuerungstechnik und Schaltschrankbau für kompaktes Hightech-Schleifzentrum

Adelbert Haas verbindet mit der Multigrind Radical hochpräzisen Maschinenbau, tiefes Prozessverständnis und eigenentwickelte intelligente Software zu einem kompakten, vollautomatisierten Hightech-Schleifzentrum für die hocheffiziente Serienfertigung. Im Zuge der konsequenten Weiterentwicklung der Maschine hat Adelbert Haas die Steuerungs- und Schaltschrankarchitektur neu aufgestellt und sich dabei bewusst für PC-based Control sowie den Schaltschrankbau von Beckhoff entschieden. Ziel war es, die Leistungsfähigkeit der Multigrind Radical weiter zu steigern, die Systemkomplexität zu reduzieren und eine offene, zukunfts-fähige Automatisierungsplattform für die eigene Softwarearchitektur zu schaffen.

Die Adelbert Haas GmbH ist auf die Entwicklung und Produktion hochpräziser Universalschleifzentren spezialisiert. Das Unternehmen steht für eine besondere Verbindung aus Maschinenbaukompetenz, Schleiftechnologie und eigener Softwareentwicklung. Genau darin sieht Marie-Sophie Maier von Adelbert Haas ein zentrales Alleinstellungsmerkmal: „Unser Anspruch ist es, Maschinenbau, Prozesswissen und Software sowie Vollautomation zu einem intelligenten Gesamtsystem zu verbinden. Unsere eigene Software ermöglicht es Anwendern, Prozesse vorab exakt auszulegen und komplexe Werkstücke anschließend mikrometergenau zu bearbeiten.“

Die Maschinen aus der Multigrind-Baureihe kommen in anspruchsvollen Branchen wie Medizintechnik, Luft- und Raumfahrt, Zerspanungswerkzeugfertigung sowie im professionellen Werkzeugbau zum Einsatz. In diesen Märkten zählen Präzision, Prozesssicherheit, Flexibilität und Produktivität gleichermaßen. Genau für diese Anforderungen wurde die Multigrind Radical entwickelt.

Multigrind Radical für mehr Performance weiterentwickelt
Zwei Jahre nach der Markteinführung startete Adelbert Haas die Weiterentwicklung der Steuerungs- und Schaltschrankarchitektur. Ziel war es, die bestehende Maschinenplattform konsequent auf höhere Performance, Offenheit und Zukunftsfähigkeit auszurichten. Der Serienstart der modernisierten Ausführung erfolgte Mitte letzten Jahres.

Gerhard Schnee, Leiter Entwicklung Elektrotechnik bei Adelbert Haas, beschreibt die Entscheidung: „Wir haben unsere Anforderungen an die künftige

Steuerungsarchitektur sehr klar definiert und uns daraufhin bewusst für Beckhoff entschieden. Ausschlaggebend waren für uns die offene, PC-basierte Steuerungsplattform, die hohe flexible Performance und die Möglichkeit, Echtzeitdaten aus der Maschine präzise, synchron und transparent verfügbar zu machen. Das passt sehr gut zu unserer eigenen Softwarearchitektur und zu unserem Anspruch, Maschinenbau, Schleifprozess und Software intelligent miteinander zu verbinden.“

Die Entscheidung für Beckhoff war damit kein reiner Wechsel einzelner Komponenten, sondern ein strategischer Schritt in der Weiterentwicklung der Multigrind Radical. Adelbert Haas hat gezielt nach einer Lösung gesucht, die die eigene Maschinen- und Softwarekompetenz nicht begrenzt, sondern erweitert. Mit PC-based Control nutzt Adelbert Haas eine offene Steuerungsarchitektur, die zusätzliche Freiheitsgrade für künftige Funktionen, Diagnosemöglichkeiten und IT-Anbindungen schafft.

Die Multigrind Radical ist speziell für die hocheffiziente Serienfertigung entwickelt. Aus Sicht von Martin Trittler, Technologieentwickler bei Adelbert Haas, liegt ihre Stärke in der Verbindung aus Produktivität, Kompaktheit und Bedienbarkeit: „Mit der Multigrind Radical bieten wir Anwendern eine hochproduktive, sehr kompakte und zugleich einfach zu bedienende Schleifmaschine. Sie ermöglicht schnelle Produktwechsel, maximale Performance und eine hohe Flexibilität in der Fertigung. Besonders wichtig ist für uns, dass die Maschine ohne langwierige Schulungen einsatzbereit ist und eine vollautomatisierte Lösung für anspruchsvolle Werkzeugschleifprozesse bietet.“

PC-based Control als Plattform für erweiterte Softwarekompetenz

Bei Adelbert Haas ist Steuerungstechnik kein Selbstzweck. Sie ist Teil eines Gesamtsystems aus Präzisionsmechanik, Schleiftechnologie und eigener Softwareintelligenz. Für die weiterentwickelte Multigrind Radical hat Adelbert Haas deshalb gezielt eine Automatisierungsplattform ausgewählt, die die eigene Maschinen- und Softwarearchitektur unterstützt und langfristig weiterentwickelbar macht.

Die Wahl fiel bewusst auf PC-based Control von Beckhoff. Entscheidend waren die offene Systemarchitektur, die Integration von SPS, CNC und HMI auf einer CPU sowie die Möglichkeit, Maschinen- und Prozessdaten präzise und zeitsynchron bereitzustellen. Dadurch lassen sich kürzere Zykluszeiten erreichen, Hardware-Schnittstellen reduzieren, die Verkabelung vereinfachen und die Diagnosemöglichkeiten verbessern. Gleichzeitig kann die Steuerungstechnik platzsparender aufgebaut und besser an IT-Anforderungen angepasst werden.

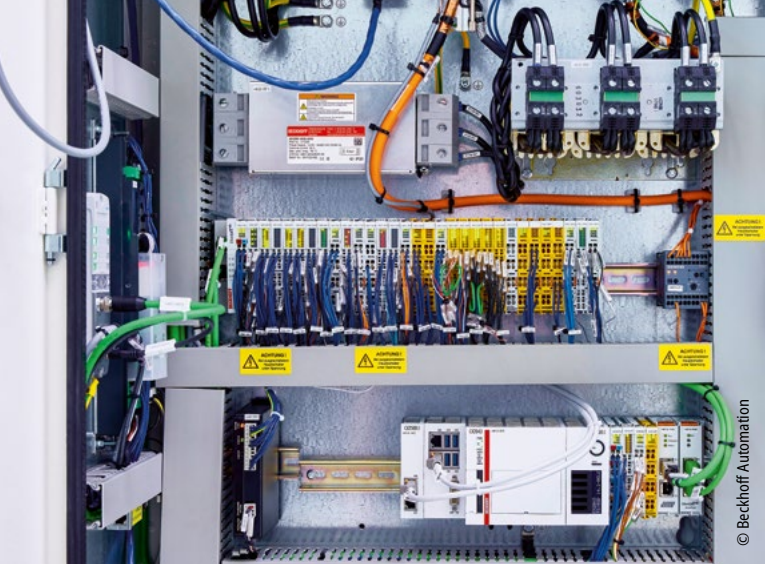
Für den Einsatz von TwinCAT 3 CNC sprachen insbesondere die hohe CNC-Funktionalität, die nahtlose Integration in das TwinCAT-System und die langjährige Markterfahrung von Beckhoff im Bereich CNC-Automatisierung. Aus der Warte von Adelbert Haas war jedoch vor allem ausschlaggebend, dass die Lösung zur

eigenen Entwicklungslogik passt: offen, leistungsfähig und flexibel genug, um die Softwarearchitektur einzubinden und weiter auszubauen.

Das Steuerungssystem basiert auf einem Embedded-PC CX2043 mit TwinCAT 3, zahlreichen EtherCAT- und TwinSAFE-Klemmen sowie dem Multiachs-Servosystem AX8000. Dieses steuert sowohl Linearachsen von Drittanbietern als auch Beckhoff-Servomotoren AM8043 für die Z-Achse und den Werkzeugwechsler an.

Martin Trittler erläutert: „Wir haben uns für Beckhoff entschieden, weil die Plattform zu unserer Art passt, Maschinen zu entwickeln. Unsere Stärke liegt in der Verbindung aus Schleiftechnologie, Maschinenbau und eigener Software. Dafür brauchen wir eine Steuerung, die offen, leistungsfähig und langfristig entwicklungsfähig ist. TwinCAT 3 bietet uns genau diese Freiheitsgrade – von der flexiblen Verteilung von CNC- und SPS-Aufgaben über Multicore-Unterstützung bis hin zur Möglichkeit, Echtzeitdaten für unsere übergeordnete Software präzise zu nutzen.“

Ein zentraler Punkt ist die Integration in die eigene Softwarearchitektur. Martin Trittler weiter: „Die Kinematik-Interpolation wird bei unseren Schleifmaschi-



Der Embedded-PC CX2043 sowie zahlreiche EtherCAT- und TwinSAFE-Klemmen als Kern der Steuerungstechnik, darüber Beckhoff Netzfilter C2 und Netzdrossel für das kombinierte Einspeise- und Achsmodul AX8525

nen in unserer eigenen übergeordneten Software gerechnet. Deshalb benötigen wir ein Steuerungssystem, das Werte wie Weg, Schleppfehler, Strom, Kraft und Moment einfach, präzise und zeitsynchron bereitstellt. Genau deshalb haben wir uns für PC-based Control von Beckhoff entschieden.“ Sein Fazit: „Die Beckhoff Technik ergänzt unsere eigene Maschinen- und Softwarekompetenz sehr gut. Sie gibt uns die Offenheit und Performance, die wir brauchen, um die Multigrind Radical konsequent weiterzuentwickeln.“

Neues Schaltschrankkonzept für kompaktes Schleifzentrum

Die Umstellung der Steuerungstechnik bei der Multigrind Radical erforderte auch konstruktive Anpassungen. Da die äußeren Maschinenabmessungen bereits feststanden, war ein unveränderter Formfaktor eine zentrale Vorgabe. Bei der Radical handelt es sich nicht um einen klassischen Schaltschrank. Stattdessen ist die Steuerung auf drei Montageplatten verteilt, die bei der Maschineninstallation direkt in das Maschinengehäuse integriert werden.

Für Adelbert Haas war deshalb entscheidend, dass sich die neue Steuerungsarchitektur nahtlos in das kompakte Maschinenkonzept einfügt. Marie-Sophie Maier erklärt: „Für uns war von Anfang an klar, dass die neue Steuerungsarchitektur zur Bauweise der Multigrind Radical passen muss. Wir haben uns bewusst für Beckhoff entschieden, weil Steuerungstechnik und Schaltschrankbau dort aus einer Hand kommen und die eingesetzten Komponenten sehr genau bekannt sind. Das reduziert Schnittstellen und erleichtert die Umsetzung erheblich.“

Marie-Sophie Maier ergänzt: „Die Aufgabenverteilung war eindeutig: Adelbert Haas hat die Anforderungen aus Maschine, Prozess, Bedienung und Service definiert. Beckhoff hat diese Anforderungen in ein passendes elektrotechnisches Konzept übertragen. Genau diese Kombination war für uns der Grund, Beckhoff als Partner auszuwählen.“

Aus Sicht von Adelbert Haas liegt der Vorteil insbesondere in der Reduzierung von Schnittstellen und im klaren Zusammenspiel von Steuerungstechnik und Schaltschrankbau. „Die Komplettlieferrung aus einer Hand vereinfacht die Abstimmung deutlich“, so Marie-Sophie Maier. „Gleichzeitig konnten wir uns auf unsere Kernkompetenzen konzentrieren: Maschinenkonzept, Schleifprozess, Software und die Wettbewerbsfähigkeit unserer Kunden.“

Multigrind-Maschine mit bewusst gewählter Basis

Mit der neuen Steuerungs- und Schaltschrankarchitektur hat Adelbert Haas die Multigrind Radical gezielt weiterentwickelt. Die Maschine bleibt in ihrer kompakten Bauform erhalten, gewinnt jedoch an Leistungsfähigkeit, Offenheit und Diagnosefähigkeit. Gleichzeitig entsteht eine Basis, die künftige Anforderungen an Software, Datenverfügbarkeit, IT-Anbindung und cloudbasierte Funktionen besser unterstützt.

Die Entscheidung für Beckhoff war dabei ein bewusster Schritt von Adelbert Haas. Die offene, PC-basierte Steuerungsarchitektur ergänzt die eigene Maschinen-, Prozess- und Softwarekompetenz und schafft zusätzliche Freiheitsgrade für die Weiterentwicklung der Multigrind Radical. Damit bleibt die technologische Richtung klar: Adelbert Haas definiert die Anforderungen, entwickelt die Schleiflösung und gestaltet die Zukunft der Maschine – Beckhoff stellt die dafür gezielt ausgewählte Automatisierungs- und Schaltschrankplattform bereit.

Beckhoff System Engineering – die Anlagentechnik

Beckhoff befasst sich schon seit der Unternehmensgründung im Jahr 1980 auch mit dem Schaltschrankbau. Somit kommen im Bereich System Engineering aktuell 46 Jahre Erfahrung in der Anlagentechnik mit weltweiter Projektabwicklung zusammen. Verantwortlich sind hierfür über 350 Mitarbeiter, darunter rd. 150 Ingenieure, denen insgesamt 10.000 m² Produktions- und Bürofläche zur Verfügung stehen. Das bedeutet ein umfassendes Technologie- und Branchen-Know-how, aufgeteilt in unterschiedliche Projektgruppen z. B. für die Segmente Holzbearbeitung, Sondermaschinenbau und Automotive. Beckhoff System Engineering deckt dabei als vollumfänglicher Partner alle Aspekte der Maschinen- und Anlagenautomatisierung ab und kann hierfür Engineering, Elektrokonstruktion, Programmierung, HMI, Schaltschrankbau, Elektromontage, Probetrieb und Support übernehmen.

weitere Infos unter:
www.ahaas.com
www.beckhoff.com/werkzeugmaschinen

Expertengespräch vor der Multigrind Radical (v.l.n.r.): Dieter Völkle (Beckhoff Niederlassung Balingen) sowie Gerhard Schnee und Martin Trittler (beide Adelbert Haas)



Nahtloses Zusammenspiel von MX-System und Schaltschrank

Platzwunder im Brownfield

Bei der Integration von automatisierten Prozessen in bestehende Produktionslinien stoßen Maschinenbauer oft an Grenzen: Die Anforderungen an die Funktionalität sind hoch und der verfügbare Bauraum klein. Vor dieser Herausforderung stand auch der Sondermaschinenbauer Nordfels bei der Entwicklung einer sehr speziellen Verpackungsapplikation. Die passende Lösung fand sich im MX-System von Beckhoff und im dadurch möglichen Wechsel zur hybriden Architektur: Antriebsregelung und 48-V-Versorgung sind jetzt dezentral genau dort positioniert, wo die Bewegung stattfindet, während sich das Volumen des Schaltschranks – und damit auch die Abmessungen der Anlage – entsprechend reduzierten.



Viel Funktionalität auf wenig Raum: Vor dieser Herausforderung stand der Sondermaschinenbauer Nordfels bei der Entwicklung eines neuen Kartonverschließers.

Das oberösterreichische Bad Leonfelden ist bekannt für seine Heilquellen und den Kurbetrieb, dessen Tradition bis ins 17. Jahrhundert zurückreichen. Immer bekannter wird der Ort aber auch für leistungsfähige Maschinenbau-lösungen. Dafür sorgt das lokal ansässige Unternehmen Nordfels, das sich als Technologiepartner für komplexe Automatisierungsaufgaben positioniert und auf modernste Technologien setzt.

Nordfels bedient ein breites Spektrum an Branchen – von der Aluminium- und Stahlbearbeitung über die Lebensmittel- und Pharmaindustrie bis hin zu Automotive und Packaging. „Unsere Kunden kommen aus vielen Bereichen, haben aber zwei Dinge gemein: Sie sind überwiegend in der Region ansässig und setzen auf präzise Produktionsprozesse mit höchsten Automatisierungsansprüchen“, erklärt Bernhard Hartl, Leiter Automation bei Nordfels. Darauf aufbauend wurde eine hohe Transferkompetenz entwickelt. „So können wir die Technologien der Automatisierung gut auf die jeweiligen Industriezweige übertragen“, ergänzt Matthias Mitterlehner, verantwortlich für Elektrokonstruktion und Schaltschrankplanung. „Die Technik von Beckhoff zieht sich dabei wie ein roter Faden quer durch alle Applikationsbereiche. Wir können uns auf einen Automatisierungspartner konzentrieren und sind entsprechend gut mit dem Portfolio vertraut, was die Lösungsfindung in der Regel beschleunigt.“

Mit rund 85 Mitarbeitenden testet Nordfels immer wieder die Grenzen im Maschinenbau aus. „Wir wollen in Sachen Automatisierung ganz vorne mitspielen“, betont Bernhard Hartl. Das zeigt sich etwa in der Kombination neuer Technologien oder dem Einsatz künstlicher Intelligenz – das erste KI-System in einer Produktionsmaschine lieferte das Unternehmen bereits 2020 aus. Dem Selbstverständnis nach ist Nordfels längst nicht mehr nur Maschinenbauer, sondern genauso Software-Schmiede für anspruchsvolle Automatisierung.

Herausforderung Brownfield

Ein aktuelles Projekt für den Pulverlackhersteller TIGER Coatings demonstriert eindrucksvoll, wie neue Technologien die physikalischen Beschränkungen in Brownfield-Projekten überwinden können. Konkret ging es um einen automatisierten Kartonverschließer, der einen bislang manuellen Prozess ablösen sollte. Die Anlage übernimmt von einer Abfüllstation mit Pulverlack befüllte Säcke in Kartons und führt alle nachgelagerten Schritte vollautomatisch durch – vom Verschließen des Innensacks über das Verkleben des Kartons, Wiegen und Etikettieren bis zur Palettierung. „Verschiedene Stationen aus der Qualitätssicherung wurden ebenfalls eingebunden“, sagt Projektleiter Hannes Stöllner. „So etwa der sogenannte Pulverdieb, der im laufenden Verpackungsprozess Proben entnimmt, um den exakten Farbton jeder Pulverlack-Charge zu verifizieren.“ Die Ansprüche von TIGER waren hoch gesteckt: Gefordert waren eine durchgängige Vernetzung und Echtzeit-Datenübertragung, hohe Modularität sowie adaptive Prozesse inklusive intelligenter Qualitätssicherung und Cobot-Palettierung. Die neue Maschine muss zudem in eine bestehende Linie integriert werden, in der Platz extrem rar ist.

Um diesen Zielkonflikt aufzulösen, setzt Nordfels auf das MX-System von Beckhoff, den skalierbaren Baukasten für schaltschranklose Automatisierung. „Für uns eine ideale Basis, um in logischen Funktionsgruppen zu denken, und diese gekapselt in Hardware umzusetzen“, betont Matthias Mitterlehner. „Die Automatisierung wird dort platziert, wo sie in der



Die Anlage führt verschiedene Prozessschritte vollautomatisch durch – vom Verschließen des Innensacks über das Verkleben des Kartons, Wiegen und Etikettieren bis zur Palettierung.

Maschine stattfindet.“ Bei der Anlage für TIGER verfolgte Nordfels einen hybriden Ansatz. Die Maschine verfügt zwar noch über einen Schaltschrank, dessen Dimensionen konnten jedoch im Vergleich zu einer konventionellen Lösung mehr als halbiert werden. Die gesamte Antriebsregelung sowie die 48-V-Spannungsversorgung wanderten aus dem Schaltschrank direkt an den Prozess. Technisch realisiert wurde dies durch zwei separate MX-System-Einheiten, je eine davon im Unter- und Oberbau des Kartonverschließers. Der untere Teil der Maschine übernimmt den Transport der Kartons, während im staubgeschützten oberen Teil die komplexe Mechatronik für den Verschluss von Innensack und Karton untergebracht ist.

Antriebstechnik dezentral gekapselt

Die zwei MX-Systeme fungieren in dieser Applikation als dezentrale Antriebseinheiten. Sie umfassen neben der Regelungstechnik auch Einspeisemodule, Netzteile sowie Bremswiderstände und I/Os. Die obere Baseplate versorgt zwölf Servoachsen, die z. B. Mehrachsportale antreiben. Im unteren Maschinenteil werden zehn weitere Achsen für die Förder-technik und das Handling angesteuert. Nordfels nutzt zur Anbindung der Motoren konsequent die One Cable Automation (OCA), mit der Power, EtherCAT-Kommunikation und Feedback-Signale über eine Leitung und standardisierte Hybridsteckverbinder übertragen werden. Die Schnittstelle am Schaltschrank ist ebenfalls sehr schlank, denn die beiden MX-Systeme stellen jeweils nur einen Abnehmer für 400 V AC, 24 V DC und EtherCAT dar. Nahezu alle Achsen des Kartonverschließers werden von Motoren der Serie AM8000 bewegt, was ein homogenes Systemverhalten gewährleistet. „Wir haben sogar einige Pneumatik-Achsen durch Servoachsen ersetzt, weil

TIGER als Endkunde sehr hohen Wert auf Energieeffizienz legt“, erklärt Hannes Stöllner. Auch die Sicherheitsarchitektur ist nahtlos integriert. Die erforderliche Safety-Funktionalität der Achsen wird direkt über das MX-System und FSoE bereitgestellt.

Der Blick auf die verbleibende Automatisierung im Schaltschrank zeigt: Als zentrale Maschinensteuerung kommt ein Embedded-PC CX5330 zum Einsatz. Ergänzend integrierte Nordfels einen Ultra-Kompakt-Industrie-PC C6030 als Edge-Server. Dort laufen in einer virtualisierten Umgebung mit Container-Architektur Infrastrukturpakete, die Anlagenvisualisierung sowie weitere Softwarelösungen, etwa für die KI-basierte Qualitätssicherung. Die nahtlose Integration erfasster Daten in das übergeordnete ERP-System erfolgt via REST-API. Beckhoff liefert mit TwinCAT und EtherCAT-Klemmen alle notwendigen Schnittstellen für die horizontale und vertikale Integration – von EtherCAT und PROFINET über IO-Link bis zu OPC UA. Als HMI ist an der Maschine ein Control Panel CP39xx in Tragarmausführung verbaut.

Technologie als Wettbewerbsvorteil

Für Nordfels war der Einsatz des MX-Systems nicht nur eine technische, sondern auch eine strategische Entscheidung. „Durch den hohen Anspruch an die eigenen Automatisierungslösungen sind wir immer zur Stelle, wenn es neue Technologien bei Beckhoff gibt“, sagt Bernhard Hartl. Da das MX-System zum Projektzeitpunkt eine noch junge Lösung war, arbeitete Nordfels eng mit den Beckhoff Experten zusammen. Die Konfiguration erfolgte über den MX-System Designer, über den sich auch Stücklisten, CAD-Daten und EPLAN-Makros generieren lassen. „Anpassungen, die im späteren

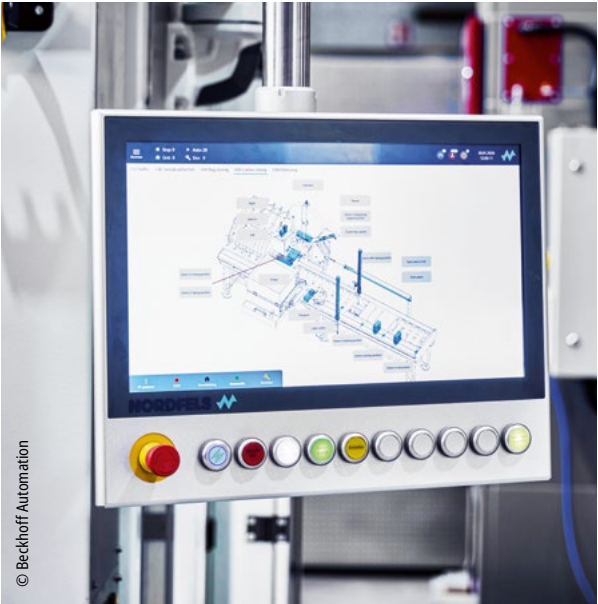
Verlauf noch dazu kamen, ließen sich mit diesem Tool schnell umsetzen“, bestätigt Thomas Oberreiter, Produktspezialist für das MX-System bei Beckhoff in Österreich. Künftig steht das Tool webbasiert zur Verfügung, sodass Anwender ihre dezentrale Lösung inklusive Systemkonfiguration für TwinCAT eigenständig planen können. „Damit reduziert sich der Planungs- und Projektierungsaufwand drastisch“, so Thomas Oberreiter. Ein entscheidender Vorteil für die Software-Entwickler bei Nordfels: Die Projektierung in TwinCAT bleibt identisch, unabhängig davon, ob die Hardware im Schaltschrank oder als MX-System ausgeführt ist. Diese Durchgängigkeit unterstreicht, dass die Koexistenz von klassischem Schaltschrank und MX-System kein untypisches Szenario ist, sondern als Anwendungsfall die Vorteile beider Welten gezielt und ohne zusätzlichen Engineering-Aufwand kombiniert.

Blaupause für die Zukunft

Der Kartonverschließer bei TIGER Coatings zeigt, dass dezentrale Automatisierung viele Probleme im Maschinenbau lösen kann. Die Investitionskosten lagen im Vergleich zu einer konventionellen Lösung auf gleichem Niveau. Doch der Mehrwert für den Endanwender ist immens: deutliche Platzeinsparung, robustes Design ohne anfällige Klimatisierung, hohe Energieeffizienz und vereinfachte Instandhaltung.

„Auch bei anderen Applikationen wollen wir künftig – soweit technisch und wirtschaftlich sinnvoll – auf dezentrale Architekturen setzen“, resümiert Matthias Mitterlehner. Beim Kartonverschließer evaluiert Nordfels bereits den nächsten Schritt: Die vollständige Umsetzung der Automatisierung im MX-System – inklusive Edge-Server. „Aus unserer Sicht ist die komplett schaltschranklose Maschine sehr spannend. Das ziehen wir natürlich in Erwägung“, blickt Bernhard Hartl voraus. „Unser Ziel ist es, weiterhin linear zu wachsen und so werden wir neue Technologien gemäß unseres Erfolgsrezepts auch künftig möglichst früh aufgreifen. Mit seiner außergewöhnlichen Innovationskultur ist Beckhoff dafür der perfekte Partner.“

Auch die komplette Steuerungstechnik des Kartonverschließers stammt aus dem Hause Beckhoff. Dazu gehören ein Embedded-PC CX5330, ein Ultra-Kompakt-Industrie-PC C6030 sowie ein Bedienpanel CP39xx in Tragarmausführung.



Gemeinsam zum Erfolg: Thomas Oberreiter von Beckhoff und das Nordfels-Team Thomas Ilk, Peter Horner, Bernhard Hartl, Matthias Mitterlehner, Hannes Stöllner und Samuel Pfleger (v.l.n.r.)



Das im oberen Maschinenteil montierte MX-System steuert zwölf Servoachsen und eliminiert so den Bedarf für großvolumige Schaltschränke.



Das MX-System im unteren Teil der Maschine sorgt unter anderem für einen reibungslosen Transport der mit Pulverlack gefüllten Kartons durch die Anlage.

weitere Infos unter:

www.nordfels.com

www.tiger-coatings.com

www.beckhoff.com/mx-system

Neues Maß an Flexibilität beim Konsumgüter-Labeling mit XPlanar

Digitaldruck – in Sekundenschnelle vom Rohling zum Markenprodukt

Die innovative Druckmaschine Tesseract begann als Skizze auf einer Serviette, nachdem die Ingenieure von Norwalt Automation eine Demo des XPlanar-Systems von Beckhoff gesehen hatten: Magnetisch schwebende Mover positionieren die Druckteile mit sechs Freiheitsgraden in der Bewegung. So kann eine Maschine eine Vielzahl von Geometrien abdecken, und die Umstellung auf andere Produkte kann schnell und einfach per Software erfolgen.

Die Norwalt Automation Group besteht seit fünf Jahrzehnten als Familienunternehmen in der dritten Generation und bedient mit Standorten in Randolph, New Jersey, und Tampa, Florida, verschiedene Branchen; darunter Digitaldruck, Verpackung, Pharmazeutika sowie Lebensmittel und Getränke. Die Kernkompetenz des Unternehmens liegt in komplexer, kundenspezifischer Automatisierung für große CPG-Kunden (Consumer Packaged Goods), die oft zu den 50 umsatzstärksten Unternehmen weltweit zählen. Besonders die großen Markenhersteller wünschen sich zunehmend schnellere regionale Produkteinführungen, saisonale Waren und ein reduziertes Lagerisiko.

Vom Etiketten- zum Direktdruck

Herkömmliche Druckverfahren mit Kunststoff- und Papieretiketten sind mit langen Rüstzeiten, häufigen manuellen Eingriffen und größeren Mengen an Materialabfällen aufgrund von Fehldrucken oder ineffizienter Umrüstung verbunden. Markenhersteller, die mit limitierten Auflagen, regionalen Designs oder schnellen Werbekampagnen experimentieren wollten, mussten bisher meist kleinere Auflagen an Vertragsverpacker auslagern oder hohe Kosten und lange Wartezeiten in Kauf nehmen. Daher beschloss Norwalt, die Konstruktion von Etikettendruckmaschinen komplett zu überdenken – hin zu Lösungen, die den Druck beschleunigen, den Ausschuss minimieren und die Kosten senken.



Die innovativen Druckmaschinen von Norwalt drucken Etiketten direkt auf Behälter in unterschiedlichen Größen und aus verschiedenen Materialien, statt herkömmliche, ressourcenintensive Klebeetiketten zu verwenden.

Das Ergebnis ist der Direktdruck auf Objekte. „Oftmals sind die Kosten im Konsumgütermarkt exorbitant, wenn man große Etikettenrollen bestellen, diese in einem klimatisierten Raum lagern und dafür viel Platz aufwenden muss, der für andere Produktionszwecke genutzt werden könnte“, so Technical Sales Director Kyle Seitel. „Wenn man auf den Direct-to-Object-Druck umsteigt, ersetzt man im Grunde genommen die Etikettenrollen durch Tinte. Das senkt die Kosten, denn eine Flasche Tinte reicht für lange Zeit und muss nicht in speziellen Räumen gelagert werden.“

Viele Direktdrucksysteme sind jedoch auf eine einzige Geometrie beschränkt und können ohne umfangreiche mechanische Vorrichtungen keine konischen unregelmäßigen oder komplexen Formen verarbeiten. Ziel von Norwalt war es, eine flexible Maschine zu entwickeln, die eine Vielzahl von Geometrien unterstützt, schnelle softwaregesteuerte Umstellungen ermöglicht und es erlaubt, den Durchsatz durch das bedarfsgerechte Hinzufügen von Modulen vor Ort zu skalieren.

Drucken mit sechs Freiheitsgraden

Die von Norwalt entwickelte Lösung für den Direktdruck auf Objekte – heute als Tesseract bekannt – ist eine modulare Maschine, die auf dem intelligenten Transportsystem XPlanar und der PC-basierten Steuerungstechnik von

Beckhoff basiert. In der Geometrie bezeichnet ein Tesseract einen Hyperwürfel, der ein 2D-Quadrat und einen 3D-Würfel in vier Dimensionen erweitert und komplexe Eigenschaften aufweist, insbesondere, wenn er gedreht wird. Norwalts ebenso fortschrittlicher Tesseract begann als Konzeptskizze auf einer Serviette in einer Bar, nachdem die Ingenieure eine Demo der mechatronischen Bewegungsmöglichkeiten des XPlanar-Systems gesehen hatten: Sie wollten die über magnetische Felder gesteuerten Mover dafür verwenden, die Druckteile mit sechs Freiheitsgraden dynamisch zu positionieren, sodass eine Druckmaschine allein viele verschiedene Geometrien abdecken könnte. Sie validierten das Konzept schrittweise, indem sie eine kleine Fläche von 3 x 3 XPlanar-Kacheln mit einem einzigen Druckkopf testeten und dann nach Bedarf durch das Hinzufügen weiterer Kacheln und Druckköpfe skalierten. Der modulare Ansatz ermöglicht es Norwalt, die Kapazität vor Ort mit minimalem Nachbearbeitungsaufwand schnell zu erhöhen. „Das ist das Schöne an XPlanar – wenn uns der Platz ausgeht, fügen wir einfach weitere Kacheln hinzu“, so Kyle Seitel.

Die schwebenden XPlanar-Mover und die Software TwinCAT, die auf einem Embedded-PC CX2062 läuft, ermöglichen die flexible, softwaregesteuerte und adaptive Teilehandhabung, die Norwalt suchte. Die Mover können Teile um 360° drehen, sie in X- und Y-Richtung verschieben und sogar in Z-Richtung um



Die Beteiligten bei der Norwalt Automation Group (v.l.n.r.): Trevor Seitel, Digital Print Manager; Keith Harman, Executive Director of Business Development; Michael Forte, Controls Engineer; Mike Seitel, Chairman/President; Darshan Nayee, Controls Engineer; Kyle Seitel, Technical Sales Director

bis zu 5 mm anpassen. Somit können auch Produkte mit komplexen Geometrien optimal um die Druckköpfe herumbewegt und mit einer hochwertigen Etikettierung versehen werden. Denn mit sechs Freiheitsgraden in der Bewegung ermöglicht XPlanar ein konsistentes Druckergebnis im Submillimeterbereich. Die Behälter werden von einem Roboterarm auf die schwebenden XPlanar-Mover geladen und wieder entladen. Die Bewegungsprofile werden per Software gesteuert, sodass die Änderung des Bahnverlaufs von kreisförmig zu linear oder die Anpassung von Verweilpunkten über das HMI per Knopfdruck erfolgt und keine aufwendige mechanische Umstellung erforderlich ist.

Zusätzlich steuern Servoklemmen ELM7212 über Servomotoren AM8100 die Positionierung der Druckköpfe und anderer Achsen, die hohe Präzision erforderten. Die ultrakompakten Antriebe sind über EtherCAT vernetzt, um eine Ansteuerung mit geringer Latenz und eine gleichmäßige Überlagerung mehrerer Tintenfarben zu gewährleisten. EtherCAT ermöglicht deterministische Hochgeschwindigkeitskommunikation über alle I/O-Module des Tesseract hinweg und so eine äußerst genaue systemweite Synchronisation. Und dank der Diagnosefunktionen von EtherCAT können Ingenieure einfach das Netzwerk scannen und schnell alle angeschlossenen Geräte identifizieren, anstatt Stunden mit der Zuweisung von IP-Adressen und der Suche nach Verdrahtungsfehlern zu verbringen. Sie können auch die genaue Position von Verkabelungsproblemen lokalisieren, wodurch sich die Inbetriebnahme- und Wartungszeiten von Tagen auf Minuten reduzieren können. Die Maschinensicherheit ist über TwinSAFE-Klemmen und Safety over EtherCAT (FSoE) integriert.

Die Software TwinCAT HMI enthält eine PackML State Machine und wird auf Multitouch-Control-Panels der Serie CP22xx und Panel-PCs der Serie CP3xxx visualisiert. Die Automatisierungssoftware TwinCAT wurde zur einheitlichen Entwicklungsumgebung für XPlanar, SPS, die Bewegungssteuerung, HMI, Maschinensicherheit und übergeordnete PC-Aufgaben. Die Ingenieure von

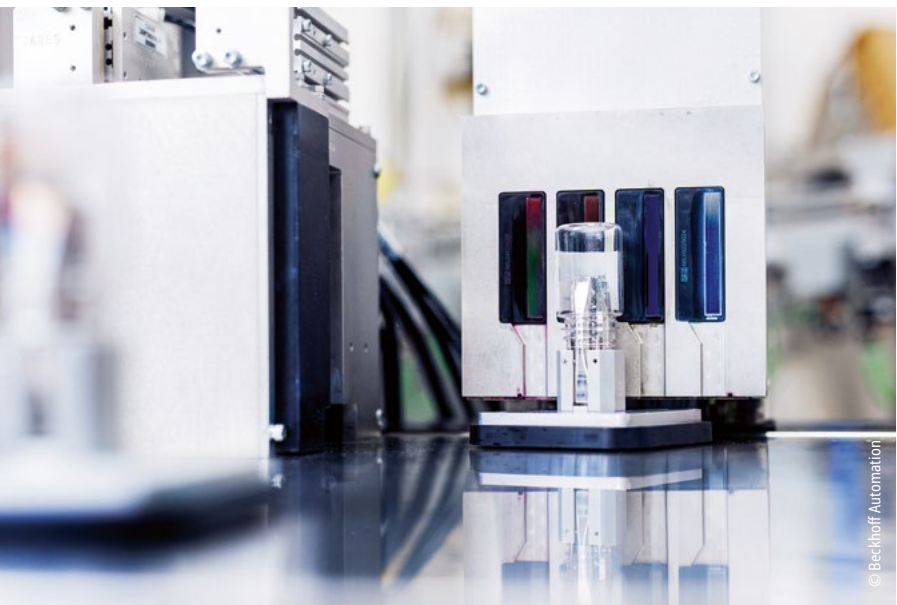
Norwalt nutzen Structured Text und objektorientierte Programmierung in TwinCAT, um modulare, wiederverwendbare Funktionsblöcke, Eigenschaften und Methoden sowie standardisierte Bewegungsprofile zu erstellen, die sie maschinenübergreifend anwenden können. Der textbasierte Workflow ermöglichte es Norwalt außerdem, standardmäßige Praktiken zur Softwareversionskontrolle einzuführen – Verzweigungen, Commits und Merges –, was die Entwicklung beschleunigt und Rollbacks und Audits vereinfacht.

Dies reduzierte die Programmierzeiten erheblich. Was früher stundenlange sorgfältige manuelle Arbeit erforderte, ist jetzt durch standardisierte Software-Workflows in wenigen Minuten erledigt. Diese Produktivität führt zu schnelleren Maschineniterationen, schnellerer Fehlerbehebung vor Ort und besser vorhersehbaren Lieferterminen. Durch die enge Zusammenarbeit mit dem Special Projects Team (SPT) und dem technischen Support von Beckhoff USA konnten die Steuerungsingenieure von Norwalt die Lernkurve schnell absolvieren und erhielten praktische Hilfe bei komplexen Integrationen. „Ich hätte mir keine besseren Mitstreiter wünschen können, damit ich die Projekte jetzt auch selbst übernehmen und durchführen kann“, sagte Michael Forte, Steuerungsingenieur bei Norwalt.

Der Beweis liegt im Druck

Das Tesseract-Projekt lieferte mehrere gute Ergebnisse. Der sichtbarste Effekt ist die Flexibilität im Betrieb: Durch den Direktdruck auf Objekte entfallen große Etikettenrollen und der damit verbundene Abfall, Lagerkosten werden drastisch gesenkt und Unternehmen können Waren je nach Bedarf produzieren.

Zudem konnte Norwalt die mechanische Komplexität verringern, denn XPlanar ersetzt viele herkömmliche mechanische Komponenten und Getriebe. „Das reduziert die Kosten einer Maschine um 30 bis 40 % und spart Hunderttausende von Dollar“, sagte Keith Harman, Executive Business Director bei Norwalt. Der geringere Platzbedarf für Mechanik reduziert zudem Größe und Stellfläche der Maschine und weniger mechanische Teile



Die XPlanar-Mover können mit sechs Freiheitsgraden schweben und fliegen, sodass die Produktbehälter für eine hochwertige Etikettierung optimal um die Druckköpfe herum bewegt werden.

bedeuten auch weniger Ausfälle. „Bei allen Fehlern, die dennoch auftreten, können 95 % aller Reparaturen per Fernzugriff durchgeführt werden, da kein mechanischer Eingriff nötig ist“, so Keith Harman. Auch Produktqualität und Druckleistung haben sich verbessert. Die präzise Steuerung und exakt synchronisierte EtherCAT-Kommunikation ermöglichen mehrere Farbdurchgänge mit der für hochwertige Ergebnisse erforderlichen Registertgenauigkeit. Das Ergebnis ist ein System und Verfahren, das dem Ziel des



Die Servomotorklemmen ELM7212 steuern über Servomotoren AM8100 die Positionierung der Druckköpfe, um eine gleichmäßige Überlagerung mehrerer Tintenfarben zu gewährleisten.

Unternehmens entspricht, CPG- und Pharmaunternehmen mit anpassungsfähiger, zukunftsorientierter Automatisierung und Mechatronik die Fabrik der Zukunft zu liefern.

weitere Infos unter:
www.norwalt.com
www.beckhoff.com/xplanar

Tesseract von Norwalt ist eine fortschrittliche Maschine für den Direktdruck auf Objekte, die mit dem intelligenten Transportsystem XPlanar von Beckhoff eine Positionierung in 6D ermöglicht.





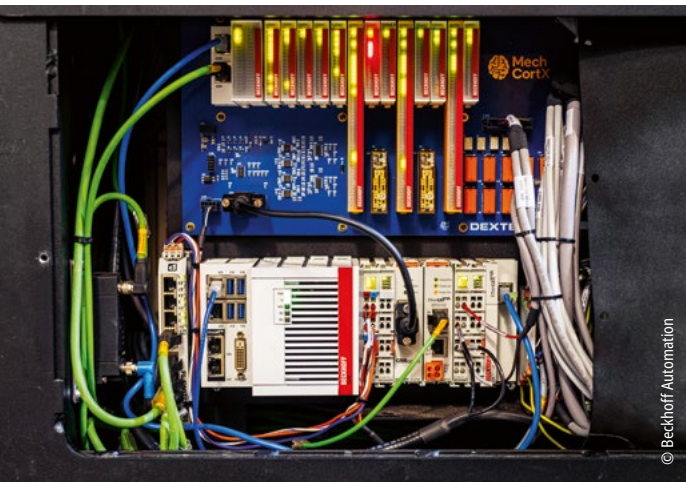
EtherCAT und PC-based Control für KI-gestützte Robotik in der modernen Lagerhaltung

Superhumanoider Roboter mit Physical AI überzeugt in unvorhersehbaren Lagerumgebungen

Der superhumanoide Roboter Mech verfügt über zwei Arme mit einem speziellen Tastsinn, der ihm durch physische KI menschenähnliche Geschicklichkeit verleiht.

Roboter sind seit Jahrzehnten eine wichtige Stütze in der Fertigung, aber die Intralogistikbranche erlebt gerade ihren eigenen Umbruch. Neue Technologieanbieter stellen sich der Herausforderung mit Robotern, die auf die äußerst dynamischen und unvorhersehbaren Aufgaben bei der Zustellung von Paketen und Päckchen ausgerichtet sind. Das im kalifornischen Redwood City ansässige Unternehmen Dexterity revolutioniert die Robotertechnologie für die Intralogistik, indem es physische KI einsetzt, um Roboter in ihrem Denkvermögen menschenähnlicher zu machen.

Das Logistikunternehmen FedEx arbeitet mit Dexterity zusammen, um das Be- und Entladen von Sattelaufiegern und Anhängern zu optimieren und so Personalkapazitäten für andere wichtige Aufgaben zu gewinnen. Gleichzeitig werden die Sicherheit und das hohe Serviceniveau weiter verbessert. Mit Funktionen wie den auf maschinellem Lernen basierenden Packalgorithmen und einem „Tastsinn“ für das präzise Stauen von Verpackungskisten zeigen die Lösungen von Dexterity, wie Roboter sowohl betriebliche Resilienz als auch Kundenzufriedenheit in einem sich schnell verändernden Markt gewährleisten können.



Oben: Dexterity nutzt die leiterplattenmontierten EtherCAT-Steckmodule der Serie EJ von Beckhoff anstelle herkömmlich verdrahteter I/O-Klemmen, um den Verkabelungsaufwand zu minimieren und die Effizienz der Serienproduktion zu maximieren.

Unten: Die Roboterarme des Mech verfügen über eine Spannweite von mehr als 5 m und können Lasten von bis zu 60 kg heben. Damit kann das System Millionen verschiedener Arten von Paketen und Päckchen handhaben.

Die neueste Innovation von Dexterity ist „Mech“, der erste superhumanoide Industrieroboter, der die Logistik in verschiedenen Unternehmen revolutionieren soll. Um den Herausforderungen und der Komplexität moderner Lager gerecht zu werden, entschied sich Dexterity für die Automatisierungstechnik von Beckhoff. Diese erfüllt mehrere Kriterien, die herkömmliche SPS-Lösungen nicht erfüllen konnten.

„Wenn Sie irgendwo auf der Welt ein Lager betreten und dort fragen: ‚Welche Arbeiten würden Sie am liebsten an einen Roboter auslagern?‘, dann werden Sie die Antwort bekommen: ‚das Be- und Entladen der Lkw‘“, sagt Michael Perry, Vice President of Marketing and Business Development bei Dexterity. Diese Tätigkeit erfordert nicht nur körperliches Geschick, sondern auch Können und planvolles Vorgehen. Die Arbeiter versuchen, die Packungsdichte auszureizen und dabei die Stabilität der Ladung unter Bedingungen zu gewährleisten, die oft starken Schwankungen und Veränderungen je nach Jahres- oder sogar Tageszeit unterliegen. Wenn man Faktoren wie den Zeitdruck, Temperaturschwankungen in den Anhängern, schwere Lasten und sich schnell bewegendes Transportmittel berücksichtigt, ist es kein Wunder, dass dieses Umfeld im besten Fall schwierig und im schlimmsten unfallrisikobehaftet ist.

Zum Schutz der Arbeitnehmer muss der Mech in der Lage sein, in dynamischen, auf den Menschen ausgerichteten Umgebungen sicher zu arbeiten, und das ohne Einbußen bei Durchsatz, Zuverlässigkeit und Leistung. Mit zwei auf einem Fahrgestell montierten Roboterarmen fährt der Roboter durch Industrieanlagen und übernimmt anstrengende und repetitive Aufgaben, die andernfalls schwere körperliche Arbeit erfordern würden. So können sich die Mitarbeiter auf sichere und anspruchsvollere geistige Tätigkeiten konzentrieren. Die Roboterarme können unabhängig voneinander arbeiten, was den Durchsatz erheblich steigert, oder aber koordiniert, um schwerere und größere Lasten zu handhaben, für die sonst separate automatische oder manuelle Systeme erforderlich wären.

Vom technologischen Mix zum technologischen Kraftpaket
Für Dexterity bestand eine der größten Herausforderungen bei der Entwicklung des Roboters in der Überwindung der Systemfragmentierung. Viele herkömmliche Automatisierungslösungen beruhen auf einem Mix von Hardwarekomponenten, Netzwerken und Softwareplattformen, die sich nur schwer verbinden lassen, was die Entwicklung verlangsamt und den Einsatz in großem Maßstab erschwert. „Wir brauchten eine Lösung, die die Anbindung vereinfacht, ohne Leistung, Sicherheit oder Zuverlässigkeit zu beeinträchtigen“, erklärt Gil Matzliach, President of Hardware Product Engineering bei Dexterity. „Beckhoff lieferte ein voll integriertes System sowohl für Safety als auch für Motion Control, das alle unsere Anforderungen erfüllte und in vielen Fällen sogar übertraf.“



Das ultrakompakte Fahrgestell des Mech verfügt über vier lenkbare Räder, mit denen er sich bewegt, dreht und Rampen erklimmt.

Auch der Einsatz von EtherCAT erwies sich aufgrund der Deterministik, der geringen Latenz, des zu vernachlässigenden Jitters und der offenen Kommunikationsarchitektur als entscheidend. Die Reduzierung von Hardwarekomplexität und Verkabelungsaufwand half, die Systemverfügbarkeit zu erhöhen und Fehlerquellen zu minimieren. „Vom ersten Tag an hat Dexterity auf EtherCAT gesetzt“, erklärt Avinash Verma, Vice President of Supply Chain bei Dexterity. Da Beckhoff Hardware, Software und Netzwerktechnik liefert, konnte eine nahtlose Integration der Systemarchitektur erreicht werden. EtherCAT bietet zudem integrierte Funktionen für Systemdiagnose und Maschinensicherheit, die über einen „Black Channel“ kommunizieren – auch drahtlos. So können sicherheitsrelevante Baugruppen zusammen mit nicht sicherheitsrelevanten Geräten installiert werden.

Zwar spielt EtherCAT bei der Architektur eine wesentliche Rolle, doch auch die Breite des Kommunikationsportfolios von Beckhoff trug maßgeblich dazu bei, den Roboter zu realisieren. Dexterity nutzt neben EtherCAT den CAN-Bus und überwindet damit die typischen Barrieren zwischen alten Systemen und solchen der nächsten Generation. Die Kombination aus PC-based Control, EtherCAT, funktionaler Sicherheit mit TwinSAFE und modularen I/Os bot Dexterity die nötige Leistung, Sicherheit und Skalierbarkeit, um mit physischer KI gesteuerte Roboter für Produktionsumgebungen zu entwickeln.

In den Roboter integriert: Embedded-Controller als Gehirn und mehr
In einer Branche, in der es auf jede Sekunde und jede Bewegung ankommt, soll der Roboter besonders schwere logistische Herausforderungen meistern

Die Expertengruppe (v.l.n.r.):
Shawn Lange, Beckhoff; Doug Schuchart, Beckhoff; Robert Sun, Dexterity;
Gil Matzliach, Dexterity; David Turney, Dexterity; Michael Perry, Dexterity;
Nathaniel Pihl, Beckhoff; Peng Chen, Beckhoff



und dabei die Arbeit im Lager sicherer und nachhaltiger machen. Mit der Physical-AI-Plattform von Dexterity unterstützt durch Automatisierungstechnik von Beckhoff kann der superhumanoide Roboter in Umgebungen, in denen herkömmliche Roboter versagen, fühlen, denken und sich mit Präzision bewegen.

Mech von Dexterity basiert auf einem hochintegrierten Steuerungssystem von Beckhoff, das alles von der allgemeinen Automatisierung über die Ausführung von Bewegungen bis hin zu sicherheitskritischen Funktionen abdeckt. Mithilfe des umfassenden Portfolios an Industrie-PCs, I/O-Hardware, Safety-Produkten und dem Software-Framework von Beckhoff konnte Dexterity eine Roboterplattform entwickeln, die äußerst leistungsfähig und dabei modular, wartungsfreundlich und für den Einsatz auf Flottenebene skalierbar ist.

Das Herzstück der Steuerungsarchitektur ist der Beckhoff Embedded-PC CX5240 mit Intel Atom® x5-E3940 unter Windows 10 IoT Enterprise. Die platzsparenden, hutschienenmontierten Steuerungen übernehmen Motion Control und Safety-Logic auf der unteren Ebene der Maschinensteuerung und ergänzen das KI-basierte „Gehirn“ von Dexterity, das die Entscheidungen trifft. Der Formfaktor Embedded-PC wurde gewählt, weil er sich gut in die kompakte Roboterkonstruktion des Roboters einfügt und die Wartungsfreundlichkeit vor Ort verbessert.

Dexterity nutzt die auf einer Leiterplatte vormontierbaren EtherCAT-Steckmodule der EJ-Serie von Beckhoff anstelle der herkömmlich verdrahteten I/O-Klemmen, um den Montageaufwand weiter zu reduzieren, wenn die Produktion skaliert und größere Stückzahlen von superhumanoiden Robotern gebaut werden. Die Klemmen lassen sich schnell und einfach einstecken, was den Verkabelungsaufwand für den Mech minimiert und die Effizienz der Serienproduktion maximiert.

Die direkt an der Maschine montierbaren EtherCAT-Boxmodule sind ebenfalls wichtig, um den Verkabelungsaufwand für den Roboter und die Baugröße kompakt zu halten. Zusätzlich zur allgemeinen Datenerfassung über mehrere Netzwerke bieten diese I/O-Module in Schutzart IP67 weitere Sonderfunktionen. „Wir verwenden die IMU (Inertial Measurement Unit), um die Maximalpositionen zu verfolgen und die Motion Control entsprechend anzupassen“, erläutert

Matzliach. Zu diesem Zweck nutzt Dexterity das EtherCAT-Boxmodul EP3751-0260 von Beckhoff mit Beschleunigungsmesser und Gyroskop (IMU). „So konnten wir Herausforderungen der Vergangenheit überwinden und schneller ausgereifte, für die Produktion geeignete Produkte entwickeln.“

Der breite Portfolioansatz war entscheidend, um den nötigen Grad an Leistung, Sicherheit und Flexibilität zu erreichen, damit mittels physischer KI gesteuerte Roboter in realen Produktionsumgebungen eingesetzt und bei Bedarf angepasst werden können.

Bessere, schnellere und leistungsfähigere Lagerhaltung

Der EtherCAT-fähige Roboter von Dexterity ist ein großer Schritt nach vorn für Teams, die mit der Integration superhumanoider Roboter in Produktionsumgebungen befasst sind. Neben der Verbesserung der Arbeitssicherheit und der Verringerung des Verletzungsrisikos bietet Mech einen höheren Durchsatz und Einsparungen bei Betriebseffizienz, Inbetriebnahmezeit und Ausrüstungskosten. Dazu kommt die Aussicht auf reduzierte Stillstandszeiten durch moderne Diagnose- und Remote-Support-Funktionen. Um die Nachhaltigkeit zu verbessern, arbeiten Logistikunternehmen an einer optimalen Nutzung der Kapazität von Lkw. Die physische KI des Mech optimiert die Anordnung der Pakete und nutzt so jeden Zentimeter der verfügbaren Ladekapazität.

Menschen können mithilfe des Roboters übermenschliche Leistungen vollbringen und ihre Produktivität steigern. Ein Pilot kann 10 oder mehr Roboter steuern, während Flottenleiter ganze Standorte oder Netzwerke beaufsichtigen.

Doug Schuchart,
Global Intralogistics Industry Manager bei Beckhoff

„Die Strategie von Dexterity – auf einem Standard-Fahrgestell aufzubauen, das für vielfältige Anwendungen angepasst werden kann – bietet Endanwendern einen hochflexiblen und vorteilhaften Ansatz.“

Damit entwirft Dexterity das Bild einer Zukunft, in der superhumanoider Roboter zum Standard in Lagern werden, um das strapaziöse Be- und Entladen von Lkw, das Palettieren und Depalettieren und vieles mehr zu übernehmen. Schon bald werden zu Lagerteams neue Spezialisten zählen, nämlich „Mech-Piloten“, die sich mit der Steuerung und Optimierung des Robotereinsatzes befassen. Diese Piloten werden sicherstellen, dass die Roboter für die richtigen Aufgaben eingesetzt und die Arbeitsabläufe so umstrukturiert werden, dass sie mit höchster Effizienz arbeiten können. Flottenleiter werden dabei die Leistung im gesamten Lager überwachen, nicht ausgelastete Roboter erkennen, diese bei Bedarf anderweitig einsetzen und nach Möglichkeiten suchen, den

Automatisierungsgrad zu erhöhen, um die Produktivität ihres Standorts zu steigern – und das alles, ohne die Mitarbeiter zusätzlichen Sicherheitsrisiken oder Stress auszusetzen.

Über die einzelnen Lagerhäuser hinaus liegt der eigentliche Durchbruch auf Netzwerkebene. Da die Roboter qualitativ hochwertige Datenströme generieren, etwa Durchsatzmetriken und Daten zu betrieblichen Engpässen, sind Unternehmen in der Lage, dynamisch Maßnahmen zur kontinuierlichen Verbesserung zu implementieren und Kapazitäten in den Vertriebszentren

umzuverteilen. Kommt es beispielsweise an einem Standort zu Verzögerungen durch verspätete Lieferungen, können zusätzliche Kapazitäten an benachbarte Standorte umgeleitet werden, damit das gesamte Logistiknetzwerk belastbar und effizient bleibt.

Skalierbare Robotik: Der Mech jenseits des Lagers

Dexterity entwickelt den Mech kontinuierlich weiter, um immer neuen Anforderungen der Branche gerecht zu werden. Und die Technologie von Beckhoff gibt Dexterity die nötige Flexibilität, Lösungen für neue Anwendungen zu skalieren, ohne sie neu entwickeln zu müssen.

„Es gibt eine Vielzahl von Bereichen, in denen ein hoher Bedarf an körperlicher Arbeit besteht, aber nur wenige Arbeitskräfte zur Verfügung stehen, oder in denen es für den Prozess besser ist, wenn keine Menschen involviert sind“, erklärt Perry. Ein solcher Bereich ist die Arzneimittelproduktion. Die Verringerung der Anzahl menschlicher Berührungspunkte ist bei pharmazeutischen Erzeugnissen sehr wichtig: Dies erhöht die Qualität, die Sicherheit und letztlich die Gesundheit. „Der Mensch wird in der Pharmabranche immer eine Rolle spielen“, fügt Perry hinzu. „Wenn es jedoch um die Handhabung von Pharmaprodukten geht, um die Kommissionierung, das Verpacken und den Transport von einem Reinraum in einen anderen, wird der Einsatz von Robotern von entscheidender Bedeutung für den Schutz der Lieferkette sein.“

Da sich der Mech und seine physische KI kontinuierlich an unterschiedliche Branchen anpassen, ermöglicht die skalierbare Automatisierungstechnik von Beckhoff Dexterity den Einsatz von Robotern, die durch die Reduzierung des menschlichen Kontakts in kritischen, risikoreichen Prozessen die Sicherheit und Effizienz steigern. Dieser Ansatz schützt nicht nur Menschen und Produkte, sondern ebnet auch den Weg für eine erweiterte Automatisierung in Umgebungen, in denen Präzision und Sicherheit an erster Stelle stehen.

Die Kooperation von Dexterity mit Branchengrößen wie FedEx, Sagawa Express und UPS hat bereits bewiesen, wie die Physical-AI-Plattform des Unternehmens eine der größten logistischen Herausforderungen unserer Zeit mit der Kraft von menschenähnlichem Denken und KI-gestützter Robotik lösen kann. Mit dem Mech weitet Dexterity nun seine Vision auf das gesamte Lager und darüber hinaus aus und bietet eine skalierbare Lösung, die nicht nur die Mitarbeiter schützt, sondern auch gleichbleibende Leistung und Ausfallsicherheit bei anspruchsvollen Anwendungen gewährleistet. In Vertriebs- und Logistikzentren werden Roboter häufig als Lösung bei Personalmangel und für Gefahrenbereiche eingesetzt. „Die Strategie von Dexterity – auf einem Standard-Fahrgestell aufzubauen, das für vielfältige Anwendungen angepasst werden kann – bietet Endanwendern einen hochflexiblen und vorteilhaften Ansatz“, sagt Doug Schuchart, Global Intralogistics Industry Manager bei Beckhoff. „Die Ergebnisse zeichnen sich bereits beim Be- und Entladen von Lkw deutlich ab, aber die zukünftigen Möglichkeiten für den Mech sind grenzenlos.“

Durch die Kombination von Robotik-Know-how mit der integrierten Automatisierungstechnik von Beckhoff definiert Dexterity die Möglichkeiten in der Logistik neu: intelligentere, KI-gesteuerte Abläufe, sicherere Arbeitsplätze und eine Zukunft, in der Menschen und Roboter Seite an Seite arbeiten, um Lieferketten auf Hochtouren laufen zu lassen.



Oben: Der Roboter kann gemischte Ladungen mit Kartons unterschiedlicher Größe be- und entladen, denn die physische KI verleiht ihm Seh- und Tastsinn.

Unten: Der Roboter Mech von Dexterity nutzt PC-based Control und EtherCAT von Beckhoff, um sich in einem unvorhersehbaren Lagerumfeld mit menschenähnlicher Flexibilität und Denkfähigkeit zu bewegen.

Sehen Sie, wie Dexterity das Potenzial der physischen KI in superhumanoiden Mech-Robotern entfesselt.



weitere Infos unter:
www.dexterity.ai
www.beckhoff.com/intralogistics



3D-Laserschneidmaschinen zur Rohrbearbeitung mit PC-based Control weiterentwickelt

PC-basiert Grenzen überwinden und Zykluszeiten verkürzen

Rohrbearbeitung mit
der 3D-Laserschneidmaschine
von TTEngineering

TTEngineering ist Spezialist für Bearbeitungsmaschinen, mit denen Rollenbleche zu Rohren für verschiedene Anwendungen, wie z. B. Heizungs- und Entlüftungsanlagen, Rauchgasrohre und den Automobilbau, verarbeitet werden. Die Architektur der 3D-Laserschneidmaschinen der Top-Serie wurden nun mit einer auf Beckhoff Technik basierenden Steuerungslösung komplett überarbeitet, wodurch sich einige technische Einschränkungen überwinden und die Zykluszeiten verkürzen ließen.

In einer Branche wie der Werkzeugmaschinenindustrie ist Innovation nicht nur der Schlüssel zu besseren Ergebnissen. Vielmehr ist sie unerlässlich, um wettbewerbsfähig zu bleiben und den Kunden immer leistungsfähigere und effizientere Produkte anzubieten. Das weiß TTEngineering, ein Unternehmen aus dem italienischen Lomazzo (CO), das sich mit über 30 Jahren Erfahrung auf die

Entwicklung und Herstellung von Prozessautomatisierungssystemen für die Blechbearbeitung aus Coils spezialisiert hat. Dazu erläutert Geschäftsführer Massimiliano Crespi: „Unsere Maschinen wurden schon immer so konzipiert, dass sie den Anwendern einen Mehrwert bieten. Genau mit diesem Ziel vor Augen haben wir beschlossen, noch einen Schritt weiter zu gehen, und unsere

Oben: Die Steuerungsarchitektur umfasst einen Embedded-PC CX2033, das Multiachs-Servosystem AX8000 mit den Servomotoren AM8000 sowie EtherCAT- und TwinSAFE-Klemmen – verbunden über die ultraschnelle EtherCAT-Kommunikation.

Unten: Rohrlaserschneidmaschine der Top-Serie mit Multitouch-Control-Panel CP29xx und CNC-spezifischer Multifunktionstastatur



Orbital-Laserschneidanlagen der Top-Serie mit einer Beckhoff Steuerungslösung komplett neu entwickelt, wobei wir sehr zufriedenstellende Ergebnisse erzielt haben.“

Die Herausforderung der Mikroverbindungen

Die Top-Serie umfasst zwei 3D-Laserschneidmaschinen, die als eigenständige Einheit oder integriert in eine robotergesteuerte Fertigungslinie betrieben werden können. Es handelt sich um Komplettmaschinen, da sie allen Produktionsanforderungen gerecht werden: z. B. für Kurvenschnitte sowie bei 90-Grad- und seitlichen Verbindungen. „Wir hatten bereits Gelegenheit, das Potenzial der Beckhoff Lösungen zu testen, und wussten, dass wir einen deutlichen Schritt nach vorne machen konnten“, fährt Massimiliano Crespi fort. „Nicht, dass die in der Vergangenheit gebauten Maschinen leistungsschwach gewesen wären, aber sie waren durch einige technische Einschränkungen begrenzt, die den traditionellen CNC-Lösungen innewohnen.“

Ein typisches Beispiel für eine solche Einschränkung war die Ausführung von Mikroverbindungen. Dies sind kleine Materialabschnitte, die während der Bearbeitung absichtlich nicht geschnitten werden, um den Verschnitt in Position zu halten und die Stabilität sowie die geometrische Präzision des Werkstücks sicherzustellen. Diese Mikrounterbrechungen, die weniger als ein Zehntel Millimeter lang sind, lassen sich am Ende der Bearbeitung durch leichte mechanische Bearbeitung ohne großen Aufwand entfernen.

Mit der zuvor verwendeten CNC war es nicht möglich, die Laserleistung in der Nähe des Mikroschnittpunkts präzise zu modulieren. Daher war es notwendig, die Achsen zu verlangsamen, die Leistung der Laserquelle auf Null zu setzen und anschließend einen neuen Schneidzyklus zu starten. Dies ging allerdings mit einem deutlichen Leistungsverlust einher. Durch die hohe Rechenleistung des Beckhoff Embedded-PC CX2033, ausgestattet mit einem 2-Kern-Prozessor AMD Ryzen™ V1202B (2,3 GHz Taktfrequenz), sowie das leistungsstarke Multiachs-Servosystem AX8000 und die hohe EtherCAT-Übertragungsgeschwindigkeit konnten die vorherigen ständigen Stop-and-Go-Vorgänge vermieden werden. Hieraus resultiert bei der neuen Top-Serie eine Effizienzsteigerung und eine deutliche Verkürzung der Zykluszeiten. Insbesondere das Multiachs-Servosystem AX8000 hat sich laut Massimiliano Crespi als perfekte Wahl erwiesen, da es in Kombination mit der ultraschnellen EtherCAT-Kommunikation und den Beckhoff Servomotoren AM8000 die präzise Abwicklung komplexer Bewegungsprofile mit sehr kurzen Zykluszeiten, hoher Dynamik und gleichzeitig flüssigem Lauf ermöglicht – synchron mit allen anderen vernetzten Komponenten der Maschine, einschließlich der Laserquelle.

Hohe Leistungsfähigkeit in einer integrierten Umgebung

Die Maschinen der Top-Serie nutzen eine Dreh- und eine Linearachse, die durch die NC-Algorithmen interpoliert werden, um das vom Laserkopf ausgeführte Schnittprofil zu erzeugen. Da die Rohre nie perfekt rund sind, erfasst ein kapazitiver Sensor deren jeweilige Höhe. Das Sensor-Feedback ermöglicht es, die Höhe des Laserkopfes in Echtzeit zu kalibrieren, um den Schnittabstand konstant zu halten.

Während die Interpolationsgeschwindigkeit der Achsen in Verbindung mit der Notwendigkeit, komplexe Zusatzaufgaben – wie die Ausführung von Mikroverbindungen – zu bewältigen, das Potenzial der Beckhoff Hardware voll zur Gel-

Massimiliano Crespi,
Geschäftsführer von TTEngineering:

„Unsere Orbital-Laserschneidanlagen der Top-Serie wurden mit einer Beckhoff Steuerungslösung komplett neu entwickelt, wobei wir sehr zufriedenstellende Ergebnisse erzielt haben.“



tung brachte, haben die von TwinCAT angebotenen Programmierfunktionen den Rest erledigt, wie Roberto Angeli, Softwareentwickler bei TTEngineering, erklärt: „TwinCAT ist eine sehr flexible Entwicklungsplattform, die sich für unsere Anforderungen als perfekt erwiesen hat. Die gesamte Entwicklung ließ sich präzise steuern, einschließlich der komplexesten Funktionen. Und dabei konnten auch Teile des C#-Codes integriert werden, die wir im Laufe der Zeit bereits erstellt hatten. Positiv beeindruckt hat uns auch die Präzision und Einfachheit, mit der man von der Simulation der Kinematik zur tatsächlichen Ausführung der Maschinenbewegungen übergeht. Dies ermöglichte es uns, einen Großteil der Anwendung zu entwickeln und bereits in der Prototypenphase zuverlässige Ergebnisse zu erzielen.“

Ein nicht zu unterschätzender Aspekt, der die Arbeit der Entwickler vereinfachte, war die Möglichkeit, auf die meisten Variablen direkt zuzugreifen – also ohne Umweg über die SPS. Ein Vorteil, der zu einer geringeren Komplexität bei der Integration und zu einer erheblichen Einsparung von Zeit und Ressourcen führte. Weitere Vorteile ergaben sich im Hinblick auf die Sicherheit: TwinSAFE machte den Einsatz einer separaten Safety-Architektur überflüssig: Standard- und Sicherheitslogik existieren auf derselben Plattform, was die Projektierung, die Verkabelung und sogar die Wartung vereinfacht. Denn die Konfiguration und Verwaltung aller Funktionen erfolgt innerhalb derselben Entwicklungsumgebung, einschließlich der STO-, SLS- und SBT-Funktionen der Servoachsen.

Eine offene Lösung – auch für die Bildverarbeitung

Der Vorteil einer Steuerung auf Basis eines skalierbaren und leistungsstarken Embedded-PC und eines Standardkommunikationssystems wie EtherCAT besteht nach Ansicht von TTEngineering darin, dass neue Funktionen je nach Marktanforderungen ohne Einschränkungen durch eine begrenzte Rechenkapazität hinzugefügt werden können. So lasse sich beispielsweise eine Stand-alone-Maschine ohne großen technischen Aufwand mit einem Be- und Entladeroboter verbinden.

Gleiches gilt für die Integration von Sonderfunktionen, wie z. B. die Suche nach der Schweißnaht mittels Bildverarbeitungssystem. Derzeit verfügt TTEngineering bereits über ein optisches System zur Nahtsuche, das einen Laserstrahl und eine Kamera nutzt. Im Hinblick auf weitere Verbesserungen wird derzeit der Einsatz von KI und Mustererkennung geprüft, sowohl mit Blick auf die entsprechenden TwinCAT Functions als auch auf die Vision-Hardware-Komponenten von Beckhoff.

weitere Infos unter:
www.tteengineering.it
www.beckhoff.com/werkzeugmaschinen



PC-based Control als Plattform zur Harmonisierung eines Entwicklungstools in der Halbleiterforschung

Die Zukunft des 3D-Drucks für die Mikroelektronik

Der 3D-Druck rückt bei der Herstellung von Mikroelektronik zunehmend in den Fokus. Im Holst Centre, das TNO-imec-Joint-Venture in Eindhoven, entsteht eine Anlage, auf der Forscher entsprechende Prozessentwicklungen vornehmen können. In Time Tec wurde mit der Optimierung der Steuerungstechnik und der Harmonisierung aller Softwarekomponenten auf der Beckhoff Plattform beauftragt. Venkatesh Bachu: „Gemeinsam arbeiten wir an der OT, der operativen Technologie, der Zukunft.“

Forscher am Holst
Centre in
Eindhoven



Der 3D-Drucker des Holst Centre für die Prozessentwicklung in der Mikroelektronik

„Die Zusammenarbeit begann vor vier Jahren“, erzählt Venkatesh Bachu, Geschäftsführer von In Time Tec Europe in Eindhoven, einem Teil des amerikanischen Unternehmens In Time Tec. Das Softwareunternehmen konzentriert sich auf Embedded-Softwarelösungen, UI/UX-Design und Front-End-Entwicklung sowie Testautomatisierung und DevOps.

Von MATLAB® zur SPS

Damals ging es um einen Proof-of-Concept für ein Laser-Transfer-Tool (LDT), so Venkatesh Bachu: „Wir wollten MATLAB®-Algorithmen auf eine SPS zur Maschinensteuerung übertragen. Die Wahl hierfür fiel auf Beckhoff, denn dessen Plattform verfügt über eine offene Architektur sowie eine PC-basierte Steuerung und lässt sich einfach mit C++ und strukturiertem Text programmieren – ähnlich, wie wir in der IT arbeiten. Wir haben damit begonnen, Software auf die Plattform zu übertragen und anzupassen, die als Prozess-Orchestrator in einer Maindevice-Subdevice-Konfiguration dienen sollte.“

Im Holst Centre arbeitete man auch an einem anderen Tool. Dazu erläutert Jeroen Sol-van Beuningen, Forscher im Auftrag der TNO (Niederländische Organisation für Angewandte Naturwissenschaftliche Forschung) und im Team für 3D-gedruckte Elektronik für die Softwareentwicklung verantwortlich: „Die Grundlagen waren zuvor von der TNO gelegt worden, und wir hatten das wieder aufgegriffen. Die Maschine lief bereits auf einem Beckhoff Backbone. Wie es bei einem Entwicklungs-Tool üblich ist, waren verschiedene Komponenten darauf installiert, wie z. B. ein hochauflösender UV-Lichtprojektor und ein Ausrichtungs-Tool, die jeweils mit ihrer eigenen Software liefen.“

Harmonisierung basierend auf einer Schnittstelle

Die Software der unterschiedlichen Komponenten war nicht immer kompatibel, so Jeroen Sol-van Beuningen: „Für die Forscher, die mit dem Tool arbeiteten, war dies ein Engpass. Es gab bis zu fünf Fenster, über die sie die

verschiedenen Teile der Anlage steuern mussten. Aufgrund der positiven Erfahrungen mit dem LDT-Tool fragten wir In Time Tec, ob sie alle Steuerungen auf der Beckhoff Plattform harmonisieren könnten, damit sich die Maschine über eine einzige Schnittstelle steuern lässt.“

In den letzten zwei Jahren wurde daran gearbeitet, skizziert Jeroen Sol-van Beuningen weiter: „Gemeinsam haben wir den Prozess in der Maschine und die Benutzererfahrung definiert. Wir haben die Software für den primären Druckprozess geschrieben; In Time Tec hat sich um die übergeordnete Automatisierungsebene gekümmert, einschließlich der Kommunikation zwischen den verschiedenen Komponenten. Die Nutzer können nun einfach die Maschine drucken lassen, was sie benötigen, und so ihren Prozess weiterentwickeln; sie müssen nicht mehr ständig die Software anpassen.“

Vermittlerin zwischen Forschern und Softwareentwicklern

Die Zusammenarbeit mit In Time Tec hat Jeroen Sol-van Beuningen gut gefallen. „Sie bringen ihre Erfahrung in den Bereichen moderne Softwareentwicklung, Integration von Kommunikationsprotokollen, Benutzererfahrung und einen webzentrierten Ansatz ein. Eine Kollegin von Venkatesh Bachu war vor Ort bei uns tätig, um neue Software-Releases zu installieren, zu testen und zu validieren. Sie fungierte als Vermittlerin zwischen unseren Forschern und deren Softwareentwicklern. Innerhalb eines Jahres lernte sie das System so gut kennen, dass sie genauso gut damit arbeiten konnte wie unsere Forscher.“

Venkatesh Bachu ergänzt: „Unsere Ingenieure in Eindhoven haben mit dem TNO-Team zusammengearbeitet, um zu verstehen, was erforderlich war. Anschließend ließen wir unser Softwareteam in Indien die eigentliche Programmierung übernehmen und führten im Holst Centre Tests durch, um iterativ vorgehen zu können. So arbeiten wir als weltweit tätiges Softwareunternehmen – vor Ort und offshore.“

Zusammenführung von OT und IT

Ein Ergebnis der Zusammenarbeit war in diesem Frühjahr die Ernennung von In Time Tec zum zertifizierten Beckhoff Solution Provider. In dieser Rolle konzentriert sich das Softwareunternehmen auf industrielle Automatisierung, HMI-Design, bildverarbeitungs-basierte Steuerungen, Cloud-Engineering, IoT-Konnektivität und Cybersicherheit. „Wir beobachten, dass OT (Operational Technology) und IT in unserer Welt immer näher zusammenwachsen“, erklärt Stijn de Bruin, Standortleiter Eindhoven bei Beckhoff Niederlande: „Maschinen arbeiten nicht mehr eigenständig, sondern sind mit der Cloud verbunden. Deshalb brauchten wir einen Lösungsanbieter, der sich auf die IT-Seite der industriellen Automatisierung konzentriert, sowie einen Partner für den Anwendungssupport bei unseren Kunden.“

Venkatesh Bachu ist darüber erfreut: „Ein typischer Lösungsanbieter in dieser Region ist im OT-Bereich verwurzelt, während wir gerade ein starkes IT-Fundament haben. Viele Unternehmen programmieren noch direkt am Arbeitsplatz. Das funktioniert zwar, erschwert aber die Versionsverwaltung und Freigabe. In Time Tec hilft Unternehmen dabei, diesen Prozess zu modernisieren, damit sich Ingenieure auf ihre Kernaufgaben konzentrieren können.“

Schneller auf den Markt kommen

Die beiden Partner bauen gemeinsam ein Modul für die Fabrik der Zukunft auf dem Brainport Industries Campus (BIC) auf, erzählt Stijn De Bruin: „Dieses Modul ist als Demonstrationsmodell gedacht und ein schönes Schaufenster für die Zusammenarbeit zwischen unserer Hardware und der Software von In Time Tec. Viele unserer Kunden kennen das Unternehmen noch nicht als OT-Anbieter.“ Venkatesh Bachu bestätigt: „Gemeinsam arbeiten wir an der OT der Zukunft. Die Entwicklungen schreiten so schnell voran – in Richtung Industrie 4.0 und 5.0, mit datengesteuerter und KI-gestützter Prozesssteuerung in mobilen, Web- und Cloud-Umgebungen –, dass Maschinenbauer nicht mehr alles selbst im Blick behalten können. Wir helfen ihnen, schneller auf den Markt zu kommen und letztendlich ihren Kunden eine schnellere Produktionsaufnahme zu ermöglichen.“

Erschienen in: High-Tech Systems Magazine, Techwatch, <https://techwatch.nl>

Innovation durch Automatisierung

Neben Automatisierung und Harmonisierung ging es bei den Projekten auch um technische Innovation, fügte Venkatesh Bachu hinzu. „Ich bin stolz auf die automatische Erkennung von Fiducials (Passermarken), die wir für das LDT-Tool entwickelt haben. Gari Arutinov von TNO spielte eine wichtige Rolle bei der Forschung, um dies zu erreichen. Bei der Ausrichtung der Leiterplatten mithilfe von Fiducials konnte ein Bediener in einem mühsamen Verfahren eine Genauigkeit von 60 bis 80 µm erzielen, doch das reichte nicht aus. Wir haben diese Ausrichtung mithilfe einer Kamera automatisiert. Jetzt sind mit einem einzigen Knopfdruck 30 bis 50 µm erreichbar.“ Für den 3D-Drucker waren vor allem die Steigerung der Durchsatzgeschwindigkeit und der Reproduzierbarkeit sowie die Beseitigung menschlicher Fehler durch die Automatisierung von Bedeutung. Eine Herausforderung bestand darin, dass die Kamerasoftware nicht kompatibel war; die Beckhoff Vision-Kamera war damals noch nicht auf dem Markt. „Auch das haben wir gelöst.“ Da die Bildverarbeitung zeitkritisch war, wurde der verteilte Taktgeber verwendet, der auf dem von Beckhoff entwickelten EtherCAT-Protokoll basiert. „Alles in allem ist dies ein schönes Beispiel für Innovation durch die Kombination des Prozess-Know-hows von TNO, der Hardware von Beckhoff und der Software-Kompetenz von In Time Tec.“



Im Labor am Holst Centre (v.l.n.r.):
Stijn de Bruin (Beckhoff),
Venkatesh Bachu (In Time Tec)
und Jeroen Sol-van Beuningen (TNO)

weitere Infos unter:
www.intimetec.com
www.tno.nl/en
www.beckhoff.com/halbleiterfertigung

Ein Ultra-Kompakt-Industrie-PC C6032 steuert die gesamte Handlin-
geinheit der Schlauchbeutelmaschine.

XTS Hygienic bei der Lebensmittelverpackung

Intelligenter, flexibler Produkttransport für Washdown-Anwendungen

Syntegon profitiert schon seit über zehn Jahren vom intelligenten linearen Produkttransport von Beckhoff, z. B. durch einen minimierten Maschinen-Footprint, eine komfortable Softwarefunktionalität sowie eine erhöhte Anlagenflexibilität. Mit XTS im Hygienic Design werden diese Vorteile nun auch bei washdown-fähigen Syntegon Schlauchbeutelmaschinen zum Verpacken von Frozen Cookie Dough genutzt.

Syntegon ist ein weltweit führendes Technologieunternehmen und strategischer Lifecycle-Partner der Pharma-, Biotech- und Lebensmittel-industrie. Rolf Steinemann, Senior Product Manager Packaging Systems, erläutert: „Mit rund 6.900 Mitarbeitern an 47 Standorten und einer 160-jährigen Tradition sind wir strategischer Partner unserer Kunden. Im Kern unseres Handelns steht unser Leitsatz ‚CoCreate. CoSucceed.‘. Gemeinsam mit unserem Kunden schaffen wir zielgerichtete Lösungen mit messbarer Wirkung. Der Syntegon Standort in Beringen, Schweiz, ist auf automatisierte Hochleistungsverpackungssysteme spezialisiert. Bereits 2014 wurde das erste hoch flexible und leistungsfähige lineare Transportsystems XTS von Beckhoff in einem Syntegon Verpackungssystem verbaut. Dies war eine echte Innovation mit konkreten Kundenvorteilen wie z. B. ein geringer

Anlagen-Footprint, hohe Formatflexibilität und schnelles Umrüsten bei Produktwechseln.“

XTS Hygienic als zentrales Handlin- gelement

Durch XTS Hygienic – mit Schutzart IP69K im zusammengebauten Zustand und einem hygienegerechten Design ohne verdeckte Kanten oder Hinter-schnitte – konnte Syntegon diese Vorteile nun auch in einem Kundenprojekt mit besonders hohen Hygieneanforderungen umsetzen. Als eine zentrale Maschinenkomponente übernimmt XTS in der horizontalen Schlauchbeutel-maschine gefrorene Cookie-Teigportionen und taktet diese positionsgenau in die Schlauchbeutelmaschine ein. Wie wichtig eine präzise Positionierung der in verschiedenen Abständen und unterschiedlich ausgerichtet ankomm-

Über die XTS-Mover lassen sich die die gefrorenen
Cookie-Teigportionen nicht nur präzise positionieren,
sondern auch besonders schonend transportieren.



Rolf Steinemann, Senior Product Manager Packaging Systems bei Syntegon:
„Ein wichtiger Aspekt, der für XTS spricht, ist das sehr schonende Handling.“

menden Behälter für den Verpackungsprozess ist, erläutert Pascal Röhlk, Senior Manager Software/Electrical Design Handling bei Syntegon: „Die Produkte müssen exakt zum Folienprint positioniert werden, sodass die Siegelwerkzeuge die Folie zwischen den Produkten verschließen können und das Haltbarkeitsdatum garantiert werden kann.“

Als Steuerungsrechner für dieses Produkthandling dient ein Ultra-Kompakt-Industrie-PC C6032, der auch für die exakte Positionierung der gefrorenen Cookie-Teigportionen bei der Übergabe an XTS sorgt. Hierfür werden über das Multiachs-Servosystem AX8000 insgesamt drei, wie XTS im Hygienic Design ausgeführte Edelstahl-Servomotoren AM8800 angesteuert. Diese bewegen das Zuführband sowie zwei die Übergabe begleitende Förderbänder, welche die Produkte während der Übernahme durch die XTS-Mover auf konstanter Geschwindigkeit halten und ein schonendes Handling gewährleisten. Dabei ist über die jeweilige Achsposition die Lage der einzelnen Teigportionen bekannt, sodass sich die Mover passend für die Produktübernahme positionieren lassen. XTS bildet anschließend eine Pufferstrecke, über welche die kontinuierlich ankommenden Produkte in genau definierten Abständen weitertransportiert und dabei die Abstandsschwankungen ausgeglichen werden. Hinzu kommt während des Transports eine Kontrolle der Produktabmessungen, d. h. von Länge und Höhe der gefüllten Cookie-Teigportionen – einschließlich des Ausschleusens von fehlerhaften Produkten über eine Ausblaseeinrichtung.



Bild unten: Detailsicht der XTS-Ausführung in Schutzart IP69K (im zusammengebauten Zustand) und im hygienegerechten Design ohne verdeckte Kanten oder Hinterschnitte.

Das lineare Transportsystem XTS in der Hygienic-Ausführung bildet das zentrale Handlichelement der horizontalen Schlauchbeutelmaschine in Washdown-Ausführung von Syntegon.

Pascal Röhlk ergänzt: „Bei der Übergabe der einzelnen Produkte an die Siegel-einheit der Schlauchbeutelmaschine ist ein entscheidender XTS-Vorteil, dass sich die Mover-Geschwindigkeit einfach an die Geschwindigkeit der Siegelfolie anpassen lässt. Somit erreichen wir am Kontaktpunkt eine präzise Synchronisierung beider Bewegungen. Danach bewegen sich die Mover möglichst schnell wieder zum Ausgangspunkt zurück, sodass immer ausreichend Mover für die folgenden Produkte bereitstehen.“ Rolf Steinemann sieht einen weiteren Vorteil der PC-basierten Steuerungstechnik von Beckhoff: „TwinCAT ermöglicht eine durchgängige und sogar steuerungsübergreifende Synchronität aller Bewegungsfunktionen. Bei der Handlicheinheit sind nicht nur die Produkt- und Folienzufuhr sowie XTS, sondern auch die rotatorischen Servoachsen aufeinander synchronisiert. Dies gilt auch für das Zusammenspiel mit der Primärsteuerung der Maschine. Dadurch wird eine Geschwindigkeitsunabhängigkeit erreicht, sodass sich das zentrale Produkthandling genau an eine beschleunigte oder verlangsamte Hauptachse der Maschine anpassen kann.“

Kompakter, modularer und leicht reinigbarer Produkttransport

Das im Vergleich zu konventionellen Zuführlösungen äußerst kompakte XTS-System ist bei der aktuellen Schlauchbeutelmaschine für gefrorenen Cookie-Teig als geschlossenes Oval mit 4 m umlaufender Streckenlänge bzw. 2,5 m Systemlänge und 22 Movern aufgebaut. Laut Pascal Röhlk bietet XTS neben der kompakten Abmessungen auch durch seine Modularität große Vorteile: „Die aktuelle Syntegon Anlage ist dank XTS rund 30 bis 40 % kürzer als



Pascal Röhlk, Senior Manager
Software/Electrical Design Handling
bei Syntegon: „Die aktuelle Syntegon
Anlage ist dank XTS rund 30 bis 40 %
kürzer als konventionelle Lösungen
mit Förderbändern.“

konventionelle Lösungen mit Förderbändern. Außerdem lässt sich XTS optimal auf die jeweiligen Leistungsanforderungen anpassen. So setzen wir bei Standardapplikationen zwischen 22 und 36 Mover ein. Bei Bedarf sind mit geringem Entwicklungsaufwand aber auch größere XTS-Streckenlängen und noch mehr Mover möglich. Diese Flexibilität gilt ebenso für die einzelne Maschine, da sich per Softwareparametrierung sehr einfach neue Produktformate handhaben lassen. Wenn keine wesentlichen Änderungen der Schlauchbeutelmaschine erforderlich sind, ist die Umstellung oft sogar remote möglich.“

Syntegon verfügt über Erfahrung aus 350 Applikationen mit dem Standard-XTS und nutzt dessen Vorteile mit XTS Hygienic auch bei Washdown-Anwendungen, wo die Anforderungen im Verpackungsprozess, wie allergenhaltige oder klebrige Produkte, hoch sind. Hierzu erläutert Rolf Steinemann: „Neben der anspruchsvolleren Reinigung ist teilweise eine aufwendige Dokumentation und damit auch eine zuverlässige Nachverfolgbarkeit gefordert. Das lässt sich mit der PC-basierten Steuerungstechnik von Beckhoff gut lösen. Ein weiterer wichtiger Aspekt, der für XTS spricht, ist das sehr schonende Handling. Produkte wie Cookies oder Cracker sind empfindlich und zerbrechen leicht. Ein Transport per XTS-Mover hat sich hier als optimal erwiesen, was die Maschinenlaufzeit insgesamt erhöht und den Ausschuss deutlich reduziert.“

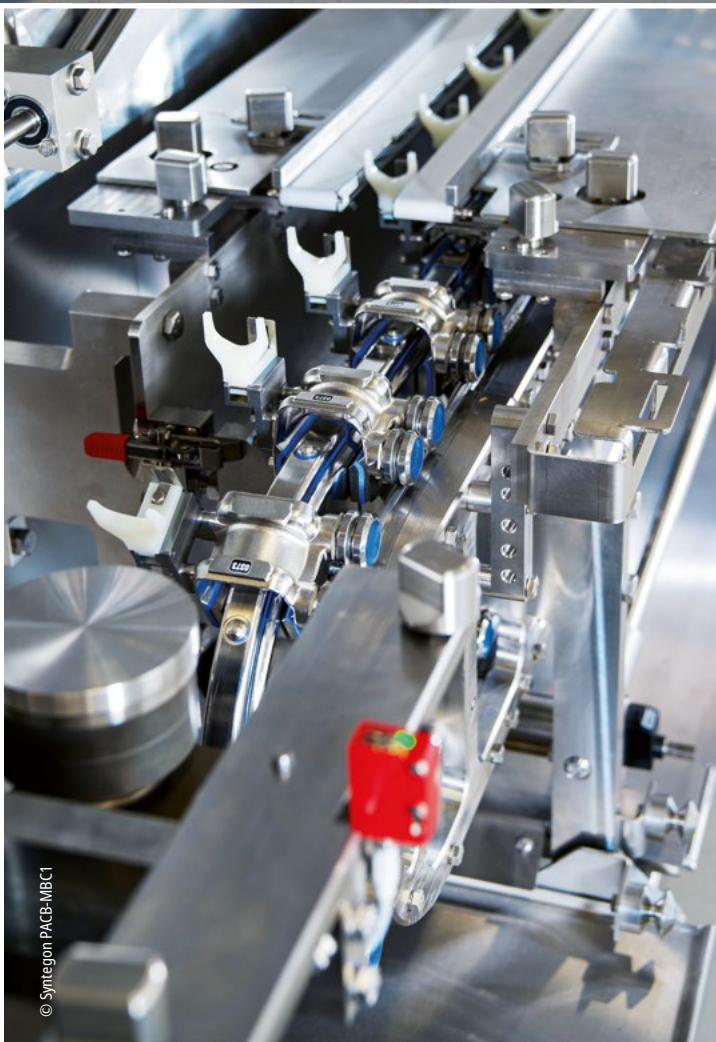
Partnerschaftlich zur anwendungsorientierten Lösung

Dass eine enge und partnerschaftliche Zusammenarbeit viel zur Entwicklung von Lösungen für die Syntegon Kunden beiträgt, bestätigt Rolf Steinemann: „Gerade in der Entwicklung von neuen Lösungen sind der gegenseitige Austausch und die Unterstützung wichtig. Im Fall von XTS im Jahr 2014 hat dies von Beginn an funktioniert, vor allem durch den engen Kontakt zu Beckhoff Schweiz, aber auch zum Produktmanagement am Hauptsitz in Verl. Zudem profitieren wir von den kurzen Innovationszyklen bei Beckhoff, wodurch sich zukünftig weiteres Optimierungspotenzial erschließen lässt. Paradebeispiele sind das TwinCAT Automation Interface, das MX-System für die schaltschrunklose Automatisierung und das Economy Drive System mit den Servoverstärkern AX1000 und Servomotoren AM1000.“

weitere Infos unter:

www.syntegon.com

www.beckhoff.com/xts-hygenic





Teilnehmerrekord beim 2026 European EtherCAT Plug Fest: 69 Entwickler arbeiteten gemeinsam daran, 48 Geräte auf ihre Interoperabilität zu testen.

Rekordbeteiligung und überzeugende Ergebnisse beim European EtherCAT Plug Fest 2026

Das 36. EtherCAT Plug Fest endete nach zwei intensiven Tagen am 15. und 16. Juli auf dem SIA Campus von SICK in Waldkirch. Mit 69 Entwicklern von 30 Herstellern war die Veranstaltung vollständig ausgebucht. Damit erreichte das Plug Fest eine neue Rekordbeteiligung und unterstrich das anhaltend große Interesse der Branche an praxisnahen Interoperabilitätstests.

Während der Veranstaltung führten die Entwickler 365 Tests durch und prüften insgesamt 48 Geräte: 16 MainDevices, 31 SubDevices und zwei Tools. Diese Vielfalt verdeutlicht sowohl die Bandbreite des EtherCAT-Ökosystems als auch den praktischen Charakter des Formats: Reale Produkte werden miteinander verbunden, unterschiedliche Gerätekombinationen getestet und ihr Verhalten unter verschiedenen Bedingungen validiert.

Plug Fests sind auf Interoperabilität ausgerichtete Entwicklertreffen, die von der EtherCAT Technology Group (ETG) organisiert werden. Die Hersteller bringen ihre Hardware und Firmware mit, während technische Experten der ETG vor Ort unterstützen und die offizielle Testinfrastruktur bereitstellen. In Waldkirch funktionierten die meisten Gerätekombinationen wie erwartet. Bei einzelnen noch offenen Spezialfällen wurden konkrete Lösungsansätze entwickelt und wertvolle Erkenntnisse gewonnen, die Entwicklungszyklen verkürzen und die herstellerübergreifende Interoperabilität im praktischen Einsatz weiter verbessern können.

Die Teilnehmer betonten insbesondere den Nutzen der direkten Zusammenarbeit. Konformitäts- und Kombinationstests konnten parallel durchgeführt

werden, wodurch sich Fehler schneller eingrenzen, Wissen unmittelbar austauschen und Änderungen an Implementierungen deutlich schneller validieren ließen als in üblichen Remote-Workflows. Rainer Hoffmann, Mitglied des technischen Teams der ETG und einer der Ansprechpartner vor Ort in Waldkirch, erklärte: „Ich bin immer wieder beeindruckt davon, wie offen und lösungsorientiert sich Vertreter verschiedener, manchmal konkurrierender, Unterneh-

men über Verhaltensweisen und mögliche Probleme austauschen, um die beste technische Lösung zu finden.“

Als eines der beliebtesten Veranstaltungsformate der ETG zeigte das Plug Fest erneut, wie praxisnahe Zusammenarbeit die gesamte EtherCAT-Community stärkt – und vor allem die Interoperabilität der Geräte verbessert.

Ein konzentriertes Arbeitsklima und lebhaftes fachliche Diskussionen prägten beide Tage des Plug Fests.



EtherCAT

ETG Member Meetings in Asien

Die EtherCAT Technology Group (ETG) veranstaltete im Juni und Juli ihre jährlichen ETG Member Meetings in Japan und Korea. Die Mitglieder erhielten Informationen über die aktuellen Aktivitäten der technischen Arbeitsgruppen, Entwicklungen innerhalb der ETG sowie globale Trends in der industriellen Kommunikation.

Das 20. ETG Member Meeting in Japan fand in Yokohama statt. Dr. Junichi Koguchi von Beckhoff Automation Japan referierte über „High-Speed-Monitoring und den Einsatz von Datenanalyse für mit EtherCAT realisierte Werkzeugmaschinen“. Dr. Junichi Koguchi, Vertragsforscher an der Tokyo University of Agriculture and Technology und Mitglied des technischen Komitees der Japan Machine Tool Builders' Association, erläuterte, wie EtherCAT ein Monitoring mit hohen Abtastraten während spanender Bearbeitungsprozesse ermöglicht. Die gewonnenen Daten bilden die Grundlage für Analyse- und Machine-Learning-Anwendungen zur Optimierung der Werkzeugmaschinensteuerung, einschließlich von Regelkreisen. Neun Aussteller präsentierten zudem EtherCAT-Geräte und Entwicklungstools und

machten die Vielfalt der im EtherCAT-Ökosystem verfügbaren Produkte sichtbar.

Auch das 15. ETG Member Meeting in Korea, das in Seoul stattfand, stieß auf großes Interesse. Dr. Taemin Kim, Principal Engineer bei Samsung Electronics, stellte den Beitrag des Unternehmens zur Entwicklung weiterer standardisierter Geräteprofile durch die Semiconductor Technical Working Group (Semiconductor TWG) der ETG vor und betonte die Bedeutung der Interoperabilität entlang der Halbleiter-Lieferkette. Die Semiconductor TWG entwickelt branchenspezifische Geräteprofile, Installationsrichtlinien und Prüfverfahren für die Halbleiterfertigung. Neben Anlagen- und Geräteherstellern bringen zunehmend auch Endanwender ihre prak-

tischen Anforderungen an Aktor- und Sensordaten in die Arbeitsgruppe ein. Weitere Vorträge von Hyeonhoe Kim, General Manager bei DAINCUBE, und Professor Woonchul Ham von der Jeonbuk National University verdeutlichten die breite Einsatzbarkeit von EtherCAT in industriellen Anwendungen.

Bei beiden Veranstaltungen gab ETG Executive Director Martin Rostan einen Überblick über die Aktivitäten der ETG im vergangenen Jahr sowie über aktuelle Entwicklungen in den technischen Arbeitsgruppen. Ein Schwerpunkt war die weltweit zunehmend wichtige Cybersicherheit. In diesem Zusammenhang verwies Rostan auf die Zertifizierung von EtherCAT durch UL Solutions. Sie bestätigt, dass EtherCAT bereits nahezu alle Anwendungsanforderungen erfüllt, ohne dass die Technologie angepasst oder ergänzt werden muss oder der physische Zugriff auf Geräte eingeschränkt wird.

Die stark wachsenden Mitgliederzahlen der ETG, insbesondere in Asien, unterstreichen die zunehmende Verbreitung von EtherCAT als führendes Industrial-Ethernet-System. Inzwischen sind 44 % aller ETG-Mitglieder weltweit in Asien ansässig.



Bei den gut besuchten Member Meetings in Japan und Korea (Bild) wurde über die aktuellen Aktivitäten der ETG berichtet.

ETG veranstaltet Global Strategy Meeting

Im Juni 2026 kam die EtherCAT Technology Group zu ihrem alle zwei Jahre stattfindenden Global Strategy Meeting in der historischen Stadt Regensburg zusammen. An diesem wichtigen Treffen nahmen Marketing- und Technikteams der ETG-Niederlassungen aus verschiedenen Ländern teil, darunter Deutschland, die USA, China, Japan und Korea.

Das Meeting bot den Teammitgliedern eine Plattform für den Austausch über regionale Entwicklungen, die Bewertung laufender Aktivitäten und die Abstimmung strategischer Prioritäten. Die Beiträge der einzelnen Regionalbüros vermittel-

ten Einblicke in spezifische Herausforderungen und Chancen vor Ort. Im Mittelpunkt standen künftige Initiativen sowie die weitere Stärkung der Zusammenarbeit innerhalb des internationalen ETG-Netzwerks.



Das internationale ETG-Team, vereint in Regensburg

weitere Infos unter:
www.ethercat.org



Mehr über Beckhoff



Unternehmen



Globale
Präsenz



Veranstaltungen
und Termine



Stellenangebote



Produkte



Branchen



Support