

IEE

Elektrische Automatisierung + Antriebstechnik

Motorleitungen

Symmetrisch oder nicht?

Mythos Lagerströme geklärt

Seite 102

CPU-Redundanz

Drei Firmen, drei Lösungen

– und fast kein Unterschied

Seite 50

SPS IPC Drives 2013

Trends und Highlights

in Nürnberg

Seite 8

Stefan Hoppe, Beckhoff Automation

Engineering und Runtime unter 64 Bit



Stefan Hoppe, Beckhoff Automation, is shown in a professional setting. He is wearing a dark suit jacket over a light blue shirt. To his right is a monitor on a stand, displaying a 3D architectural rendering of a factory or industrial facility with various structures and connecting lines. The background is composed of several large, green, 3D rectangular blocks. Some of these blocks have white icons or text: one has 'C/C++', another has 'MATLAB/SIMULINK', and others have gear-like symbols. The overall scene suggests a focus on engineering and automation technology.



Hüthig

erfolgsmedien für experten

IEE-Technikrätsel
Smartphone und
Smartwatch
zu gewinnen!
Seite 138

Interview mit Stefan Hoppe, Beckhoff Automation

Engineering und Laufzeit vereint

2011 vorgestellt, rundet Beckhoff Automation zur SPS IPC Drives seine Automatisierungssoftware Twincat ab. Produktmanager Stefan Hoppe skizziert die wesentlichen Ergänzungen zu Twincat 3.1.

Herr Hoppe, zur SPS IPC Drives gibt es Twincat 3.1 in einer neueren Version. Gemessen an den üblichen Innovationszyklen eigentlich etwas schnell.

2010 hatten wir einen Technical Preview gezeigt, das unsere Kunden am liebsten sofort eingesetzt hätten. Verfügbar war Twincat 3 für erste Anwender dann ab dem dritten Quartal 2011 – für die breite Öffentlichkeit Anfang 2012. Twincat 3.1

haben wir im Frühjahr 2013 zur Hannover Messe präsentiert – dazu bringen wir nun ein Update. Das Innovationstempo mag insgesamt zügig erscheinen, zeigt aber auch die Dynamik der Beckhoff-Kunden. Sie wollen möglichst schnell die Vorteile der angekündigten Releases nutzen.

Das war schon beim Wechsel von Twincat 2 auf Twincat 3 der Fall, der ja keine kleine Evolution mit wenigen Features, sondern ein sehr großer Wurf

mit revolutionären Ansätzen war, wie der Möglichkeit, Binär-Code erstellt in verschiedenen Programmiersprachen zu modularisieren, wiederzuverwenden und bei Bedarf per E-Mail oder USB-Stick direkt an und in die Maschine zu bringen. Diese binären Module kann der Programmierer aus einer Bibliothek zusammenstellen und mit eigenem Know-how ergänzen. Zusätzlich zu IEC 61131-3 lassen sich Module auch in C/C++ programmieren und Matlab zur Problemlösung nutzen – ganz zu schweigen von der Multicore-Unterstützung.

Welches sind denn die wesentlichen Neuerungen?

Das ist zum Beispiel der Support von harter Echtzeit unter x64-Betriebssystemen oder die Unterstützung der Windows-CE-Plattform. Mit Twincat 3.0 haben wir zwar schon Multicore-Funktionalität eingeführt – seit Twincat 3.1 unterstützen wir zusätzlich die CPU-Core-Isolation: Der Projektierer kann darüber dediziert festlegen, welche Cores eines Prozessors mit Twincat-Echtzeit laufen und welche weiterhin explizit nur für das Windows-Betriebssystem zur Verfügung stehen. Die Twincat-Runtime nutzt dann diese Windows-Cores überhaupt nicht – umgekehrt sieht das Betriebssystem die Cores mit exklusiver

Twincat-Nutzung gar nicht. Hinzu kommen eine verbesserte Anbindung an Microsofts Team Foundation Server und Sub-Version, was die Aufteilung und Zusammenführung von großen Projekten erleichtert. Sehr hilfreich für Erweiterungen und Optimierungen vor Ort ist darüber hinaus der überarbeitete Projektvergleich.

Wir konnten schon immer SPS-Code von Version 1 zu Version 2 vergleichen. Mit Twincat 3.1 lässt sich jetzt auch die komplette Konfiguration der I/O-Ebene und sämtliche Achsparameter der Antriebe vergleichen. Wenn in einer Anlage künftig nach einer Änderung irgendwas nicht mehr funktioniert, kann vor Ort der komplette Projektstand verglichen werden. Unsere Scope-Funktionalität ist nun auch in die Visual Studio Shell eingebunden – eine einzige Plattform für alle Produkte erleichtert das Engineering. In Summe sind sehr viele Erweiterungen in das Update eingeflossen.

Wer braucht den erweiterten Adressraum der 64-Bit-Version?

Den meisten Anwendern reicht bei SPS-Programmen der 32-Bit-Adressraum. Mit der Umsetzung des x64-Support kommen wir nun dem Bedarf der IT-Seite entgegen: Vision-Systeme und diverse Scada-Hersteller benötigen den größeren Adressraum.

Und diese Funktionen stehen jetzt zur SPS IPC Drives zur Verfügung?

Wir liefern bereits aus. Seit Ende Oktober ist nun auch für kleine Embedded-Geräte die Twincat-3.1-Laufzeit auf dem ersten ARM-Controller CX9020 mit Windows CE verfügbar. Das gilt ebenso für die High-End-Embedded-PCs der Serie CX2000. Hier haben uns die erst spät für Windows CE verfügbaren Board-Support-Packages zeitlich ausgebremst.

Welchen Stellenwert hat denn ein durchgängiges Engineering bei der neuen Version?

Das war bereits bei Twincat 3 ein Kernpunkt beim Design. Wir unterstützen durchgängiges Engineering über zahlreiche Standard-Schnittstellen, zum Beispiel das Import-/Exportformat der PLCopen. Aus der vorherigen Twincat-2-Welt haben wir das ECAD-Import-/Export-Tool übernommen. Damit lassen sich direkt aus der ECAD-Engineering-Umgebung heraus Einstellungen für Twincat vornehmen.

„Die Komplexität neuer Maschinengenerationen verlangt nach der Ergänzung von Hochsprachen und mathematischen Simulations-Tools.“

Stefan Hoppe



Bei vielen Maschinenbauern ist das mechanische CAD-System federführend. Wie integrieren Sie die dort entstehenden Daten, die für das Steuerungsprojekt relevant sind?

Viele Maschinenbauer haben die Konfiguration ihrer Maschinen und Komponenten bereits in einer Datenbank oder Excel abgelegt. Diese Quellen können wir über das TwinCAT Automation Interface einlesen und das Engineering quasi fernsteuern, das heißt Projekte automatisch generieren. Das vereinfacht das Engineering, da der Projektteur nicht mehr vor dem Rechner sitzen und alles mit der Maus einzeln durchklicken muss. Und weniger manuelle Tätigkeiten bedeuten weniger Fehler.

Wie funktioniert das konkret?

Durch den Datenimport über das Automation Interface kann der Maschinenbauer eine komplette Maschine automatisiert aufsetzen. Das beinhaltet die Engineering- und Konfigurationsdaten ebenso wie SPS-Code, inklusive Variablen, Motoreinstellungen und der Zuordnung mit der physikalischen Klemmenebene. Sogar welcher Core den jeweiligen Programmteil bearbeiten soll, lässt sich zuordnen.

Wer muss sich wem anpassen, was die Schnittstelle betrifft?

Wir haben ein Import-/Exportformat definiert, das viele Unternehmen implementiert haben, vor allem Großkunden. Ob sich

in Zukunft im Engineering-Bereich andere standardisierte Engineering-Automation-Schnittstellen entwickeln, hängt auch davon ab, ob und welche Standardisierungsorganisationen zusammenarbeiten. Eine Kombination aus AutomationML und OPC-UA wäre aus meiner Sicht als OPC-Präsident Europe eine sinnvolle Lösung.

Twincat ist eng mit Visual Studio von Microsoft verzahnt. Nutzen die Automatisierer überhaupt diese Entwicklungsplattform?

Twincat integriert sich in Visual Studio – man muss sich aber nicht vorstellen, dass sich nun jeder erst ein Visual Studio kaufen muss. Wer klassisch in IEC-Sprachen programmieren will, braucht überhaupt kein Visual Studio; nichts zusätzliches von Microsoft. Twincat funktioniert dann wie jedes andere, eigenständige Engineeringtool. Technisch basiert es auf der kostenlosen Microsoft Visual Studio Shell. Nur Anwender, die zusätzlich in den Hochsprachen C# und C++ programmieren wollen, benötigen ein Visual-Studio-Paket, in das sich Twincat wiederum integriert.

Das Geschäftsmodell von Microsoft bei der Visual Studio Shell hat für uns gepasst. Es ist kostenlos, wird gepflegt und bietet einen direkten Zugang zum Support und zum Source-Code. Also warum sollten wir Zeit verschwenden, eine eigene Shell zu programmieren? Als Alternative hätten wir uns auch in Eclipse →

Interview mit Stefan Hoppe, Beckhoff Automation

Bildquelle: IEE/Renate Schildheuer



einbinden können. Die Open-Source-Umgebung mit Java-Touch kommt aber ebenso aus der IT-Welt, wirft somit die gleiche Fragestellung auf: Ist die Automatisierungswelt reif für IT-Editoren? Da Beckhoff schon immer auf Microsoft-Basis arbeitet und wir sowieso auch C++ einbinden wollten, war es logisch und richtig, die Visual Studio Shell zu nutzen.



Einzelne Kunden kaufen Windows 8 bereits – aber wir empfehlen es derzeit nicht als Embedded-Variante für Serienmaschinenbauer.

Stefan Hoppe

Wie groß ist der Anteil an Beckhoff-Kunden, die Twincat als klassisches IEC-Entwicklungs-Tool nutzen, ohne die Extensions wie C++ und Matlab und Integration in Visual Studio?

Historisch ist der Anteil von C- und Matlab-Anwendern natürlich noch klein im Verhältnis zu dem Pool an IEC-Programmierern. Aus meiner Sicht bieten uns die Extensions die Möglichkeit, in ganz andere Märkte

vorzudringen. Es gibt eine riesige Masse an Programmierern, die mit irgendwelchen Tools in den kleinsten Embedded-Bereichen C++ programmieren. Ihnen fehlen gute Debug-Möglichkeiten und eine saubere Engineering-Plattform. Mit Twincat können diese Entwickler nun C-Code implementieren. Ohne zusätzlichen Aufwand lässt sich die Software anschließend im Kernelmode eines Betriebssystems unter Echtzeitbedingungen installieren, inklusive aller Debug-Monitor-Möglichkeiten. In diesem Segment punkten wir gerade.

Ihre Wettbewerber und auch Beckhoff preisen die Matlab/Simulink-Anbindung und die C++/C#-Programmierung als wichtiges Feature an – im Einsatz haben es anscheinend aber nur wenige Anwender.

Das muss man differenziert sehen: Zunächst überzeugen wir ja niemanden, bestehenden SPS-Code mit Hot-Download-Funktionalitäten gegen C-Code zu ersetzen. Aber das Interesse an Matlab ist gewaltig. Das sehen wir an den ständig ausgebuchten Seminaren zu diesen Themen, die Kunden mit unterschiedlichen Intentionen besuchen.

Es gibt Anwender, die den bestehenden SPS-Code mit ein bisschen C erweitern möchten, weil sich mathematische Formeln damit einfacher umsetzen lassen. Andere starten Projekte komplett neu in C, viele auch direkt in Matlab, da sie für die Umsetzung ihrer Innovationen komplexe mathematische Modelle si-

mulieren und komplexe Regelungsstrategien benötigen. Im Vergleich zu anderen Lösungen am Markt ist unsere Matlab-Integration deutlich einfacher und flexibler im Engineering. Ein Beispiel: Unsere Matlab-Modellierung ist Hardware-unabhängig, die resultierenden Software-Module können beliebig oft instanziiert werden. Die grafische Darstellung der Module und die Debug-Möglichkeit haben wir in unsere Twincat-Umgebung integriert – das hebt uns deutlich von anderen ab.

Bei all den Technologiepaketen und Erweiterungen – eine wesentliche Komponente fehlt: die Twincat-Visualisierung. Wieso schlägt Beckhoff darum einen Bogen?

Wir werden auch das Thema irgendwann angehen – die Visual Studio-Integration bietet dafür sicherlich eine gute Basis, die heute schon von vielen Kunden für eigene UI-Implementierungen genutzt wird. Kunden können aber auch verschiedene Scada-Hersteller wählen, die unsere ADS-Protokollschicht adaptiert haben und sich damit an unsere Steuerung andocken können – OPC, vor allem UA, bietet auch die Anbindung an Scada-Systeme. Es gibt also verschiedene Lösungswege zu einem UI.

Eine tiefe Integration, was das Engineering betrifft, ist das aber nicht.

Ein typisches Projekt besteht aus der Programmierung der Steuerungslogik und dem Design der Bedienoberfläche. Diese beiden Schritte ergeben sich immer, auch wenn wir selbst ein Visualisierungs-Paket anbieten würden. Generell steigt die Bedeutung des Designs bei einem Projekt. Aber wie gesagt: Ein eigenes UI-Paket wäre sicherlich eine sinnvolle Abrundung.

Neben dem HMI gibt es andere, spannende Puzzle-Steine, etwa die Bildverarbeitung. Gerade die Multicore-Prozessoren und C++-Anbindung erschließen interessante Optionen. Mit unserer Lösung lässt sich C-Code generieren, der direkt aus dem Kernelmode auf eine TCP-Leitung zugreift, um Kamerabilder zu empfangen und auszuwerten.

Steht die Maschinenvisualisierung nicht vor einem Evolutionssprung? Die Stichworte sind hier Multitouch und Mehrfingerbedienung.

Die Visualisierung wird in Zukunft definitiv mehr auf Usability-Aspekte abgeklopft. Künftig steht die Vereinfachung und Reduzierung der Oberflächen auf die wesentlichen Aspekte im Vordergrund. Smartphone- und Tablet-Bedienung lösen gerade ein Umdenken aus.



Mit welchen Konsequenzen?

Es wird weiterhin an Maschinen und in der Fertigungsindustrie ein Anzeigegerät oder mehrere geben, eben mit Multitouch. Ganz anders die Situation bei sehr dezentralen Kleinst-Embedded-Anlagen. Hier fällt das Display und Monitor vielleicht ganz raus. Die Bedienung wandert auf das Smartphone – entweder das eigene à la ‚Bring your own Device‘ oder auf ein vom Arbeitgeber bereitgestelltes Gerät. Solche Szenarien sehen wir in verschiedenen Ausprägungen teilweise schon heute.

Tablet, Smartphone als Bediengeräte: Das schreit förmlich nach Apps. Welche Erfahrungen haben Sie gesammelt?

Gegenfrage: Haben wir mit dem Twincat-3-Binärmodul-Ansatz nicht genau das App-Konzept umgesetzt? Zugegeben, es braucht eine Twincat Runtime. Aber das ist bei Apple, Android und Microsoft identisch. Eine App aus dem Windows-Store läuft nur auf einer Windows-Plattform und eine Apple-App eben nur auf einem Apple-Device. Theoretisch können Kunden mit Twincat 3 Module schreiben und bei Bedarf als Binär-Code an jemand anderen weitergeben, verteilen. Wir kommen hier aber in andere Fragestellungen, wie Haftung und Software-Pflege.

Bei Windows XP läuft 2014 der Support aus. Spüren Sie bei Beckhoff eine Migrationswelle?

Von heute auf morgen setzt niemand ein anderes Betriebssystem ein. Das passiert nur, wenn eine neue Maschinengeneration aufgelegt wird. Maschinen im Produktivbetrieb, die mit allen Security-Mechanismen ausgestattet sind, bei denen im Normalfall nicht monatlich Security Patches aufgespielt werden. Wenn eine Maschine, die mit Windows XP Embedded oder XP Professional ausgerüstet ist, sowieso seit einigen Jahren kein Security-Patch gesehen hat, dann ist es dem Betreiber egal, ob der Support ausläuft oder nicht – er hat ihn die letzten Jahre auch nicht genutzt.

Dem Endanwender kann es egal sein, dem Maschinenbauer nicht.

Der Maschinenbauer kündigt den Support für dieses Betriebssystem ab und entwickelt die nächste Maschinengeneration auf dem aktuellen Betriebssystem. Das passiert nicht erst jetzt, gewissermaßen 5 vor 12, sondern findet zumindest bei unseren Kunden schon seit geraumer Zeit statt. Sie profitieren davon, dass wir als Microsoft Embedded Gold Partner frühzeitig die Betriebssysteme implementieren und testen können. Das gibt

Anwendern genügend Vorlauf und Sicherheit, entsprechend zeitig auf neue Betriebssysteme zu migrieren, unabhängig vom Auslaufen des Supports.

Viele Twincat-Anwender sind bereits vor Jahren von XP Embedded auf Windows Embedded Standard 2009 umgestiegen, was Support bis zum 08.01.2019 liefert. Viele haben bei neuen Maschinen auf Windows 7 Embedded gewechselt, weil sie die höhere Flexibilität haben wollten, beispielsweise bei der Internationalisierung ihrer Images. So konnten sie Sprachpakete für Türkisch oder Chinesisch selbst einbinden, ohne dass wir das als OEM hätten machen müssen – der Extended Support für WES 7 endet am 13.10.2020.

Windows CE, Windows 7, Windows 8 plus die jeweiligen Embedded Editionen. Haben Sie bei den vielen Versionen und Derivaten noch den Überblick?

Ja, die unterschiedliche Namensgebung mit jedem Versionswechsel von CE, Windows 7 und den Embedded-Versionen verwirrt. Interessanterweise führt die Namensvielfalt dazu, dass eigentlich alle – Kunden, wir und selbst Microsoft intern – nur von CE, Embedded und dem Big Windows sprechen. Mehr Kernel gibt es eigentlich nicht und jeder weiß, was gemeint ist.

Alles andere ist Marketing?

Der Rest sind Variationen, Funktionen rausnehmen, das eine skalierbar machen, das andere nicht. Ein Beispiel: Ein Windows Embedded Standard 7E unterstützt zwar Gesten, aber kein Multitouch. Das ist Windows Embedded Standard 7P vorbehalten. Und Windows 8 Embedded heißt eben nicht mehr, was logisch wäre, Windows Embedded Standard 8. Die Microsoft-Strategien haben jetzt mit dem aktuellen Release die 8 wieder vor das Standard gezogen.

Herrscht nicht generell die Philosophie vor, nur jedes zweite Windows zu nutzen? Demnach floppt Windows 8.

Nein, wir haben konkrete Anfragen zu Windows 8, halten uns derzeit aber noch zurück, weil ein bestimmter Punkt für unsere Anwender in der Industrie suboptimal ist. Ganz konkret betrifft das den Aktivierungsmechanismus von Windows 8, der einen Verbindungsaufbau der jeweiligen Maschine mit dem Microsoft-Server verlangt – oder eben das Xcopy einer eindeutigen Datei für den IPC. Das Verfahren mag für Consumer vielleicht gar nicht schlimm sein, für das Cloning von Images für einen Serienmaschinenbauer und für den Service an der Maschine ist das schlichtweg untragbar. Das bedeutet aber nicht, dass wir uns nicht schon längst auf die neue Betriebssystem-Generation vorbereitet hätten. Twincat 3 läuft natürlich auch unter Windows 8 – wir warten nur auf eine praktikable Lösung von Microsoft. ←

*Das Interview führte
Stefan Kuppinger, Chefredakteur IEE*

infoDIREKT

788iee1113

www.all-electronics.de
Link zum Unternehmen

Applikation zur Titelstory

Beim Prototyp eines Seilroboter-basierten Hochregallagers setzen die Forscher auf eine zuverlässige und kostengünstige industrielle Steuerungsplattform: PC-Control und Twincat 3.



Bildquelle: Beckhoff

Hochregallager neu erfunden

Bei Hochregallagern mit konventionellen Regalbediengeräten ist das Verhältnis Nutzlast zur bewegten Gesamtmasse extrem schlecht. Ganz anders der von der Uni Duisburg mithilfe von Twincat 3 realisierte Prototyp. Die Forscher haben im Rahmen des BMBF-geförderten Projekts ‚Effizienz-Cluster Logistik Ruhr‘ das Missverhältnis mithilfe paralleler Seilroboter eliminiert.

In der Intralogistik bestehen automatische Regalbediengeräte (RBG) aus einer schienengebundenen Fahrereinheit, auf der eine Hubeinheit mit der eigentlichen Ein-/Auslagervorrichtung montiert ist. Damit lassen sich gezielt Güter ein- und auslagern. Bei diesem Konstruktionsprinzip kommen selbst vergleichsweise geringen Nutzlasten von 20 bis 50 kg gewaltige Massen für Fahrwerk, Mast und Hubeinheit zusammen, konkret: zwischen 1 und 2 t. Um dies zu vermeiden, ersetzen die Forscher der Universität Duisburg die komplette Fahr- und Hubeinheit durch eine Leichtbau-Plattform mit integrierter Ein-/Auslagervorrichtung. Diese Plattform wird als sogenannter paralleler Seilroboter

mit acht gespannten Seilen vor dem Hochregal bewegt. Ergebnis ist ein mechanisch einfaches und extrem leichtes System, das in verschiedensten Größen aufgebaut werden kann – ohne die bei traditionellen Hochregallagern zu beachtende, massebedingte Höhenbegrenzung.

Großes Energiespar- und Leistungspotenzial

Die enorme Massereduktion der Seilrobotertechnik von über 90 % gegenüber konventioneller Technik führt zu enormen Leistungssteigerungen bei einer wesentlich besseren Energiebilanz. Umgesetzt und erprobt wurde das Konzept an der Universität

Duisburg-Essen mit einem 6 m hohen, 12 m breiten und 1 m tiefen Prototyp. Realisiert haben ihn die beiden Lehrstühle für Mechatronik beziehungsweise für Transportsysteme und -logistik sowie der Lehrstuhl für Rechnerinsatz in der Konstruktion. Der zu bewegendende Endeffektor – die Leichtbau-Plattform mit der Ein-/Auslagereinrichtung – wiegt nur rund 80 kg, kann aber bis zu 20 kg Nutzlast aufnehmen. „Wir haben ein extrem verbessertes Masseverhältnis erreicht“, fasst Dr. Tobias Bruckmann vom Lehrstuhl für Mechatronik zusammen. Auch die Energieeinsparung kann sich sehen lassen: Eine Modellrechnung, basierend auf einem einfachen Modell und idealisierten Annahmen, hat einen um 70 % reduzierten Energieverbrauch ergeben. Hinsichtlich der erreichbaren Umschlagleistung besteht ebenfalls ein großes Optimierungspotenzial. Als Auslegungsgrundlage dienten bei Projektstart typische RBG-Werte, das heißt 6 m/s Plattform-Geschwindigkeit und 5 m/s² Beschleunigung. Dazu

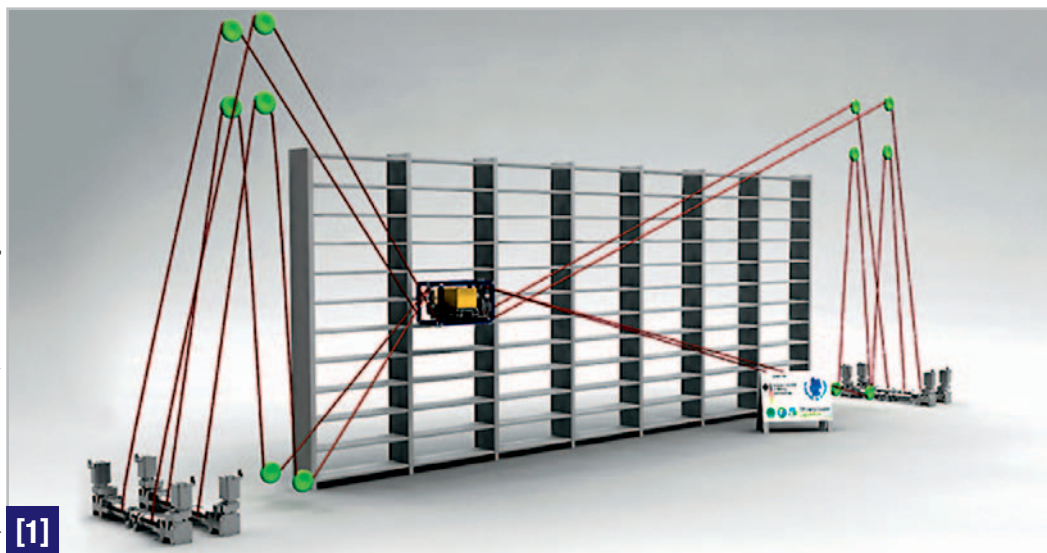
ergänzt Christian Sturm, ebenfalls vom Lehrstuhl für Mechatronik: „Um diese Werte zu erreichen, sind Windenantriebe mit lediglich 7 kW Leistung erforderlich.“ Beim Prototyp kommen aber 14-kW-Motoren zum Einsatz, die deutlich höhere Geschwindigkeiten und Beschleunigungen ermöglichen. Weiterer Grund: Da die stärkeren und damit schwereren Antriebe nicht wie beim klassischen Regalbediengerät mit transportiert werden müssen, spielt ihre Masse hinsichtlich der Dynamik des Systems keine Rolle.

Standard-Steuerungstechnik in der Forschung

Um das System stets sicher betreiben zu können, muss das Steuerungssystem höchste Ansprüche erfüllen: Acht Servoantriebe sind synchron anzusteuern sowie zeitgleich Kraftsensoren und Winkelencoder für alle acht Seile auszulesen. Diese Messwerte bilden die Grundlage für eine modellbasierte Regelung, die →

[1] Die Leichtbau-Plattform mit der Ein-/Auslagereinrichtung wird über acht Seilwinden bewegt und positioniert.

[2] Die Benutzeroberfläche des Seilroboters wurde komplett mit Twincat 3 erstellt.



[1]

GUI_ECLR - x

Machine Operational

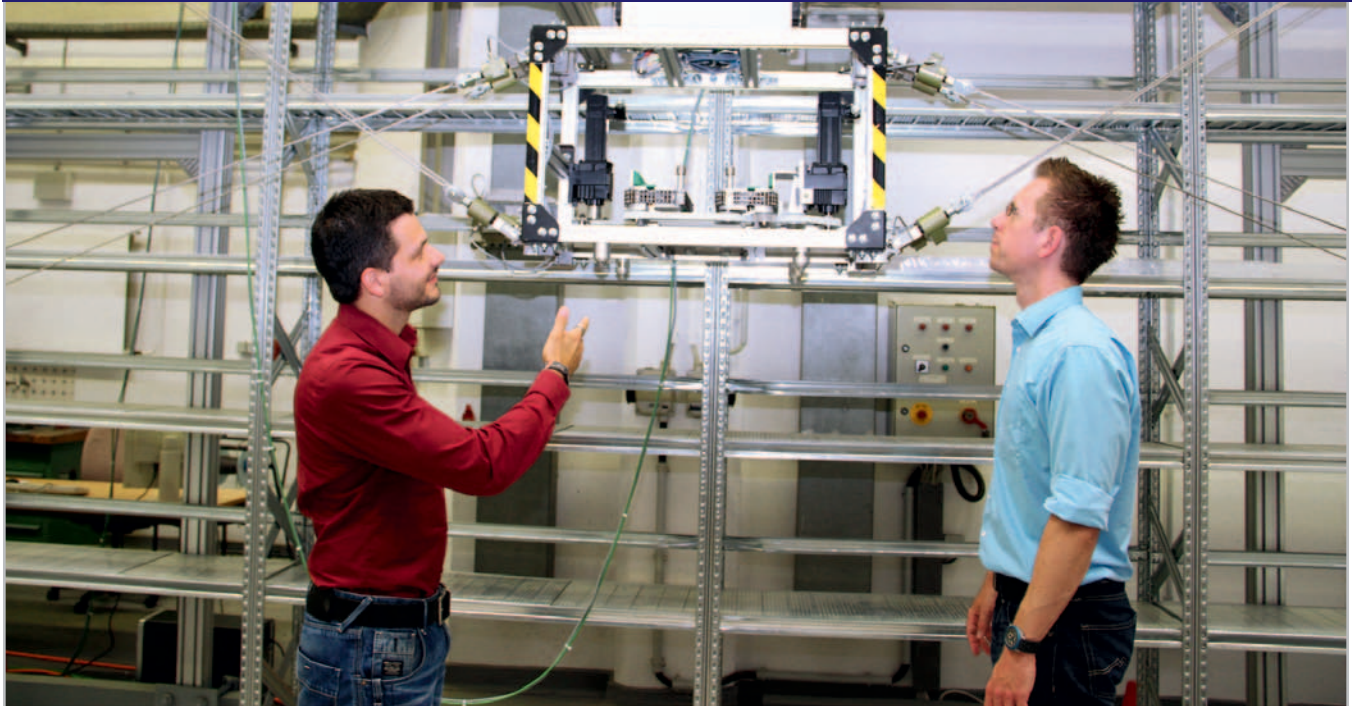
set minimum wire force [N] minimum wire force: 100.0 N
set maximum wire force [N] maximum wire force: 2000.0 N
set wire force safety limit [N] wire force safety limit: 1500.0 N

24V main	brake resistor supply 1	hardware emergency stop
24V steering cabinet	brake resistor supply 2	hardware emergency stop delayed
24V EtherCAT	24V standby block 1	software emergency stop
24V brakes	24V standby block 2	software emergency stop delayed
24V brakes block 1	main gate engaged block 1	
24V brakes block 2	main gate engaged block 2	

cabinet operational	power supply 10V operational	failure cabinet	failure power supply 10V	motor emergency stop active	motor brake closed
ethercat master operational	end effector at home position	failure ethercat master	failure machine prestate	motor torque limit	wire force limit exceed
analog input operational	winches referenced	failure analog input	failure brakeresistor supply 1	motor disfunction	wire broken
force sensors operational	end effector attached to wires	failure force sensor	failure brakeresistor supply 2	motor failure without lock	wire force calculation failure
motors operational	motor torque controll mode	failure motor	end effector locked	motor temperature warning	N.C.
N.C.	motor position controll mode				
N.C.	motor referencing mode				

current motor torque	current wire force	desired wire force	current winch angle	desired winch angle	winch angular velocity
motor 1: 4.9 Nm	wire 1: 294.0 N	wire 1: 111.6 N	winch 1: 3.6 °	winch 1: 3.6 °	winch 1: 0.00 1/s
motor 2: 3.2 Nm	wire 2: 285.0 N	wire 2: 100.0 N	winch 2: 3.2 °	winch 2: 3.2 °	winch 2: 0.00 1/s
motor 3: 4.2 Nm	wire 3: 307.0 N	wire 3: 250.8 N	winch 3: 7.7 °	winch 3: 7.7 °	winch 3: 0.00 1/s

[2]

Applikation zur Titelstory

Bildquelle: Beckhoff

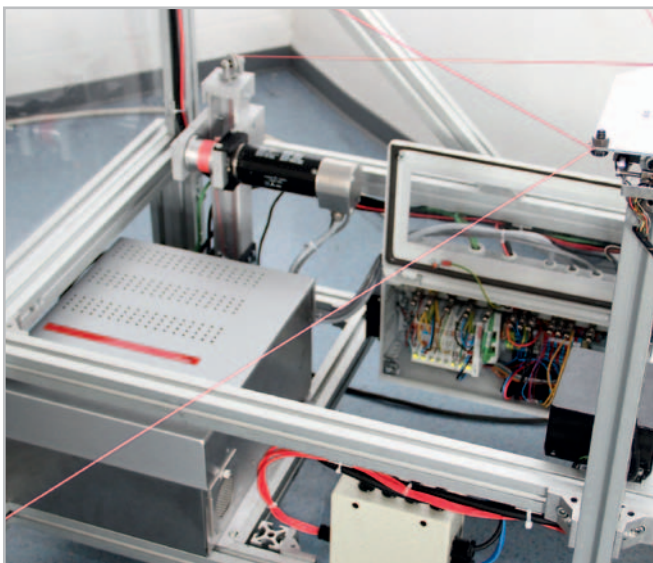
[3] Dr. Tobias Bruckmann (rechts) und Christian Sturm sehen zwei große Stärken bei Twincat 3: Matlab/Simulink-Modelle laufen auf einer leistungsfähigen und auch für ausgedehnte Anlagen geeigneten Hardware, die sich flexibel mit Standard-Komponenten erweitern lässt.

wiederum eine leistungsfähige Echtzeitplattform verlangt. Hierzu Dr. Tobias Bruckmann: „Da wir die Regelung in Matlab/Simulink implementiert haben, stellte die Automatisierungssuite Twincat 3 von Beckhoff für unsere Forschungsgruppe eine ideale, leistungsfähige und erschwingliche Lösung dar. Statt prototypischer Regelsysteme für den akademischen Einsatz konnten wir bewährte Standard-Komponenten nutzen.“

Der Schaltschrank-PC C6640 liefert reichlich Rechenleistung für die gesamte Steuerungstechnik. Er kommuniziert per Ethercat

mit Sensoren, Antrieben und den Komponenten der Leichtbau-Plattform, darunter die Ein-Auslagervorrichtung und der Laserscanner zur Feinpositionierung. Da der Seilroboter-Betrieb zuverlässige Messungen der Seilkräfte erfordert, nutzen die Forscher analoge Eingangsklemme vom Typ EL3356-0010 mit XFC-Technik (eXtreme Fast Control). Die darüber erfassten Daten der Kraftmessdosen bilden die Grundlage für eine präzise und möglichst schwingungsfreie Bewegung des Effektors. Die gemessenen Seilspannungen verarbeiten die in Matlab/Simulink implementierten Regelalgorithmen zu Stellsignalen für die einzelnen Antriebsachsen. „Dabei haben wir insbesondere von der XFC-Funktionalität des Oversampling profitiert“, erläutert Christian Sturm. Mit ihrem zehnfachen Oversampling liefern die Klemmen bezogen auf den Regeltakt von derzeit 1 ms deutlich geglättete Signale, die ohne weiteres Preprocessing in den Reglern verarbeitet werden konnten. Weiterhin sind Parametrierung und Anschluss einfach und die Klemmen als Standard-Komponenten zudem kostengünstig.

Ein entscheidender Vorteil des Steuerungssystems ist dessen Industrietauglichkeit, die es den Ingenieuren erlaubt weiter am eigentlichen Forschungsschwerpunkt – den Regelalgorithmen – zu arbeiten. „Anstatt dezentraler Regler für Antriebe und Plattform benötigen wir nur einen zentralen Echtzeit-PC mit breitem Datenbus“, bestätigt Bruckmann. Dabei spielt es keine Rolle, ob Messwerte nur 1 m entfernt sind oder über 20 m bis zur Steuerungseinheit zu übertragen sind. Bei früheren Prototypen waren gerade die Datenerfassung und die Motoransteuerung über große Distanzen ziemlich aufwendig. „Wir waren überrascht, wie einfach die Inbetriebnahme bei unserem großen Prototyp war“, so Bruckmann. Und ein weiterer Faktor kommt hinzu: Die Beckhoff-Technik bietet auch im Hinblick auf die Serienfertigung, ei-



Bildquelle: Beckhoff


[4] Auch das kleinere Labormodell, welches das Prinzip des Seilroboters für das Handling im dreidimensionalen Raum nutzt, ist mit einer PC-basierten Steuerung ausgerüstet.

nen großen Vorteil. Einerseits können die Forscher ihre gewohnte Matlab/Simulink-Welt nutzen, andererseits stehen dem Automatisierer seine IEC-61131-3-Sprachen uneingeschränkt zur Verfügung. „Dank dieser Durchgängigkeit muss im späteren Praxisbetrieb beispielsweise für das Ergänzen der Sicherheitsfunktionen kein zweites Steuerungssystem eingebunden werden“, erklärt Bruckmann.

Mittler zwischen Forschung und Fertigung

Als Meilenstein sehen die Forscher die einfache Kopplung von Matlab/Simulink mit Twincat 3 an. Erst damit konnten sie aus ihrem wissenschaftlichen Arbeitsfeld heraus ein industrietaugliches System verwenden. Zudem ließ sich damit die ganze Hardware-Ebene einfach strukturieren und modular aufbauen. Alle am Ethercat-System angeschlossenen Komponenten sind als Hardware-Abbild in Twincat 3 dargestellt, sodass sie sich ohne großen Aufwand über die Kommunikation mit dem Software-Modul zur Steuerung koppeln lassen. Außerdem kann das System einfach und kostengünstig mit weiteren I/O-Modulen ausgebaut werden. „Verglichen mit unseren herkömmlichen Systemen zu einem Bruchteil der Kosten“, betont Sturm.

Potenzial für künftige Weiterentwicklungen bietet Twincat 3 ebenfalls. Beispielsweise ist die Unterstützung der Multicore-

Technologie insbesondere im Hinblick auf die industrielle Anwendung von Bedeutung. Damit lassen sich Aufgaben wie die Lagerverwaltung und die Sicherheitskonzeption bei Bedarf auf eigene Prozesskerne auslagern. Hinzu kommt die Offenheit durch die Einbindung in Visual Studio, was aus Sicht von Bruckmann seinen Reiz hat. Gerade in Forschung und Entwicklung nutzen Anwender gerne die neue Programmier technik, um ein komplettes Projekt von der Echtzeitprogrammierung bis hin zur Visualisierung zu erstellen. Als nächster Schritt steht beim Projekt Seilroboter die Integration in C/C++-geschriebene Softwareblöcke an. Auf diese Weise könnten andere Hardware-Schnittstellen – beispielsweise ein Kamerasystem – implementiert werden. (sk) 

Autor

Stefan Ziegler,
Marketing Communications bei der Beckhoff Automation GmbH in Verl.

infoDIREKT

751ee1113

www.all-electronics.de

[Link zum Forschungsprojekt Seilroboter](#)

[Link zur Steuerungsplattform Twincat 3](#)