



Die zentrale Steuerungstechnik in der diskreten Fertigung ist in Zeiten der digitalen Transformation massiven Veränderungen unterworfen. Die Leittechnik droht, durch die stetige Auflösung der Automatisierungspyramide mittels verteilter Intelligenz in vernetzten Maschinen ihre exponierte Stellung in der Anlagenhierarchie zu verlieren. Im atp-Interview macht Hans Beckhoff, geschäftsführender Inhaber der Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, deutlich, dass zentrale Steuerungssysteme auch in Zukunft das Mittel der Wahl bleiben.

Herr Beckhoff, laut Moore's Gesetz verdoppelt sich die verfügbare Rechenleistung alle zwei Jahre. Als weltweiter Anbieter von Industrie- und Embedded-PCs können Sie mit immer leistungsfähigeren Chips stetig komplexer werdende Funktionen ermöglichen. Welchen Anteil hat Moore's Law an Ihrem Erfolg?

Wir profitieren natürlich immens von Moore's Gesetz. Allein aufgrund der durch die Miniaturisierung gesteigerten Rechenleistung sind viele Anwendungen erst möglich geworden. Wir sind sicher, dass Moore's Law noch einige Jahre gelten wird. Die Entwicklung bleibt auch darüber hinaus nicht stehen. Das zeigen Diskussionen um das Prinzip „More than Moore“. Dabei wird nicht nur die kleinste Strukturbreite im Chip noch weiter reduziert, was irgendwann nicht mehr rentabel ist, sondern zum Beispiel zusätzlich mittels 3D-Stacking von Chips die gleiche Leistungssteigerung generiert. Das folgt dann allerdings physikalisch nicht mehr wirklich dem ursprünglich von Moore erdachten Konzept. Weiterhin zieht die Steuerungstechnik unmittelbaren Nutzen aus der Multi-Core (Mehrkern)- und vor allem der Many-Core (Vielfachkern)-Technologie.

Welchen Nutzen meinen Sie genau?

Nur mit Hilfe der Many-Core-Technologie konnten wir unsere Many-Core-Rechner, wie zum Beispiel unsere SPS mit 36 Rechenkernen, überhaupt erst entwickeln. Die 36 Prozessorkerne der Steuerung arbeiten dabei parallel und können auch einzeln noch einmal eine Vielzahl an Tasks rechnen. Das hilft uns enorm, da sich Steuerungsvorgänge sehr gut parallelisieren sowie auf mehrere

Tasks und Prozessorkerne verteilen lassen. Die immer größer werdende Rechenleistung ist dabei ein enormer Hebel für die Anlagenoptimierung.

Da die Prozesse, eben weil sie dann immer noch schneller durchgeführt werden können, weitere Effizienzgewinne ermöglichen?

Richtig. Nur so wird die Industrie überhaupt erst in die Lage versetzt, Zykluszeiten der Maschinensteuerung von etwa einer Millisekunde bis hin zu hundert Mikrosekunden zu reduzieren. Allein das kann unseren Berechnungen zufolge zwei bis zehn Prozent mehr Produktivität bringen, also einen recht großen Fortschritt. Die Maschinen arbeiten dadurch ökonomisch rentabler und gleichzeitig ökologisch vorteilhafter; der ökologische Footprint der Maschine wird reduziert! Aber auch die Anzahl der komplizierten Bewegungen kann erhöht werden und der Einsatz wissenschaftlicher Algorithmen zur Maschinensteuerung wird einfacher möglich.

Zum Beispiel hochpräzise robotergestützte Montageprozesse?

Ja, das ist ein gutes Beispiel. Aber auch einfach die schiere Menge der steuerbaren Bewegungen wird größer. Unsere Kunden realisieren Maschinen mit vielen Servoachsen. 50, 100 oder 150 Achsen schrecken uns und unsere Anwender nicht. Und viele dieser Achsen müssen zueinander synchronisiert oder interpoliert werden. Der zentrale Steuerungsansatz erlaubt, alle Bewegungen mit einem zentral gerechneten mathematischen Modell optimal



*Um komplexe Aufgabenstellungen und Funktionen zu automatisieren, ist für Hans Beckhoff dezentrale Intelligenz nicht das erste Mittel der Wahl.
Alle Abbildungen: © Beckhoff Automation GmbH & Co. KG*

zu erzeugen. In Kombination mit Künstlicher Intelligenz könnte hier sogar eine selbstoptimierende Maschine Realität werden, die durch die eigenen Prozessabläufe lernt und eben nicht durch algorithmische Programmierung.

Gibt es weitere Bereiche, in denen steigende Rechenleistung zu ähnlichen technologischen Quantensprüngen verhilft?

Die Möglichkeiten sind fast grenzenlos. Im Motorenbereich beispielsweise werden wir neben den bereits etablierten Standard-Linear- und Rotationsmotoren weitere Antriebs- und Bewegungsformen erschließen können. Gegenstände könnten in der Fabrik der Zukunft durch

magnetische Wanderfelder im dreidimensionalen Raum transportiert werden. Wir denken, dass viele Bewegungen an der Maschine wohl nicht mehr kompliziert mechanisch über Getriebe oder Spindeln erzeugt werden, sondern rein elektrodynamisch.

Werden diese Maschinen aus der Cloud gesteuert werden oder bleibt die Intelligenz in der Leitechnik-Ebene?

Maschinen mit hohen Motion-Anteilen werden in der nächsten Zeit nicht direkt aus der Cloud gesteuert werden. Hierfür reicht aktuell die erreichbare Reaktionszeit nicht aus. Tatsächlich bieten wir natürlich mit TwinCAT bereits cloudbasierte Steuerungen an und erreichen

Standard-Reaktionszeiten von 30 Millisekunden mit Ausreißern von bis zu 500 Millisekunden. Für eine Gebäudesteuerung reicht das schon. Die „PLC on demand“ ist also heute schon Wirklichkeit, aber eben nicht für eine schnelle Maschinensteuerung. Prinzipiell kann man die meisten PLC-Programme in Macro- und Micro-Ablaufbestandteile zerlegen. Mit einer geeigneten Schnittstelle zwischen den Funktionsebenen kann man auch eine räumliche Trennung herbeiführen und so den Macroanteil in der Cloud oder auf einem Server laufen lassen. Gemeinsam mit SAP haben wir das schon auf verschiedenen Messen gezeigt. Letztendlich geht es dabei allerdings um die grundsätzliche Frage, ob die gesamte Ablauf-Logik der Maschine überhaupt ins ERP-System verlagert werden soll. Das halte ich aktuell für weniger wahrscheinlich.

Inwiefern?

Weil es bei der performanten Umsetzung wieder auf die Reaktionszeit ankommt, die direkt mit der Rechenleistung zusammenhängt. Die Mikrobefehle oder Subkommandos müssen mit Reaktionszeiten im Bereich von Millisekunden bereitstehen, da sonst die Maschine zu langsam wird. Vor allem aber muss der Anbieter des ERP-Systems über Fachpersonal verfügen, das diesen Anlagentyp wirklich genau kennt und optimieren kann. ERP-Programmierer müssen PLC-ähnlich programmieren und die Maschine tief verstehen. Diese Fachkräfte gibt es zurzeit nicht.

Würde dezentrale Intelligenz, die einzelne Funktionen einfach kapselt, hier weiterhelfen?

Aus meiner Sicht nicht. Die Orchestrierung von vielen dezentralen Intelligenzen, die diese komplexen Funktionen steuern, erzeugt einen großen Overhead, der nicht wirklich nutzbringend ist. Meiner Meinung nach wird es immer relativ „dumme“ Stellantriebe und Aktoren geben müssen, die äußerst präzise das tun, was ihnen von der Steuerung vorgegeben wird.

Auch äußerst komplexe Maschinen wie beispielsweise Roboter oder Cobots?

Gerade bei Robotern und Cobots ergibt dezentrale Intelligenz keinen Sinn. Der Roboter selbst wird immer einen eigenen Zentralrechner besitzen, weil die Roboterachsen fein abgestimmt zueinander bewegt werden müssen. Diese korrelierenden Bewegungen werden am Besten in einem mathematischen Modell gerechnet, also auf einer CPU und damit zentral! Die „dumme“ Achse des Roboters muss dann einfach das tun, was das Modell vorhersagt. Im Übrigen führt die Nutzung „dummer“ Aktoren und Sensoren auch zu einer einfachen Austauschbarkeit und Interoperabilität von Feldgeräten

verschiedener Hersteller, ein Aspekt, der dem Anwender sehr nutzt.

In welchen Anwendungsfällen ist eine verteilte Intelligenz denn sinnvoll?

Bestimmte Maschinentypen eignen sich gut für verteilte Intelligenzkonzepte. Große Montagelinien mit einer segmentierten Anlagenstruktur sind ein schönes Beispiel. Aber auch hier ist es so, dass das Maschinensegment in sich wiederum zentral gesteuert wird. Im Bereich des Anlagenbaus werden Maschinenteile verschiedener Hersteller integriert, die jeweils über eine eigene Steuerung verfügen und eine übergeordnete Steuerung stellt dann die komplette Anlagenfunktion sicher. Wenn man möchte kann man auch eine solche Anordnung als dezentrale Steuerungstechnik auffassen. Wenn es jedoch um komplexe Bewegungsabläufe geht, ist verteilte Intelligenz hinderlich. Sie verursacht mehr Probleme, als sie löst. Den besten Beweis dafür liefert die Natur.

Wie meinen Sie das?

Welche Form der Steuerungstechnik hat sich denn im Laufe der Evolution durchgesetzt? Säugetiere, also auch der Mensch, verfügen über ein zentrales Nervensystem, das von den Finger- und Zehenspitzen bis ins Gehirn verdrahtet ist. Natürlich gibt es auch autonome Funktionen, wie beispielsweise den Herzschlag. Diese vegetativen Funktionen sind allerdings wenig komplex und werden im Körper dezentral realisiert. Um aber das Überleben zu sichern, wurde das Säugetier, als ein sehr leistungsfähiges Ergebnis der Evolution, im Laufe seiner Entwicklung dann quasi mit einem an einer Stelle gebündelten Prozessabbild und einer großen CPU ausgestattet.

Sie sprechen vom Gehirn?

Fast. Zunächst wird das gesamte Prozessabbild über den Spinalkanal an den Hirnstamm übermittelt. Diese Signale kommen in einer relativ rohen Fassung an und werden durch eine Art Sensor-Fusion zusammengefasst. Erst das ermöglicht es dem Gehirn, die Daten zu verarbeiten. Diese Zentraleinheit ist dann wieder modular aufgebaut, wenn Sie zum Beispiel an das Hören, Riechen und Sehen denken. Die Informationen all dieser Module werden allerdings an einer zentralen Stelle zur Verfügung gestellt, damit alle Teilbereiche des Gehirns darauf zugreifen können. Nur so kann der Mensch bestmöglich zum Beispiel sein Gleichgewicht halten oder sich koordiniert bewegen.

Ein natürliches Plädoyer gegen die Schwarmintelligenz und für zentrale Steuerungssysteme?

Ich bin tatsächlich kein großer Anhänger der Schwarm-

„Die Revolution findet nicht an einem Tag, in einem Monat oder einem Jahr statt. Industrie 4.0 ist eher eine beschleunigte Evolution.“

intelligenz, weil ich glaube, dass selbstständig agierende und holone Agenten nicht der Schlüssel sind. Meiner Meinung nach ist das kein effektiver Weg, um komplexe Aufgabenstellungen und Funktionen zu automatisieren. Wenn viele korrelierte Variablen vorliegen, sollte man immer mit einer zentralen Intelligenz arbeiten. Genau das tun leistungsfähige Steuerungssysteme, die in der Lage sind, einen optimierten und effektiven Prozess zu steuern.

Ihr Unternehmen ist für viele evolutionäre, aber auch revolutionäre Produktentwicklungen bekannt. Wie wird dies vom Markt aufgenommen?

Generell ist es so, dass die Zeitkonstanten auch im Bereich der diskreten Automatisierungstechnik im Allgemeinen nicht so kurz sind, wie man vermuten könnte. Echte disruptive Technologien brauchen durchaus fünf bis zehn Jahre bevor sie sich am Markt im Volumen bemerkbar machen. Im Gegensatz zu schnelleren Industrien, wie beispielsweise der IT oder Consumer Electronics dauert es einfach sehr lange, bevor ein Maschinenbauer zum Beispiel sein komplettes Steuerungskonzept umgestellt oder Baureihen um eine Eigenschaft ergänzt hat. Diese Zeitskalen muss man verstanden haben, um den Einfluss von Innovationen auf den Markt einschätzen zu können. Sogar die Digitalisierung muss sich diesem Zeitschema unterwerfen.

Ist die digitale Transformation in Form von Industrie 4.0 dann überhaupt eine Revolution?

Wenn Sie in etwas größeren Zeitskalen denken und das jetzige mit vorhergehenden und nachfolgenden Jahrzehnten vergleichen, würde ich schon sagen, dass wir

uns mitten in einer Revolution befinden. Auch wenn der Begriff meiner Meinung nach nicht zu 100 Prozent passt.

Warum nicht?

Die Frage ist doch eigentlich: Was ist eine Revolution und welcher Zeitraum gehört dazu? Wenn seit vielen Jahren im Volk Unruhe herrscht und irgendwann der Tag kommt, an dem im übertragenden Sinn die Bastille gestürmt wird, dann kann der Zeitpunkt der Revolution exakt bestimmt werden.

Auf die Industrie übertragen, sind alle bisherigen Revolutionen allerdings immer über viele Jahrzehnte hinweg geschehen.

Was auch mit Industrie 4.0 nicht anders sein wird. Die Revolution, in der wir gerade mittendrin stecken, findet nicht an einem Tag, in einem Monat oder einem Jahr statt. Ich betrachte die vierte industrielle Revolution daher eher als eine beschleunigte Evolution.

Wie werden Ingenieure in einigen Jahrzehnten dann auf das Jahr 2018 zurückblicken?

Wenn technische Historiker irgendwann zurückblicken, werden sie diese Zeit vermutlich als Beginn der Vernetzung der Maschinen bezeichnen, auch die Zeit, in der eine universelle Maschinensprache entwickelt wurde. Vielleicht wird dieser Zeitpunkt rückblickend dann als Beginn des Zeitalters betrachtet, in dem Maschinen anfangen selbstständig miteinander zu reden. Auch die Menschen haben mit der Erfindung der Sprache einen sehr großen evolutionären Sprung gemacht. Mal sehen, was die Maschinen daraus machen.

ZUR PERSON

Hans Beckhoff

ist geschäftsführender Inhaber der Beckhoff Automation GmbH & Co. KG. Er begann seine akademische Laufbahn 1972 an der Technischen Universität Berlin und erwarb 1980 an der Universität Münster sein Diplom in Kernphysik. Unmittelbar nach Abschluss seines Studiums gründete er Beckhoff Automation. Seitdem nahm das Unternehmen eine rasante Entwicklung und wuchs stetig. Für 2018 erwartet Beckhoff einen weltweiten Umsatz von über 900 Millionen Euro, der von 4200 Mitarbeitern erwirtschaftet wurde. Mit 37 Tochterunternehmen und weltweiten Vertriebspartnern ist das Unternehmen in 75 Ländern vertreten.