

Mehr Integration, bitte!

Fachmessen zur Steuerungstechnik und Automation zeigen überwiegend Produkte in Hard- und Software. Sie konzentrieren sich auf Komponenten. Die Integration von Komponenten zu neuen Lösungen und Maschinen kommt oft zu kurz. „Auch Engineering wird stiefkindlich behandelt“, kritisiert Olaf Witzel. Im Beitrag schildert er einen mechatronischen Produktentwicklungsprozess im Sondermaschinenbau. **OLAF WITZEL**

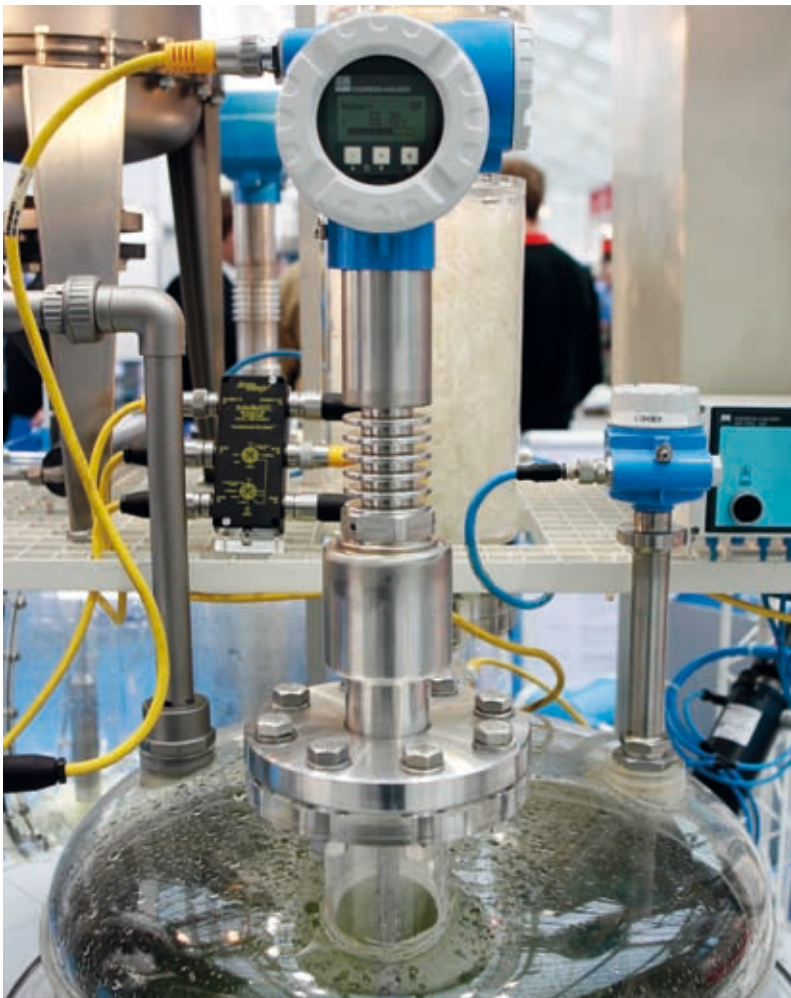
Im modernen Maschinenbau verflechten sich die drei Disziplinen Mechanik, Elektrik und Software – sie werden zur Mechatronik. Wer die Wechselwirkungen zwischen diesen Domänen in der Produktentwicklung bzw. im Projektablauf Rechnung trägt, spart Kosten-, Zeit- und erreicht mehr Qualität.

Ein Entwicklungsprozess von Produkten und Systemen kann grob in die Phasen Anforderungsermittlung, Konstruktion, Fertigung, Inbetriebnahme gegliedert werden. Die sich anschließenden Phasen des Lebenszyklus wie Betrieb, Service, Rückbau werden hier nicht betrachtet.

Gründlichkeit und Konsequenz in der Anforderungsermittlung und der Konstruktion (Mechanik + Elektrik + Software) entscheiden den Projekterfolg. Ein Mehr an Zeit für diese Etappen spart

Zeit in den Stufen Fertigung und vor allem bei der Inbetriebnahme. Während der Inbetriebnahme treten alle vorher nicht erkannten, aber latent vorhandenen Fehler zu Tage. Fehlerbehebung bedeutet einen beträchtlichen Mehraufwand, weil Fehler oft durch alle Disziplinen laufen. Indessen rückt der mit dem Auftraggeber vereinbarte Abnahmetermine immer näher.

Die Funktionssicht In allen Projektphasen ist ein einheitliches Verständnis zum Produkt, hier typischerweise einer Sondermaschine in der Stückzahl 1, für alle beteiligten Disziplinen (Mechanik + Elektrik + Software) sehr hilfreich. Doch dieser Ansatz ist im ‚klassischen‘ Maschinenbau noch nicht sehr verbreitet. Derzeit arbeitet jede Disziplin größtenteils in ihrer eigenen Welt, d.h. mit





Kurzer Prozess

durch EPLAN Engineering Center

Konstruieren Sie noch oder parametrisieren Sie schon? Die Zeit ist reif – machen Sie jetzt kurzen Prozess. Funktionales Engineering revolutioniert Ihre Prozesskette – mechatronisch und interdisziplinär. Ihr Dreifach-Plus: Sinkende Durchlaufzeiten, minimierte Kosten und steigende Qualität.



FRIEDHELM LOH GROUP

www.eplan.de

spezifischen Methoden und eigenen Sichten auf das Produkt. Abhängigkeiten und Wechselwirkungen mit den anderen Disziplinen sind „außer Sicht“. Die gemeinsame Sicht auf eine Maschine besteht immer in einer strukturierten Darstellung der vorhandenen Funktionen und Komponenten. Die Funktionen werden Komponenten zugeordnet, die typischerweise mechatronische Komponenten sind. Auf Basis einer solchen Strukturierung entwickeln die Disziplinen ihre spezifischen Sichten und Entwürfe für eine Maschine.

**„BEI 3 BETEILIGTEN PERSONEN
EXISTIEREN 3 KOMMUNIKATIONSPAARE.
BEI 6 BETEILIGTEN SIND ES SCHON 15
KOMMUNIKATIONSPAARE!“**

Die Funktionssicht ist Bindemittel und Sprachbasis, um die beteiligten Disziplinen zusammenzuhalten. Und nicht zu vergessen: der Auftraggeber kauft in erster Linie Funktionen. Aufgabe des Maschinenbauers ist die konkrete Umsetzung der Funktionen mit entsprechenden technischen Mitteln.

Die Findung einer für alle Disziplinen gemeinsamen Struktur auf Basis von Funktionen und Komponenten ist gewiss kein trivialer Prozess und erfordert einige Erfahrung. Führt man diese Strukturierung konsequent weiter, kommt man zu skalierbaren und vielfältig einsetzbaren Standard-Funktionsmodulen, auch im Sondermaschinenbau.

Wie lautet die Anforderung? Diese erste Phase im Produktentwicklungsprozess beginnt bereits im Vertrieb. Dieser bekommt von einem potentiellen Kunden in mehr oder weniger strukturierter, dokumentierter und vollständiger Form die Anforderungen präsentiert. Auf Basis dieser Informationen muss ein Angebot erstellt werden. Dazu wird dem Lastenheft des Kunden ein Pflichtenheft des Maschinenbauers entgegengestellt. Dieses Pflichtenheft beinhaltet idealerweise bereits die Funktions- und Komponentenstruktur der zu bauenden Maschine und gibt damit eine sehr gute Basis für die weitere Produktentwicklung. Diese Struktur fungiert bei der Anforderungsermittlung wie eine Prüfliste, so dass man nicht Gefahr laufen kann, wichtige Anforderungen nicht zu erfassen bzw. man kann offene oder nicht relevante Punkte gezielt aussparen.

Anforderungen selber lassen sich in funktionale und nicht-funktionale Anforderungen zerlegen. Es geht darum, Anforderungen so zu erfassen und zu beschreiben, dass diese korrekt,

◀ Modularität ist ein wichtiges Merkmal bzw. Ergebnis modernen Engineerings. Wie konkrete Module für konkrete Maschinen aussehen, lässt sich immer nur nach spezifischer Auslegung bestimmen.

komplett, konsistent, eindeutig, testbar, nachvollziehbar, umsetzbar und priorisierbar sind.

Allerdings sind Anforderungen nicht in Stein gemeißelt. Es gilt also ihren Wandel (Streichung, Ausbau, Neuerung) zu beherrschen, nicht nur in technischer Hinsicht, sondern vor allem auch in der Projektleitung sowie in der Beherrschung von Termen und Kosten.

Die Konstruktion Sind die Anforderungen fixiert, kann mit der Konstruktion begonnen werden. Der ‚klassische‘ Maschinenbauer kennt noch das Nacheinander der drei Konstruktionsblöcke Mechanik, Elektrik, Software. Bei der mechatronischen Konstruktion muss dieses Prinzip und damit auch eine Stück weit das Diktat

Diese Faustformel macht es deutlich: Entwurf ca. 20% Programmierung ca. 30 % Qualitätssicherung und Test ca.50 %.

Adaptierbarer Standard Auch hier wird der Nutzen von Standards klar: je besser ein Standard adaptierbar ist und in einem konkreten Fall Verwendung findet, umso weniger Abstimmungsaufwand ist zwischen den Disziplinen notwendig. Unter Standards ist hier eine ganzheitliche Definition von Funktionen und Komponenten mit den Elementen Mechanik, Elektrik und Software zu verstehen. Standard-Module haben Varianten und Optionen, sind skalierbar und besitzen sauber spezifizierte Schnittstellen.

Die allgemein bekannten Design Reviews sind wie bisher unter Einbeziehung des Kunden durchzuführen. Auch hier stehen die



Olaf Witzel hat selber im Forschungsprojekt Bestvor (www.bestvor.de) mitgearbeitet. Bestvor liefert Methoden und Mittel zur Standortbestimmung sowie Handlungsempfehlungen für das mechatronische Engineering.



Bei der Inbetriebnahme hilft ein modulares Maschinenkonzept, da funktional autarke Module separat vorgetestet werden können. (Bilder: Reed Exhibitions Messe Salzburg)

der Mechanik überwunden werden. Dies bedeutet ein von Beginn an paralleles Arbeiten der drei Disziplinen. Für geforderte Funktionen und Komponenten wird ein gemeinsamer Entwurf erstellt, der klar die Rollen und Aufgaben der Mechanik, der Elektrik und der Software beschreibt.

Es folgt der Detailentwurf durch die Disziplinen. In geeigneten Abständen werden die Entwürfe immer wieder abgestimmt und auf diesem Wege eine fehlerarme Entwurfsqualität erreicht.

Dies erfordert auch ein Umdenken in der Programmierung, die vorher erst nach der mechanischen und elektrischen Konstruktion einstieg. Nun muss der Programmierer frühzeitig Entwürfe erstellen und abstrakter arbeiten als bisher. Man spricht im modernen Maschinenbau vom Software-Engineering. Die Programmierung ist nur ein Bestandteil dieses Prozesses und nicht mal der größte.

Funktion im Vordergrund: So werden die Entwürfe aller beteiligten Disziplinen kontrolliert.

Dieser skizzierte Entwurfsprozess mag zunächst sehr aufwändig und vor allem langwierig wirken. Alle in Eisen gegossenen Entwürfe sind in der Nacharbeit um ein vielfaches teurer und langwieriger als Entwürfe im Computer. Ein gründlicher und fehlerarmer Entwurf hat höchste Priorität. Die Vorstellung, die Versäumnisse und Fehler im Entwurf in späten Phasen, z.B. in der Inbetriebnahme wieder aufholen zu können, ist ein Trugschluss.

Die Inbetriebnahme Auch die Inbetriebnahme kann durch ein modulares Maschinenkonzept unterstützt werden. So können funktional autarke Module separat vorgetestet werden. Bei geschickter Auslegung der Module und der Teststände mit einhergehender

Standardisierung rechnet sich auch dieser Aufwand. Was der Autobauer als Hochzeit bezeichnet, also den Zusammenbau weniger Großbaugruppen zu einem fast fertigen Auto, bedeutet beim Maschinenbauer dann den Zusammenbau von wenigen, vorgetesteten Baugruppen. Trotz allem bleibt die Inbetriebnahme einer Maschine ein komplexer Vorgang. Es sind Mitarbeiter mehrerer Disziplinen beteiligt, die untereinander in starker technischer und zeitlicher Abhängigkeit stehen. Deshalb sind für die Inbetriebnahmephase ein sehr detaillierter und untereinander abgestimmter Arbeitsablauf sowie eine straffe Projektleitung notwendig. Dies soll mit einer Zahl unterstrichen werden: Bei 3 beteiligten Personen existieren 3 Kommunikationspaare. Bei 6 Beteiligten sind es schon 15 Kommunikationspaare!

Die modulare Maschine

Modularität ist ein wichtiges Merkmal bzw. Ergebnis modernen Engineerings. Wie konkrete Module für konkrete Maschinen aussehen, lässt sich immer nur nach spezifischer Auslegung bestimmen. Es gibt jedoch eindeutige Merkmale, die ein Modul zu einem Modul machen. Dies sind neben klar definierten Schnittstellen für Energie, Daten, Mechanik, Elektrik und Software auch die klar definierten Funktionen und Zustände dieser Einheiten.

Die Modularität muss durch alle Disziplinen unterstützt werden. Durch den Mechanik-Konstrukteur, indem er klare räumliche Dimensionen sowie Übergänge definiert, durch den Elektrokonstrukteur, indem er z.B. elektrisch autonome Einheiten schafft, und/oder die Elektrikkomponenten so platziert werden, dass sie zusammen mit dem mechanischen Modul gewechselt werden können; durch den Programmierer, indem er z.B. in SPS-Programmen spezielle Datenbereiche definiert, die immer eindeutig einem Funktionsbaustein zugeordnet sind und damit leicht auswechselbar sind.

Für Module kann es nur eine ganzheitliche Definiti-

on geben, die ihre Ausprägungen in der Mechanik, Elektrik und Software hat. Einzelne, isolierte Definitionen und Standards in den drei Disziplinen sind nicht zielführend.

Mechatronik ist keine neue Technik, sondern zunächst ‚nur‘ eine neue Art, im Engineering zu denken und zu arbeiten. Um diese Prozesse anzustoßen, bedarf es zunächst nur eines Wollens und dieses entspringt dem Verstehen der bedeutenden wirtschaftlichen Dimension der Mechatronik. Ein ‚großer Wurf‘ ist nicht notwendig, man kann in kleinen, aufeinander abgestimmten Schritten beginnen. Und so lassen sich bereits kurz- bis mittelfristig, auch in Euro und Cent messbare Erfolge verbuchen.

► www.bestvor.de



Kompetenz für Lineartechnik

Mehr als 50 Jahre Erfahrung stecken in jedem Produkt der INA-Lineartechnik – kreative Lösungen in hoher Qualität. Den Kunden erwartet eine einmalige Vielfalt: Von Mini bis Maxi, vom Megaprogramm an konfektionierten Wellen bis zum hochintegrierten Linearmodul mit Antrieb und Steuerung. Zu der großen Auswahl an Wellen- und Laufrollenführungen, Kugel- und Rollenumlaufeinheiten sowie Flachkäfigführungen kommt ein umfangreiches Zubehörprogramm: Schmier- und Dichtungskit, Brems- und Klemmelemente, Dämpfungsschlitten u.v.m.

INA-Lineartechnik – Qualität aus dem Hause Schaeffler. Das weltweit vollständigste Linearprogramm erwartet Sie. Fordern Sie unser Informationspaket an!

Schaeffler KG · Geschäftsbereich Lineartechnik
Tel.: +49 6841 701-0 · E-Mail: info.linear@schaeffler.com
www.ina.com

SCHAEFFLER GRUPPE
INDUSTRIE

926 020