

EVA – parallele Entwicklung in der Mechatronik

Concurrent Engineering – die vernetzte Entwicklung von Produkten und den dazu nötigen Fertigungstechnologien – hat in Konstruktion und Steuerungstechnik Einzug gehalten. Forscher der ETH Zürich realisieren nun Werkzeuge, um das interdisziplinäre parallele Arbeiten auch in der Entwicklung mechatronischer Systeme zu ermöglichen.

ELSBETH HEINZELMANN

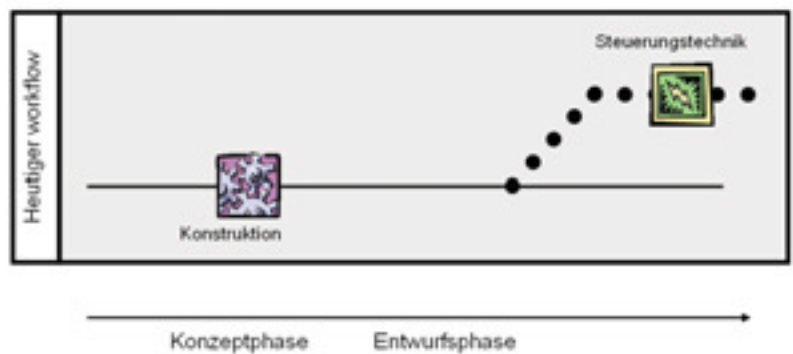
Mechatronische Systeme sind sehr komplexe Gebilde: Mechanik, Elektronik und Software bilden einen integrierten Bestandteil, Sensoren und Aktoren erfassen Daten und bewirken Bewegung, Software bestimmt das Systemverhalten, während verschiedene Systemteile über einen Feldbus kommunizieren. Ausgehend von einem Basismodell werden die Geometrien mit CAD, die Festigkeit mit FEM, die Bewegungen mit MKS (Mehrkörpersimulation) und die Steuerungen mit einer regelungstechnischen Simulation (RTS) simuliert und optimiert. In den meisten Konstruktionsbüros nimmt jedoch zuerst das mechanische Konzept des mechatronischen Systems Form an und anschliessend der Entwurf im CAD.

Optimierter SPS-Entwicklungsprozess

«Dem Konstrukteur ist die Ablauflogik der SPS schon beim Konzipieren bewusst, aber meistens wird die Steuerungstechnik erst nach dem Konstruktionsentwurf angepackt», bemerkt Jens Bathelt, Mitarbeiter am Zentrum für Produkt-Entwicklung (ZPE) der ETH Zürich. «Dieses sequenzielle Vorgehen bewirkt lange Entwicklungszeiten und verhindert, das Potenzial der Steuerungstechnik in der Konzeptphase zu nutzen.» Werden

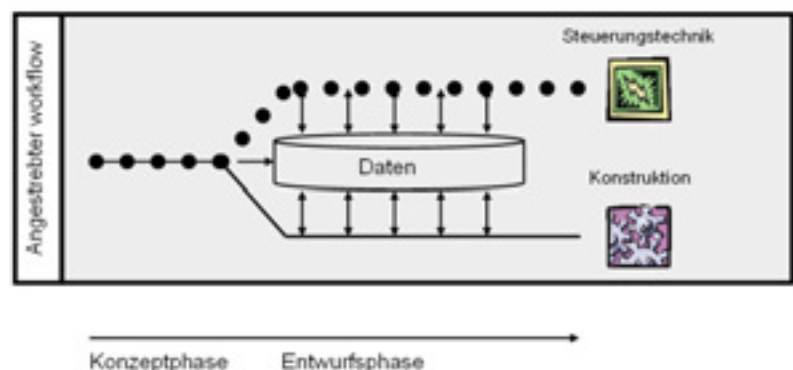
zudem steuerungstechnische Fehler in diesem Zeitpunkt nicht entdeckt, wirken sie sich später in kostspieligen Konstruktionsänderungen aus. Der Technomathematiker ist Leiter des Projektes Early Virtual mAchine (EVA). Die von der KTI, der Förderagentur für Innovation, unterstützte Kooperation mit verschiedenen Industriepartnern soll

die Grundlage schaffen für ein interdisziplinäres paralleles Vorgehen in der Entwicklung mechatronischer Systeme. Dazu bindet das ETH-Team die Steuerungstechnik schon in der Konzeptphase ein. Zwar erstellen weiterhin Fachleute der jeweiligen Bereiche den Entwurf, beispielsweise Konstrukteure, die mit CAD arbeiten. Der Pro-

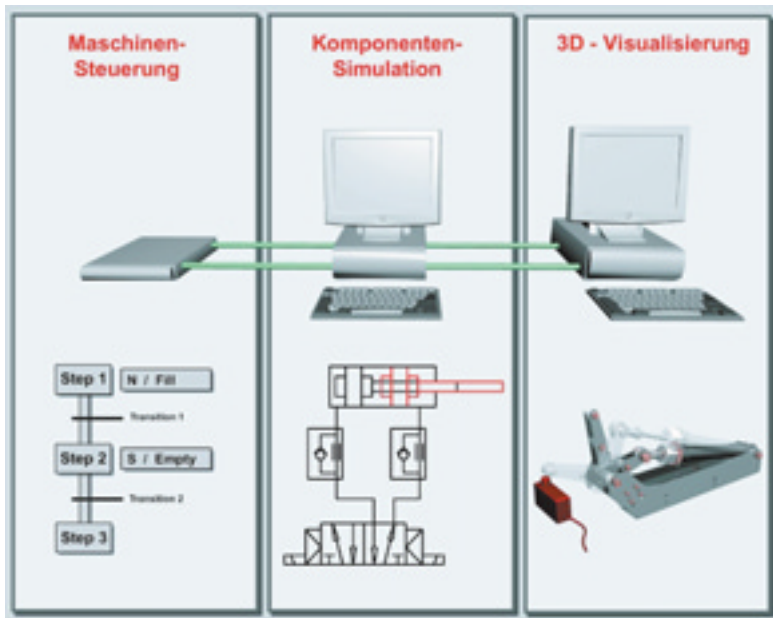


Heutige sequenzielle Arbeitsfolge von Konstruktion und Steuerungstechnik.

(Bilder: ETH/ZPE)



Zukünftiger Workflow von Konstruktion und Steuerungstechnik nach dem Konzept des Concurrent Engineering.



Konzept einer virtuellen Maschine mittels Verknüpfung der drei Bereiche Steuerung / Simulation / Visualisierung

zess wird jedoch mit der Steuerungstechnik derart parallelisiert und synchronisiert, dass die jeweils andere Disziplin jederzeit auf die relevanten Daten zugreifen kann. Für die interdisziplinäre Konzeptphase realisiert das ETH-Team eine Beschreibungssprache, in der beide Disziplinen das mechatronische Konzept darstellen können. «Der Entwurf erfolgt immer noch mit fachspezifischer Software wie CAD oder SPS-Programmierungsumgebung», erklärt Jens Bathelt. «Neu ist aber die interdisziplinäre Synchronisation im Entwurf.»

Angepeilt ist am Ende des Entwicklungsprozesses die Ankopplung an die in einem früheren KTI-Projekt erarbeitete virtuelle Inbetriebnahme einer Maschine (ViMa). Dabei wird die reale Maschinensteuerung bidirektional mit einer Maschinensimulation verknüpft, die ihrerseits mit der 3D-Visualisierung der Maschine verbunden ist. Dies erlaubt, den mechatronischen Entwurf zu verifizieren, bevor die Fertigung startet – ein wichtiger Aspekt, denn meist treten Inkonsistenzen erst im Moment der realen Inbetriebnahme auf. Dank der 3D-Visualisierung lassen sich Kollisio-

nen oder Unbeständigkeiten rechtzeitig erkennen und der Simulation oder Steuerung mitteilen.

Steuerungstechnik – gewichtet wie Konstruktion

Der frühe Einbezug der Steuerungstechnik in den Entwicklungsprozess entspricht einem echten Marktbedürfnis. Produkte im Maschinenbau gewinnen zusehends an Komplexität. Immer mehr treten mechatronische Produkte an die Stelle mechanischer Lösungen. Mit der zunehmenden Bedeutung von Elektronik und Softwaretechnik schwindet der mechanische Anteil, was sich auch in den Herstellkosten widerspiegelt. «In den vergangenen 30 Jahren stieg der Softwareanteil der Produktionskosten mechatronischer Produkte von unter 5 % auf 40 %», erläutert Projektmitarbeiter Christian Bacs. «Damit erhält die Steuerungstechnik durch Entwicklung von Software dasselbe Gewicht wie die Konstruktion durch Entwicklung mechanischer Komponenten. In einigen Fällen macht Software sogar 75–80 % der Fertigungskosten aus.»

Vorarbeit leistete die ETH-Equipe im Vorgängerprojekt ViMa. Es

Mehr Leistung Höheres Drehmoment: Schwere HF-Motorspindeln



HF170, HF230, HF260, HF300
bis 195 kW und 30'000 min⁻¹
HSK-E63 und HSK-A100



Mit Option M jetzt µm-genau:
Messen und Kompensieren der axialen Spindelverlagerung
↳ Präzision beim Finishen
Neuste Motorenteknologie:
↳ Drehmoment zum Schruppen
↳ Leistung und Drehzahl zum Schlichten

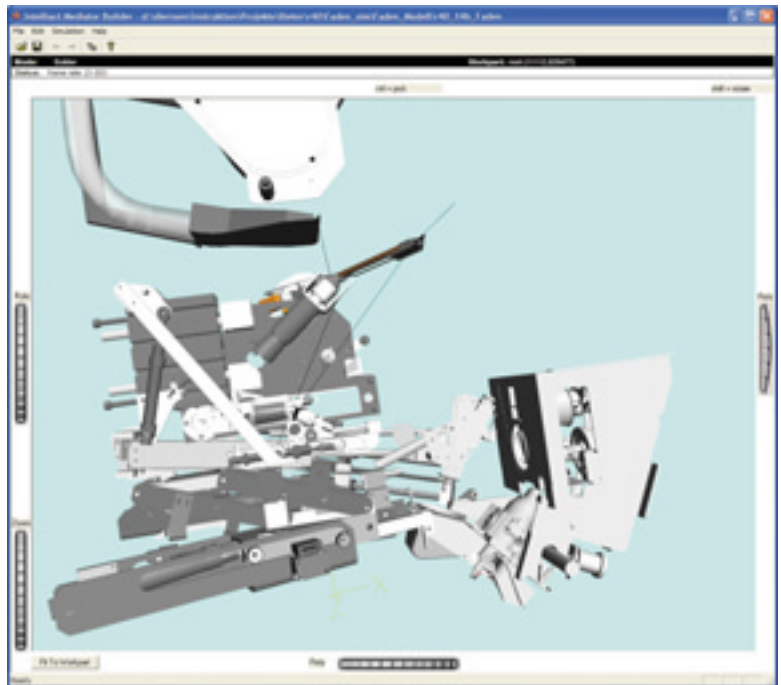
IBAG

IBAG Switzerland AG
Buckstrasse 2
CH- 8315 Lindau-Zürich
Telefon: ++41 (0)52 355 33 33
Telefax: ++41 (0)52 343 40 44
e-mail: ibag@ibag.ch

www.ibag.ch

zielte darauf ab, Maschinen mit realer Steuerung auf der Basis rein digitaler Information in Betrieb zu nehmen. Entsprechend mussten die Forscher die drei wichtigsten Bereiche eines mechatronischen Produktes – Mechanik, Elektrik und Software – abbilden und miteinander verbinden. Dazu verknüpften sie die reale Maschinensteuerung über eine Feldbus-Schnittstelle mit der Simulation. Sie liest in den Kommunikationszyklen der Steuerung die Aktordaten ein und löst auf Grund der hinterlegten Eigenschaften Sensorsignaländerungen aus. Diese gelangen entweder direkt an die Steuerung zurück oder an die Echtzeit-Visualisierung, wo die Positionsdaten auf Objekte übertragen werden. Auf diese Weise lässt sich das Bewegungsverhalten der Maschine darstellen.

ViMa erlaubt, die reale Steuerung mit einem PC zu verbinden, der das Maschinenverhalten simuliert und die Maschine visualisiert. «Zu jedem Zeitpunkt können Kollisionen detektiert und Signale als Sensorinformation über die Simulation an die Steuerung zurückgemeldet werden», so Stefan Diersen. Selbst nachgelagerte Unternehmensprozesse wie der Verkauf ziehen Nutzen aus ViMa. «Im Gegensatz zu realen Maschinen lässt sich die virtuelle Maschine ViMa rund um den Erdball auf einem Laptop präsentieren, womit der



Simulation eines Anspinnvorgangs einer Rotorspinnmaschine mit Darstellung des Fadenverlaufs. Die Maschinenverkleidung ist ebenfalls eingblendet, und man sieht, wie die einzelnen Mechanismen agieren.

Kunde rasch einen Eindruck des Produkts erhält.»

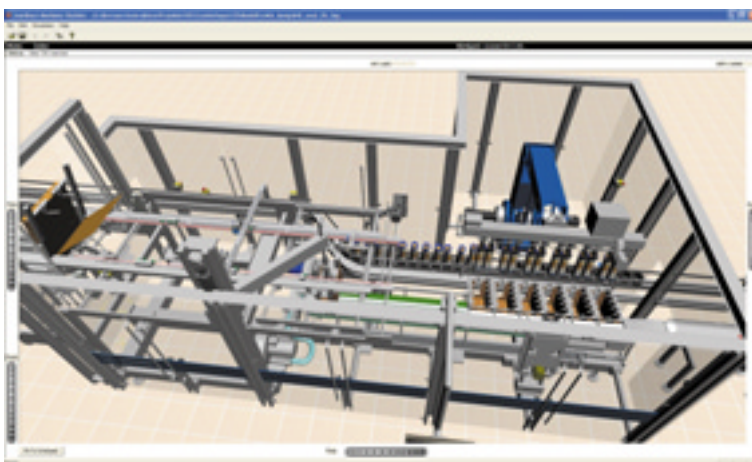
Mit starken Partnern rasch in den Markt

ViMa-Projektleiter Stefan Diersen ist heute einerseits am ZPE der ETH Zürich tätig, wo er den Forschungsbereich «Mechatronische Produkt-Entwicklung» betreut, und andererseits in der Geschäftsleitung der Intelliact AG, die im Jahr 2003 als innovatives Jungunternehmen das CTI-Start-up-

Label erhielt. Schwerpunkt der Intelliact AG ist die durchgängige und integrierte Produktdatennutzung über den gesamten Produktzyklus. Sie bringt im Projekt ihre Erfahrung ein in Evaluation, Einführung, Customising und Betreuung von CAx/PDM-Technologien für Konstruktionsaufgaben. Die Zürcher Firma bietet heute die im KTI-Projekt ViMa erarbeiteten Erkenntnisse als Dienstleistung auf dem Markt an. Um die Probleme der Maschinenhersteller nachhaltig lösen zu können, zog ZPE-Chef Prof. Markus Meier in beiden KTI-Projekten Anbieter von Werkzeugen für die Konstruktion und Steuerungstechnik hinzu. So brachte die Brüttsch Elektronik AG als Systempartner verschiedener Steuerungshersteller ihre Erfahrung im Einsatz von Werkzeugen der Steuerungstechnik ein.

Als Anwender nahm einerseits die Maschinenfabrik Rieter AG in Winterthur teil, weltweit führend im Bereich Textilmaschinen. Für Erwin Pfister, Leiter Standardisierung bei Rieter, können sich die er-

Beispiel einer realisierten virtuellen Anlage im Getränkeektor.



zielten Resultate sehen lassen. Besonders positiv wertet er, dass in beiden Projekten darauf geachtet wurde, dass diese auf frei am Markt erhältlichen Basisbausteinen aufbauen, wie CAD-Systeme, Steuerungen und Simulationssoftware. «Uns interessierte die interdisziplinäre Zusammenarbeit von mechanischer Konstruktion, Elektrik und Softwareentwicklung. Wir versprechen uns davon kürzere Entwicklungszeiten sowie eine Senkung der Kosten dank einer Reduktion der Anzahl mechanischer Prototypen», erläutert der Maschineningenieur. «Die Zusammenarbeit war intensiv und sehr gut. Solche Projekte lassen sich viel realitätsnäher und dadurch schneller in der Praxis anwenden.»

Ebenfalls als Anwender partizipierte das Gritec Institut für angewandte Technologie AG in Schiers. Die Firma entwickelt als Technologiepartner Maschinen, Anlagen und Hightech-Geräte im Auftrag und lässt Steuerungs-Soft- und -Hardware teils von Partnern implementieren. Als Anbieter von Technologie-Dienstleistungen wollte sie die aktuellsten Werkzeuge für die virtuelle Produktentwicklung kennen lernen und deren Weiterentwicklung mitgestalten. «Die strategische Stossrichtung des Firmen-Know-

hows geht in Richtung virtuelle Maschinenentwicklung, um direkter und günstiger zum fertigen Produkt zu gelangen. Das heisst: Reduktion von Prototypen- und Versuchsaufwand», resümiert Urs Müller, Projektleiter seitens Gritec. Für ihn hat sich das Engagement gelohnt. «Wir können heute Simulationen und Berechnungen umfassend und effizient anbieten, haben auf diesem Gebiet eine immer bessere Auslastung und damit die Chance, sehr anspruchsvolle und wertschöpfungsmässig interessante Projektaufgaben unserer Kunden zu bearbeiten.» Die Umsetzung in die Praxis erfolgt schrittweise. «Wir versuchen die Projektbausteine, die vor allem die Automationstechnik unterstützen, laufend umzusetzen und somit in der Praxis zu prüfen.

Da wir als kompaktes Team mit einer rund 23-köpfigen Crew arbeiten, geschieht dies auf unkomplizierte Weise. Das Feedback der Anwender ist der Projektgruppe gesichert.» Grund für diese befriedigenden Ergebnisse ist nicht zuletzt die gute Kooperation. «Wir haben mit ZPE-Leiter Professor Markus Meier wie mit den dynamischen Doktoranden und Industriepartnern eine angenehme und konstruktive Zusammenarbeit, die den

Mail-box

Prof. Markus Meier
Zentrum für Produkt-
Entwicklung (ZPE)
Institut für mechanische Systeme
Tannenstrasse 3, 8092 Zürich
Tel. 044 632 2358
markus.meier@imes.mavt.ethz.ch
www.zpe.ethz.ch
Die Projekte ViMa und EVA werden
unterstützt durch die KTI, die
Förderagentur für Innovation:
www.kti-cti.ch

heutigen Industrianforderungen voll entspricht.»

Pluspunkte für Anwender und Systemintegratoren

Noch laufen die Arbeiten am KTI-Projekt EVA, ein Abschluss ist für Ende 2005 vorgesehen. Doch bereits sind klare Vorteile für den Anwender zu erkennen. Dank EVA können Fehler bereits im Entwicklungsprozess vermieden oder früh erkannt werden. Aspekte der Steuerungstechnik lassen sich schon in der Konzeptphase kontinuierlich einbeziehen, die Arbeit an Steuerungstechnik und Konstruktion geschieht parallel. Damit verkürzen sich die Entwicklungszeiten; es resultieren konsistente Daten im interdisziplinären Team. EVA ermöglicht eine strukturierte und interdisziplinäre Erfassung, Verwaltung und Nutzung von Daten von der Konzeptphase über den Entwurf bis zur virtuellen Inbetriebnahme. Auch Systemintegratoren ziehen Nutzen aus EVA, denn damit können sie Methoden und Tools für eine anerkannte Problematik anbieten und die genauen Bedürfnisse der Maschinenhersteller eruieren. EVA bietet eine Software für die Konzeptphase und Lösungen für den interdisziplinären Entwurf, ermöglicht mit der Einbindung von ViMa in die Entwicklung ein Rapid Virtual Prototyping. ■

Elsbeth Heinzlmann, Journalistin Technik und Wissenschaft, Basel

Virtuelle Montageanleitung auf Basis von 3D-Animationen, verknüpft mit Pictogrammen, was einen Text erübrigt.

