

# Der **kürzere** Weg zum **mechatronischen** System

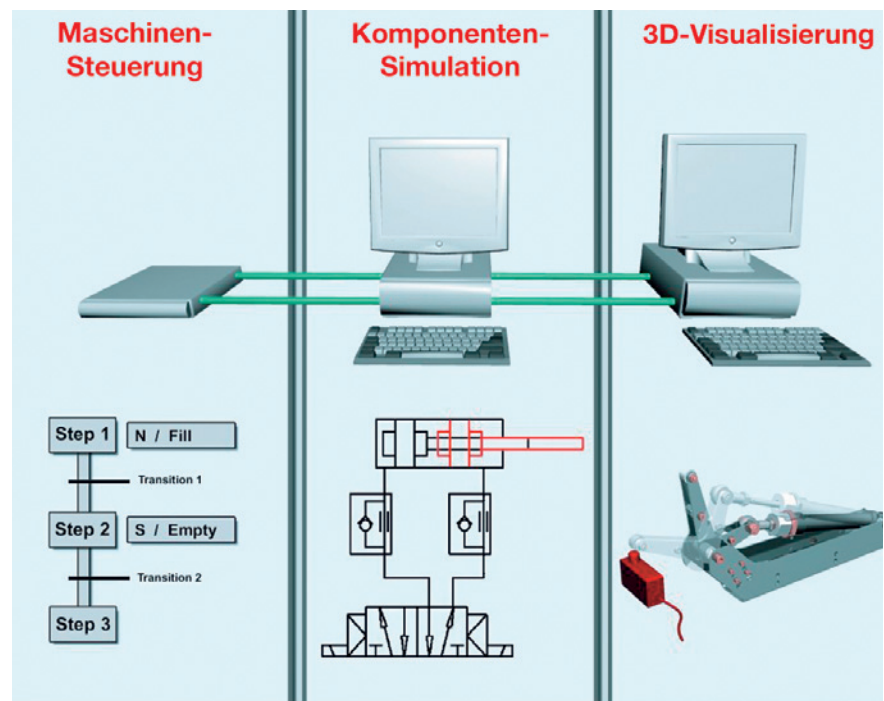
**Entwicklungsbeschleuniger EVA.** Konstrukteure verstehen die Entwicklung mechatronischer Systeme meist als sequenzielles Vorgehen: zuerst das mechanische Konzept, dann der Entwurf in CAD. Forscher der ETH Zürich realisieren eine interdisziplinäre, parallele Methode, genannt ›Early Virtual mAchine‹ (EVA), welche die Steuerungstechnik in die Konzeptphase einbeziehen kann.

ELSBETH HEINZELMANN

■ Als 1801 die erste Spinnmaschine in die Schweiz gelangte – die ›Mule-Jenny‹ des britischen Erfinders Samuel Crompton – konnte sie 20 bis 30 Fäden gleichzeitig drehen und schon Garne verschiedenster Qualität produzieren. Damals hatte die Schweiz als eines der am frühesten industrialisierten Länder die Nase vorn. Heute jedoch bläst den Textilmaschinenherstellern ein steifer Wind ins Gesicht: Überkapazitäten bewirken einen Verdrängungswettbewerb, der die Kosten unter Druck setzt. Eine Möglichkeit, Kosten einzusparen, besteht darin, den Entwicklungsprozess zu verkürzen und Fehler besser in den Griff zu bekommen.

## Interdisziplinäre Synchronisation im Entwurf

Dieses Problems nahmen sich Forscher am Zentrum für Produkt-Entwicklung (ZPE) der ETH Zürich an. Noch gehen Konstrukteure in der Entwicklung me-



**1 Konzept einer virtuellen Maschine mittels Verknüpfung der drei Bereiche Steuerung / Simulation / Visualisierung** (Bild: ETHZ/ZPE)

chatronischer Systeme meist sequenziell vor: Zuerst nehmen sie das mechanische Konzept in die Hand, erst dann den Entwurf in CAD. Die Ablauflogik der SPS – der Speicherprogrammierbaren Steuerung – ist ihnen beim Konzipieren bewusst, doch meist nehmen sie die Steuerungstechnik erst nach dem Konstruktionsentwurf in Angriff.

Dies führt zu langen Entwicklungszeiten und verhindert, das Potenzial der Steuerungstechnik in der Konzeptphase zu nutzen. Bleiben steuerungstechnische Fehler in dieser Etappe unentdeckt, kann es später zu kostspieligen Konstruktions-

änderungen kommen. Ein Mangel ist auch die fehlende Synchronisation während des Entwurfs. Die ZPE-Wissenschaftler wollten deshalb mit einem interdisziplinären, parallelen Vorgehen die Steuerungstechnik schon in die Konzeptphase einbinden. Zwar können die jeweiligen Fachleute – wie der mit CAD arbeitende Konstrukteur – den Entwurf erstellen. Weil aber der Prozess mit der Steuerungstechnik parallelisiert und synchronisiert ist, kann die jeweils andere Disziplin jederzeit auf relevante Daten zugreifen. Basis dafür ist die am ZPE entwickelte Beschreibungssprache, in der beide Disziplinen das

## FAZIT

### Effektiver dank ViMa und EVA

Das frühe Einbeziehen der Steuerungstechnik in den Entwicklungsprozess mechatronischer Systeme liegt im Trend. Die Projekte ›ViMa‹ und ›EVA‹ der ETH Zürich zeigen Maschinenbau-Unternehmen, wie sie komplexe Mechatronik-Entwicklungen zügig und Kosten sparend zum Ziel führen können.

mechatronische Konzept darstellen können. Noch immer erfolgt der Entwurf mit fachspezifischer Software wie CAD oder SPS-Programmierungsumgebung, neu ist die interdisziplinäre Synchronisation im Entwurf.

### Die Virtuelle Maschine als Grundlage

Um ihr Konzept ›Early Virtual mAchine‹ (EVA) auf Herz und Nieren zu prüfen, planten die ETH-Forscher, dieses am En-

de der Entwurfsphase an die virtuelle Inbetriebnahme durch die ›Virtuelle Maschine‹ (ViMa, Bild 1) anzukoppeln. Dabei handelt es sich um eine reale Maschinensteuerung, die bidirektional mit einer Maschinensimulation verknüpft ist. Sie >

## INFO

### Entwickeln am Atem der Industrie

Um die Probleme der Maschinenhersteller nachhaltig zu lösen, kooperieren die ETHZ-Forscher in den Projekten ViMa und EVA eng mit Anbietern und Betreuern von Tools für Konstruktion und Steuerungstechnik. Unterstützung bietet die KTI, die Schweizer Förderagentur für Innovation, indem sie den Forschungsaufwand mitfinanziert. Mit von der Partie sind die Brütsch Elektronik AG, erfahren im Einsatz von Werkzeugen der Steuerungstechnik, sowie die Intelliact AG, erfolgreich in Evaluation, Einführung und Betreuung von CAx/PDM-Technologien für die Konstruktion. Auf der Anwenderseite partizipierten die Firma Gritec, die Maschinen im Auftrag konstruiert und Steuerungen extern implementiert, sowie die Rieter Textile Systems AG, die in der Schweiz rund 1200 Mitarbeiter zählt. Sie ist führender Anbieter von Anlagen zur Herstellung von Garnen aus Baumwolle und synthetischen Fasern, hat auch die Nase vorn bei Maschinen und Systemen für die Produktion und Veredelung synthetischer Endlosgarne, wie sie in technischen Bereichen, der Teppichherstellung, multifunktionalen Bekleidungstextilien und der Elektroindustrie Anwendung finden.

Im Sommer 2005 konnte die ZPE-Crew ihren industriellen Partnern den ersten Prototypen ihrer Software vorstellen, die auf einem C#-Add-on zu ›MS Vision‹ basiert. Hauptvorteile sind für die Industrie die Office-Anbindung und MS-Look-and-feel. Zwar hat das EVA-Projekt erst Halbzeit, doch für die Industriepartner haben sich die Erwartungen bis jetzt erfüllt, wie das Beispiel Rieter zeigt: »Die Innovation besteht darin, dass nun Mechanik und Elektronik gemeinsam ein Produkt konzipieren. Das bedeutet, dass für eine bestimmte Anforderung die beste Lösung gesucht wird und anschließend beide Disziplinen darauf fachspezifisch aufbauen können«, erklärt Erwin Pfister, Leiter Standardisierung bei Rieter. Da damit Fehler schon früh im Entwicklungsprozess

erkennbar sind oder sich ganz vermeiden lassen, reduziert sich die Entwicklungszeit; es resultieren konsistente Daten im interdisziplinären Team. EVA erlaubt das strukturierte und interdisziplinäre Erfassen, Verwalten und Nutzen der Daten von der Konzeptphase über den Entwurf bis zur virtuellen Inbetriebnahme. »Der optimierte interdisziplinäre Entwicklungsprozess erschließt Innovationen und minimiert Reibungsverluste zwischen Steuerungstechnik und Konstruktion. Der strukturierte Entwicklungsprozess erlaubt größere Marktnähe, da die Kundenbedürfnisse gezielt ins interdisziplinäre Konzept einfließen können«, urteilt der Standardisierungsfachmann, der die Kooperation mit der ETHZ als sehr anregend wertet. »Wir konnten von den Ideen des ZPE-Teams einiges direkt umsetzen oder als Input für andere laufende Projekte verwenden. Die visionären Ansätze der Studierenden gepaart mit der Erfahrung der Industrie führen zu fortschrittlichen Lösungen, die helfen, uns in den globalen Märkten gegen Low-Cost-Länder zu behaupten.«

**universal debug engine®** for 16/32 Bit Microcontroller

**On Top Solutions for System Development**

C16x ▪ ST10  
XC16x ▪ SDA6000  
TriCore ▪ ARM7/9 and more

Diagram components: CASE Tool, Configuration Management, C/C++ Compiler, Third Party Tools, Universal Debug Engine®, Access Device, COM Interface, RealTime Trace, JTAG, Target Monitor (Bootstrap, CAN, ASCx, 3Pin), RealTime Kernel, Evaluation Boards – Custom Specific Hardware.

Additional features: TC1796 Support, MemTool FLASH, ARM9 support.

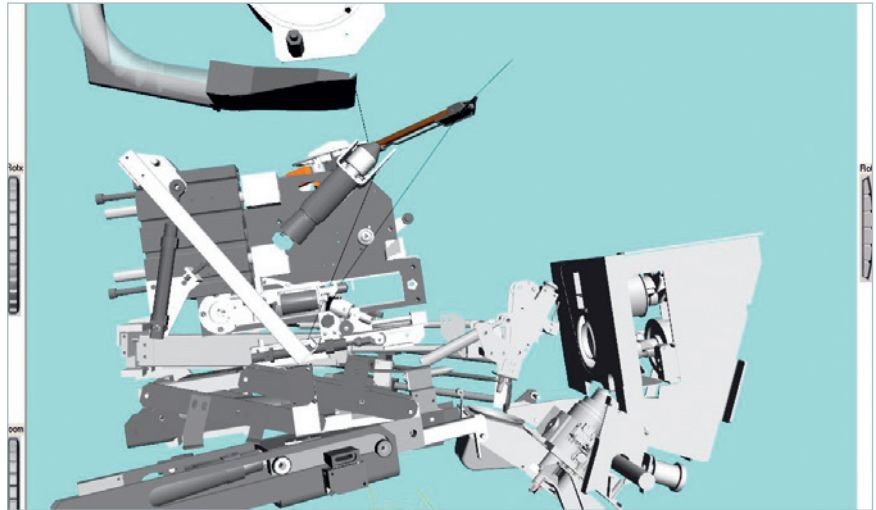
Please contact us for more information.  
**info@pls-mc.com**  
**www.pls-mc.com**

**pls Development Tools**  
50 Airport Parkway,  
San Jose, CA 95110-1011, USA  
Phone: (408) 451-8408  
Fax: (408) 437-7777  
Toll Free: 1-877-77DEBUD

pls Programmierbare  
Logik & Systeme GmbH  
Technologiepark  
D-02991 Lauta, Germany  
Phone: +49 (35722) 384-0  
Fax: +49 (35722) 384-69

› ist ihrerseits mit einer 3D-Visualisierung der Maschine verbunden. So lässt sich der mechatronische Entwurf vor Anlaufen der Produktion prüfen. »Ein wesentlicher Vorteil, treten doch Inkonsistenzen erst im Moment der realen Inbetriebnahme auf«, erklärt Jens Bathelt, wissenschaftlicher Mitarbeiter am ZPE und Leiter des Projekts EVA. »Die 3D-Visualisierung erlaubt, Kollisionen oder Unbeständigkeiten rechtzeitig zu erkennen und der Simulation oder Steuerung mitzuteilen.«

Das ViMa-Konzept entstand in einem Vorläuferprojekt, um Maschinen mit realer Steuerung am Ende eines Entwicklungsprozesses – basierend auf rein digitaler Information – in Betrieb zu nehmen. Dazu mussten zwei der drei hauptsächlichen Elemente eines mechatronischen Systems – Software und Mechanik – abgebildet und miteinander verbunden werden. Die ETH-Forscher verknüpften die reale Maschinensteuerung über eine Feldbus-



**2 Simulation des Anspinnvorgangs einer Rotorspinnmaschine mit Darstellung des Fadenverlaufs. Die Maschinenverkleidung ist ebenfalls eingblendet, und man sieht, wie die einzelnen Mechanismen agieren** (Bild: ETHZ/ZPE)

Schnittstelle mit der Simulation. Diese liest in den Kommunikationszyklen der Steuerung die Aktordaten ein und löst anhand der hinterlegten Eigenschaften Sensor-signaländerungen aus. Diese gehen direkt an die Steuerung zurück oder an die Echtzeit-Visualisierung, wo die Positionsdaten auf Objekte übertragen werden. »Wir können damit das Bewegungsverhalten der Maschine darstellen und mit ihr interagieren«, meint Dr. Stefan Dierssen, Leiter des Forschungsbereichs »Mechatronische Produkt-Entwicklung«. »Mit ViMa kann man die reale Steuerung mit einem PC verbinden, der das Maschinenverhalten simuliert und auf der Maschine visualisiert.« Kollisionen sind jederzeit feststellbar, Signale können als Sensorinformation über die Simulation an die Steuerung zurückgemeldet werden. Auch nachgelagerte Unternehmensprozesse wie der Verkauf gewinnen dank ViMa: »Anders als für reale Maschinen, können Interessenten die virtuelle Maschine ViMa überall auf einem Laptop präsentieren und Kunden im Handum-

drehen eine Vorstellung des Produkts vermitteln.« (Bild 2) ■

#### Autorin

ELSBETH HEINZELMANN ist Journalistin für Technik und Wissenschaft in Basel / Schweiz.

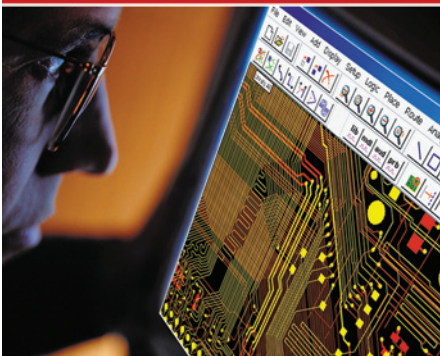
#### KONTAKT

Zentrum für Produkt-Entwicklung (ZPE), Institut für mechanische Systeme der ETH,  
CH-8092 Zürich,  
Tel. 00 41 /44 /6 32 -57 70,  
Fax 00 41 /44 /6 32 -11 81,  
[www.zpe.ethz.ch](http://www.zpe.ethz.ch)

Die Projekte ViMa und EVA werden unterstützt durch die KTI, die Schweizer Förderagentur für Innovation:  
[www.kti-cti.ch](http://www.kti-cti.ch)

## ALLEGRO

PREISGÜNSTIGER EINSTIEG IN  
SKALIERBARE UND ZUGLEICH  
SICHERE PCB-ENTWICKLUNG



Seit mehr als 15 Jahren bietet Cadence die Aufwärtskompatibilität der Allegro PCB-Entwicklungsplattform. Allegro setzt immer wieder moderne Maßstäbe.

Für Anwender bedeutet Allegro sicheren Fortschritt in die Zukunft.

Mehr Informationen unter:  
[www.FlowCAD.de](http://www.FlowCAD.de)  
+49 (89) 4563-7770



### 100 neue Analysefunktionen

■ Mausclicks, Vorlagen und Hilfeassistenten vereinfachen die Designanalyse mit »Cosmos 2006« von SolidWorks. Unter anderem helfen interaktive Assistenten Konstrukteuren bei der Auswahl der geeigneten Prüfung, bei der Reaktion auf fehlgeschlagene Analysen und bei der genauen Auswertung der Ergebnisse. Eingaben, wie Kräfte und Zwangsbedingungen, fasst Cosmos 2006 in Form von Vorlagen in Analysebibliotheken zusammen. Die Software ist nach Herstelleraussage auf hohe Benutzerfreundlichkeit ausgelegt und für alle Anwender gedacht, die Analysen nutzen, aber keine Zeit in lange Lernprozesse investieren wollen.

[www.solidworks.de](http://www.solidworks.de)