

Ist Mechatronik beherrschbar?

Die Herausforderung im Maschinen- und Anlagenbau

Von Marco Litto

Im internationalen Wettbewerb liegt eine wesentliche Stärke der meist mittelständischen Firmen des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus darin, individuell auf Kundenanforderungen einzugehen. Im Vergleich zu Serienmaschinen führt dies jedoch zu hohem auftragsspezifischen Engineering-Aufwand, der aufgrund der Lohnkostenstruktur in Deutschland häufig mehr als 50 Prozent der Gesamtkosten einer Maschine ausmacht.

Das Ziel muss lauten, vorhandene Engineering-Prozesse zu optimieren: Mitarbeiter der Engineering-Abteilungen müssen in weniger Zeit mehr Qualität erzeugen, um das im internationalen Vergleich hohe Lohnniveau dauerhaft zu rechtfertigen. Lösungsansätze werden in Disziplin übergreifenden, das heißt, mechatronischen Ansätzen gesehen.

Kennzeichnend für heutige Engineering-Prozesse ist ein sequenzieller Ablauf durch die beteiligten Fachdisziplinen (Mechanikkonstruktion, Elektrokonstruktion, Softwareentwicklung). Die Vorgehensweisen der Wiederverwendung innerhalb der einzelnen Disziplinen sind durch Kopieren und manuelles Anpassen von Projektunterlagen aus alten Projekten geprägt. Hierin liegen wesentliche Ursachen für einen hohen Engineering-Aufwand, geringe Standardisierung oder Qualitätsprobleme.

Auch im Sondermaschinenbau werden wiederkehrende Funktionseinheiten (Kantenanleimen, Spannvorrichtungen, Verfahrsachsen, Bohreinheiten) eingesetzt, die abhängig von Kundenvorschriften oder dem Werkstück jeweils spezifisch ausgeführt sind. Alternative Ausprägungen sind bei-

Es stellt sich die Frage, ob die viel diskutierte „Mechatronik“ Ansätze liefert, mit denen Engineering-Prozesse in Bezug auf Kosten, Zeit und Qualität optimiert werden können. Welche Herausforderungen muss ein Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus meistern, um die angestrebten Effekte zu realisieren?



Die Funktion Kantenanleimen ist eine automatisiert austauschbare mechatronische Komponente. Foto: Homag

Föderal

Das Föderal-Projekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung innerhalb des Rahmenkonzepts „Forschung für die Produktion von morgen“ gefördert und vom Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe, Bereich Produktion und Fertigungstechnologien, betreut.

Kontakt:

Dr.-Ing. Marco Litto
Geschäftsführer
Mind8 GmbH, Stuttgart
Tel.: 07 11/21 07 07-0
marco.litto@mind8.com

www.foederal.org

spielsweise das Wirkprinzip der Aktorik (elektrisch, pneumatisch), der optionale Einsatz von Überwachungssensoren (beispielsweise Endlage überwacht) oder bestimmte Artikel, die kundenseitig vorgegeben sind.

Aufgrund dieser Varianz ist es im Sondermaschinenbau meist nicht möglich, Funktionseinheiten im Sinn einer eingefrorenen Stückliste zu definieren und unverändert in mehreren Aufträgen wieder zu verwenden.

Das Rationalisierungspotenzial liegt vielmehr in einer systematischen Berücksichtigung der auftragsspezifischen Varianten der Funktionseinheiten. Immer wiederkehrende, ähnliche Funktionseinheiten werden als mechatronische Komponenten abstrahiert, um alle bekannten Varianten durch **nur eine parametrierbare disziplinübergreifende Komponente** in einem zentralen Baukasten abzubilden. Dieser „standardisierbare Anteil“ von Sondermaschinen steht im Mittelpunkt mechatronischer Engineering-

Ist Mechatronik beherrschbar?

Prozesse, welche die Aufgabe der Entwicklung von Komponenten von der Konfiguration mit Komponenten entkoppeln.

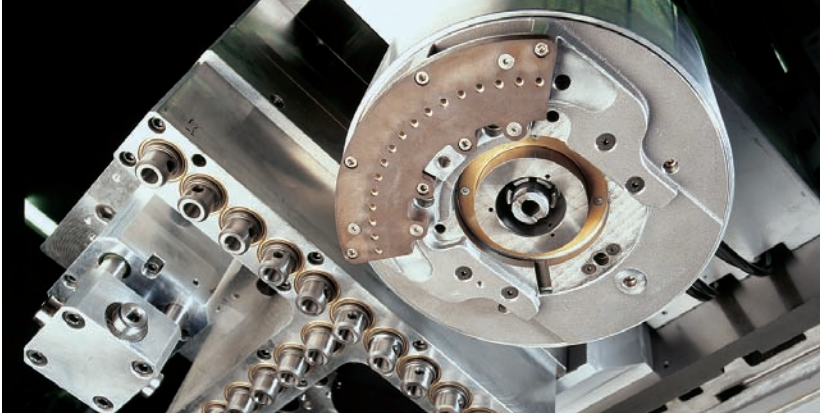
Auch im Anlagenbau kann ein Anteil von meist über 70 Prozent des Entwurfs auf der Basis eines vordefinierten Baukastens abgedeckt werden, worin ein großes Potenzial in Bezug auf Kosten, Zeit und Qualität liegt.

Die Herausforderung

Im Forschungsprojekt Föderal, das von 2001 bis 2004 lief, haben Firmen des Maschinen- und Anlagenbaus, Forschungseinrichtungen und Softwarehäuser einen methodischen Ansatz sowie eine Softwarelösung erarbeitet, die es ermöglichen, auch im Sondermaschinenbau mechatronische, baukastenbasierte Engineering-Prozesse auf der Basis bereits vorhandener CAD und Programmiersysteme umzusetzen.

Bei der Vermarktung des auf den Ergebnissen von Föderal entwickelten Softwareprodukts und damit verbundenen Beratungsprojekten wurde bei einer Vielzahl von Firmen deutlich, dass die wesentliche **Herausforderung** zur Beherrschung der Mechatronik in der Umstellung der heutigen sequenziellen Prozesse **auf komponentenbasierte, mechatronische Engineering-Prozesse** liegt.

Voraussetzung für die Umstellung sind zum einen die Weiterqualifizierung der Mit-



Die mechatronische Schnittstelle dient zur Übertragung von elektrischer Energie und Signalen sowie Luft und Fluiden.
Foto: Homag

arbeiter und zum anderen eine geeignete Strategie zur Einführung mechatronischer Prozesse.

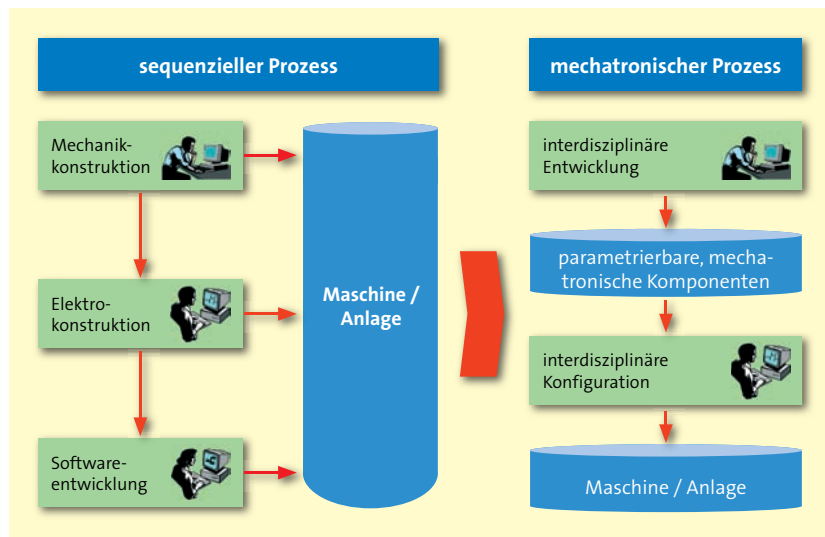
Weiterbildung

Bei mechatronischen Engineering-Prozessen müssen Mitarbeiter, die bisher vorwiegend auftragsabwicklungsorientiert gearbeitet haben, zu Entwicklern wiederverwendbarer Komponenten werden und interdisziplinär zusammenarbeiten. Wichtig dabei ist, dass die Vertreter der unterschiedlichen Fachdisziplinen eine gemeinsame Sprache entwickeln. Um langlebig wiederverwendbare Komponenten zu erhalten, ist es weiterhin wichtig, dass ein Entwurf entsteht, der robust gegenüber Veränderungen ist, die typischerweise durch neue kundenspezifische Vorschriften oder neu eingesetzte Technologien erforderlich werden. Voraussetzung ist die interdisziplinäre Anwendung bewährter ingenieurwissenschaftlicher Prinzipien (Modularisierung, Kapselung, Abstraktion), die in mechatronischen Teams eingeübt werden muss.

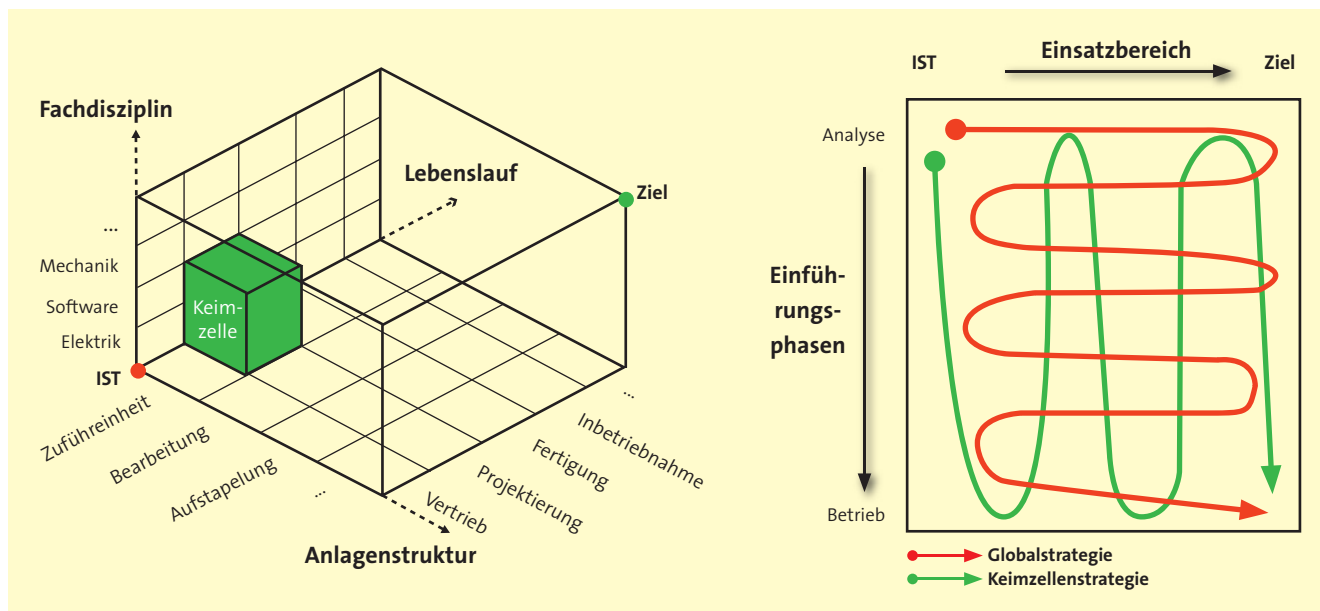
Einführungsstrategie

Der Fortschritt des Übergangs vom sequenziellen zum mechatronischen Engineering-Prozess kann anhand von drei Kriterien bewertet werden:

- Welche Fachdisziplinen arbeiten bereits komponentenorientiert?
- Für welche Anteile der Anlagenstruktur einer Maschine oder Anlage ist der Engineering-Prozess bereits mechatronisch?
- Welche der am Lebenslauf einer Maschine oder Anlage beteiligten Mitarbeiter arbeiten bereits mechatronisch?



Der sequenzielle und der mechatronische Engineering-Prozess unterscheiden sich grundlegend voneinander.
Bild: Mind8



Es gibt zwei grundlegend verschiedene Strategien, mit denen mechatronische Engineering-Prozesse eingeführt werden können. Die Keimzelle ist als Ausschnitt des Würfels zu erkennen. Bild: Mind8

Diese drei Kriterien ergeben einen Würfel, der den Stand des Übergangs veranschaulicht. Die größten Effekte werden erreicht, wenn der Würfel ausgefüllt ist (Ziel), das heißt, dass Mitarbeiter aller Disziplinen und Lebensphasen die gesamten Maschinen und Anlagen mechatronisch entwickeln, fertigen und vertreiben.

Ein nahe liegender Ansatz für die Einführung ist die **Globalstrategie**. Dabei wird ein mechatronischer Engineering-Prozess global – für alle Disziplinen, die gesamten Maschinen und Anlagen und für alle Lebensphasen – durchgängig von der Analyse bis zum produktiven Einsatz eingeführt.

Diese Vorgehensweise ist im betrieblichen Alltag nur bedingt geeignet. In der Analysephase müssen alle Know-how-Träger eines Unternehmens beteiligt werden, um wichtige Regeln und Standards abzustimmen. Parallel zur laufenden Auftragsbearbeitung fehlen jedoch meist die erforderlichen Ressourcen. Eine weitere Herausforderung liegt in der Weiterqualifizierung der Mitarbeiter, die kurzfristig und parallel für alle beteiligten Personen erfolgen müsste.

Eine alternative Vorgehensweise ist die **Keimzellenstrategie**. Als Konsequenz aus den Nachteilen der Globalstrategie wird ein mechatronischer Engineering-Prozess zunächst nur für einen begrenzten Bereich gestaltet

und eingeführt (think big, start small, act now). Als Keimzelle wird ein Bereich festgelegt, in dem am schnellsten Effekte zu erwarten sind. Diese Keimzelle wird iterativ erweitert.

Bezogen auf die Nachteile der Globalstrategie hat die Keimzellenstrategie entscheidende Vorteile: Durch den Einsatz mechatronischer Engineering-Prozesse werden schrittweise Ressourcen freigesetzt, die für die Weiterentwicklung des Baukastens sowie die Erweiterung des Einsatzbereichs nutzbar sind. Durch den frühzeitigen Umstieg auf mechatronische Engineering-Prozesse wird arbeitsbegleitend sukzessive Know-how aufgebaut und so die Qualifikation der Mitarbeiter frühzeitig erhöht.

Firmen, die auf der Basis von Föderal-Ergebnissen mechatronische Engineering-Prozesse einführen, haben sich in der Regel für die Keimzellenstrategie entschieden. Erfolgsentscheidend ist die Wahl der geeigneten Keimzelle und Vorgehensweise, diese schrittweise zu erweitern. Neben technischen und wirtschaftlichen Randbedingungen sind jeweils zwischenmenschliche Aspekte zu berücksichtigen. Weiterhin muss sowohl das Management von der Umstellung überzeugt sein als auch erste Anwender, die Lösungen in einer Keimzelle entwickeln und dann mit Erfolgen in realen Projekten Kollegen begeistern.

Vorteile der Keimzellenstrategie:

- sehr geringes Risiko
- Vermeidung teurer, praxisferner Entwicklungen
- erste positive Effekte schnell sichtbar (hausinterne Mechatronik-Erfolgsstory)
- Frühzeitige Weiterqualifizierung der Mitarbeiter
- Ausbau der Keimzelle ist immer durch erkennbaren schnellen Nutzen gesteuert („der Appetit kommt beim Essen“)