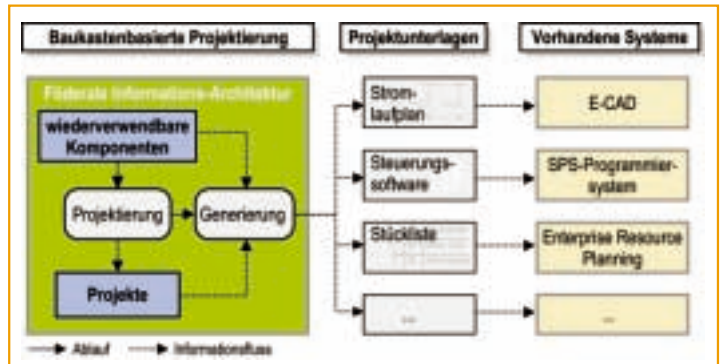


Funktionales Engineering

Baukasten für disziplinübergreifendes Projektieren

Ziel der Föderal-Initiative ist eine methodische Vorgehensweise sowie ein modulares Engineeringsystem (FIA – Föderale Informations-Architektur) für die disziplinübergreifende, baukastenbasierte Projektierung. Der Fokus lag bei der Entwicklung auf den Anforderungen des Sondermaschinenbaus. R. Angerbauer, J. Lewek und M. Litto stellen die Ergebnisse von Föderal, die gewählte Vorgehensweise für den Aufbau von Baukastensystemen und die sich daraus ergebenden Vorteile für Maschinen- und Anlagenbauer vor.



Auf Basis der Föderalen Informations-Architektur (FIA) lassen sich auch für Sondermaschinen auftragsspezifische Projektunterlagen automatisch generieren

Ein verbreitetes Konzept der Modularisierung von Maschinen und Anlagen ist die variantenreiche Serienmaschine. Hier wird beim Entwurf eines Maschinentyps eine Grundmaschine definiert, die durch vordefinierte Optionen erweiterbar ist. Projektunterlagen, wie der Stromlaufplan oder die Steuerungssoftware, lassen sich in einer Maximalversion für eine Grundmaschine mit allen Optionen entwickeln (Maximalkonzept). Dadurch stehen bereits bei der Maschinentyp-Entwicklung die komplette E/A-Belegung, der Schaltschrankaufbau etc. fest.

Im Sondermaschinenbau, wie bei der Nagel Maschinen- und Werkzeugfabrik GmbH in Nürtingen, ist die Variantenzahl dagegen für ein Maximalkonzept zu groß. Abhilfe schafft hier eine stärkere Modularisierung. Während die Optionmodule des Maximalkonzepts bereits konkrete Werte für E/A-Adressen oder Betriebsmittelkennzeichen (BMKs) enthalten können, sind für Baukastenkomponenten des Sondermaschinenbaus flexible Parametrierungskonzepte erforderlich. Denn hier lassen sich z. B. E/A-Adressen oder Freigabebedingungen von mehrfach verwendbaren Komponenten erst bei der Nutzung in einer konkreten Konfiguration festlegen.

Heute gibt es eine Vielzahl firmenspezifischer Lösungen, mit denen man wiederverwendbare Komponenten verwal-

ten, konfigurieren und parametrieren kann. Stromlaufpläne werden häufig mithilfe von Excel aus Teilschaltungen aufgebaut. Die BMKs und weitere Parameter erzeugt man dann mit den Berechnungsmöglichkeiten von Excel. Von Vorteil ist, dass diese Lösungen auch Nichtprogrammierer erstellen und pflegen können. Die Entwicklung der Steuerungssoftware geschieht dagegen oft noch mit eigenentwickelten Tools, die Softwaremodule zu auftragsspezifischen Programmen zusammen- und Grundparameter einstellen. Die Grenzen dieser Ansätze werden jedoch schnell deutlich:

Die unterschiedlichen Insellösungen sind auf Teildisziplinen beschränkt. Rationalisierungspotenziale, die sich durch eine disziplinübergreifende Konfiguration und Parametrierung ergeben, kann man nicht nutzen. Im Rahmen der Föderal-Initiative wurde hierfür die Föderale Informations-Architektur (FIA) entwickelt. Die darauf basierenden Tools ermöglichen die disziplinübergreifende Projektierung von Maschinen und Anlagen sowie die Generierung vollständiger Projektunterlagen, die sich in vorhandene Systeme übernehmen lassen. Wiederverwendbare Ressourcen (bspw. Teilschaltungen) entwickelt man weiterhin mit vorhandenen Systemen, verwaltet sie aber als disziplinspezifische Teilkomponenten in der FIA. Generatoren automatisieren wiederkehrende Enginee-

ringtätigkeiten, die meist manuell ausgeführt werden.

Engineering mit virtuellen Mechatronik-Komponenten

Die Kombination bestimmter Teilkomponenten aus unterschiedlichen Disziplinen erbringt in ihrer Summe eine definierte Maschinenfunktion, z. B. die Funktion Spannen. Da sich die Teilkomponenten im Allgemeinen an unterschiedlichen Orten befinden (in der Maschine, Schaltschrank, HMI etc.), werden Komponenten, die eine solche disziplinübergreifend realisierte Funktion repräsentieren, als virtuelle mechatronische Komponenten bezeichnet.

Die virtuelle mechatronische Komponente für das Spannen besteht u. a. aus Teilpfaden für den Stromlaufplan sowie einem allgemein gültigen Funktionsbaustein für geschaltete Achsen. Sie muss parametrierbar sein, damit sie für unterschiedliche Einsatzbereiche einstellbar ist. Die Teilkomponenten haben wiederum Parameter, die entweder bereits bei der Entwicklung der mechatronischen Komponente festgelegt werden können oder sich aus mechatronischen

Dr.-Ing. Ronald Angerbauer ist Leiter der Elektrokonstruktion der Nagel Maschinen- und Werkzeugfabrik GmbH, Nürtingen; Dipl.-Ing. Jörg Lewek und Dr.-Ing. Marco Litto sind Geschäftsführer der Mind8 GmbH, Stuttgart

Forschungsprojekt Föderal

Für die Werkzeugunterstützung baukastenbasierter Engineeringprozesse haben die Föderal-Partner die Föderale Informations-Architektur (FIA) entwickelt. Sie ermöglicht firmenspezifische Baukastenlösungen auf der Basis vorhandener Engineeringsysteme. Deren Funktionalitäten werden weiterhin genutzt, um Komponenten zu erstellen sowie Projektunterlagen zu verarbeiten. Die in der FIA verwalteten Komponenten sind lediglich Platzhalter für Ressourcen wie parametrierbare Teilstromlaufpläne oder SPS-Funktionsbausteine, die weiterhin mit den originalen Systemen erstellt werden. Die Abbildung von Zusammenhängen zwischen Komponenten und

Ressourcen sowie deren Verwendung in Projekten etc. erfolgt zentral im übergreifenden Informationsmodell.

FIA basiert auf Eclipse, einer von IBM entwickelten, Plugin-basierten Entwicklungsumgebung, die als Open Source Software zur Verfügung steht. Das Herz der FIA ist das Föderale Engineering Framework. Es ermöglicht die Erstellung von FIA-Plugins, die systemübergreifende Aufgaben des baukastenbasierten Engineeringprozesses unterstützen, und besteht aus Eclipse-Plugins mit folgenden Aufgaben:

- Datenhaltungsschicht: Das Informationsmodell der FIA, in dem Komponenten und Projekte verwaltet werden, wird als semantisches Netz in einem

Datenbank Management-System abgebildet.

- Schnittstellen: Zu vorhandenen Systemen sind neutrale Schnittstellen definiert, um die logische, funktionale Projektierung vor den Spezifika vorhandener Systeme zu kapseln.
- Allgemeine Mechanismen für baukastenbasierte Engineeringprozesse: Versionierung, Scripting, Berechnungsformeln etc.
- ModelEditor: Werkzeug zur Strukturierung der disziplinübergreifenden Zusammenhänge. Modelle, die mithilfe des ModelEditors erstellt werden, sind direkt für den Aufbau firmenspezifischer Baukastensysteme verwendbar.

Parametern ableiten. Bei der betrachteten Spannfunktion sind das u. a. der verwendete Motor, die E/A-Adressen oder die Freigabebedingung.

Die 'interne Vorverdrahtung' in virtuellen mechatronischen Komponenten reduziert die Vielzahl von Parametern, die heute in unterschiedlichen Werkzeugen eingestellt werden müssen. Die interne Vorverdrahtung stellt sicher, dass E/A-

Adressen im Stromlaufplan und in der SPS-Software immer abgeglichen sind.

Enabler-Konzept als mächtiges Instrument

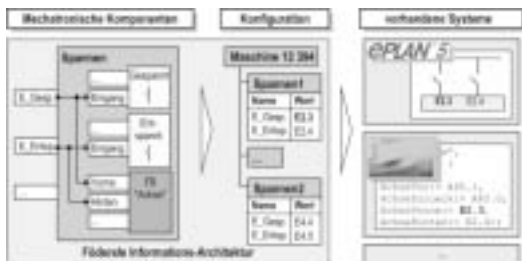
Die Ableitung der Parameterwerte erfolgt durch Formeln, ähnlich wie die Übertragung von Daten zwischen Zellen in Excel-Tabellen. Mit ihnen kann man

beliebige Berechnungen, wenn-dann-Bedingungen etc. formulieren. Eine sehr mächtige Möglichkeit zur Modellierung von Varianten ergibt sich durch das Enabler-Konzept: Jede Komponente hat den booleschen Parameter 'enable', für den eine Formel definiert wird, die entscheidet, ob die Komponente in einer konkreten Konfiguration zu verwenden ist oder nicht. Dieses Konzept trägt we-

sentlich dazu bei, die Anzahl der Baukastenkomponenten und damit den Verwaltungsaufwand zu minimieren. Da mechatronische Komponenten wiederum andere mechatronische Komponenten enthalten können, lassen sich viele unterschiedliche Funktionen durch die Parametrierung weniger, mächtiger mechatronischer Komponenten projektieren.

Funktionales Engineering von Sondermaschinen

Mithilfe der virtuellen mechatronischen Komponenten ändert sich die Projektierung: Sondermaschinen werden modelliert, indem man eine Konfiguration aus Baukastenkomponenten erstellt, Parameter durch Mitarbeiter unterschiedlicher Disziplinen einstellt und vollständige Projektunterlagen generiert. Dieses funktionale Engineering reduziert nicht nur Durchlaufzeiten, sondern pflegt Änderungen auch disziplinübergreifend zentral. Durch die Neugenerierung aller Projektunterlagen entfallen Probleme wie der Datenabgleich zwischen vorhandenen Systemen, was zu deutlichen Qualitätsverbesserungen führt.



Die Projektierung einer Sondermaschine erfordert die Festlegung vieler mechatronischer Parameter – bei Nagel rund 2000 E/A-Adressen für typische Maschinen. Um E/A-Parameter algorithmisch erzeugen zu können, wird auch die Steuerungstopologie (Steuerung, Feldbusse, E/A-Karten etc.) mittels mechatronischer Komponenten modelliert. Darüber hinaus wird die Zuständigkeit von E/A-Karten für bestimmte Orte innerhalb der Anlage abgebildet. Damit sind alle Informationen für die automatische Adressvergabe vorhanden.

Ohne schrittweise Einführung geht es nicht

Bei der Firma Nagel, die Sondermaschinen für das Honen, Steinfinishen, Montieren, Tiefbohren und Bandfinishen herstellt, waren bis vor einigen Jahren noch keine baukastenbasierten Ansätze vorhanden: SPS-Software und Stromlaufpläne wurden von Projekt zu Projekt kopiert und mit hohem Aufwand manuell angepasst.

Beim Aufbau des Baukastensystems bestand ein Ressourcenproblem, das auch andere Partner der Föderal-Initiative kennen: In der Anfangsphase ist es wichtig, die erfahrensten Mitarbeiter zu beteiligen, damit ein stabiler, langlebiger Baukasten entsteht. Gerade diese Mitarbeiter sind aber meist stark in vorhandene Projekte eingebunden.

Funktionales Engineering von Sondermaschinen mit virtuellen mechatronischen Komponenten

Die Lösung war ein iteratives Vorgehen: Zunächst wurden erste disziplinspezifische Baukastenkomponenten für die Steuerungssoftware (Simatic S7) entwickelt. Dabei entstanden mächtige, feingranulare Komponenten, die in unterschiedlichen Maschinen einsetzbar sind, beispielsweise ein Baustein für geschaltete Achsen, der für beliebige motorische, hydraulische oder pneumatische Bewegungen, die über zwei Endschalter gesteuert werden, anwendbar ist. Dieser Baukasten wurde von Projekt zu Projekt weiterentwickelt, bis fast 100 % des Steuerungsprogramms mit der FIA generiert werden konnten.

Durch diese schrittweise Automatisierung der Softwareerstellung und die darauf zurückzuführende Qualitätsverbesserung wurden Ressourcen freigesetzt, die die Entwicklung eines weiteren Baukastens für Stromlaufpläne ermöglichten (siehe Fachbeitrag in der IEE 04/2003). Auch in dieser Disziplin war ein Zeitraum von ca. einem Jahr erforderlich, bis sich der Baukasten über unterschiedliche Projekte hinweg stabilisiert hatte. Mittlerweile projektieren sieben Mitarbeiter der Elektrokonstruktion Stromlaufpläne und SPS-Software mithilfe der FIA. Die disziplinspezifischen Baukastensysteme waren die Voraussetzung für die Entwicklung virtueller mechatronischer Komponenten. Der mechatronische Baukasten wird nach wie vor von Auftrag zu Auftrag erweitert und verbessert. (ku) □



Das Produkt zur Methode

Kürzere Durchlaufzeiten bei gesteigerter Qualität und reduzierten Kosten – das sind die Randbedingungen des Maschinen- und Anlagenbaus. Diese erfüllt das brandneue Eplan Engineering Center (EEC), das die Eplan Software & Service GmbH in Monheim entwickelt hat. Dieses interdisziplinäre Netzwerk erlaubt ein baukastenbasiertes Engineering, das die Brücke schlägt zwischen Elektrotechnik, Mechanik, Steuerungstechnik und Dokumentation.

Ziel ist ein informationstechnisches Netzwerk, das strukturiert und transparent jederzeit vollständige Daten liefert. Hier setzt das baukastenbasierte Engineering Center auf, das im Mittelpunkt sämtlicher Disziplinen steht und als eine Art Datenzentrale fungiert. Die Nutzung bedingt jedoch einen Wechsel der Arbeitsmethodik. Konkret wird jede Maschine bzw. das geplante Produkt zunächst in funktionale Einheiten unterteilt. Die benötigten Daten werden in ei-

nem Baukasten aufgerufen. Hierzu kommuniziert EEC mit dem Mechanik-CAD-System, der SPS-Programmierungsumgebung oder auch dem E-CAE-System. Vorhandene Systeme werden so in das EEC-Netzwerk eingebunden und erfüllen weiterhin ihre typische Funktion. Mit den disziplinspezifischen Baukästen lassen sich sämtliche Software- und Hardware-Informationen generieren. Hierzu gehören bspw. Elektro-Schaltpläne, Sensor-/Aktorlisten, Stücklisten, Me-

chanik-Zeichnungen, technische Beschreibungen oder auch die SPS-Software. Dabei ist der Anwender jedoch nicht gezwungen, sämtliche vorhandenen Daten immer komplett abzurufen. Es werden nur die Daten genutzt, die sich aus der funktionalen Struktur der Maschine ergeben. Dieser zentrale, strukturierte Zugriff auf alle relevanten Daten und disziplinübergreifenden Auswertungen, z. B. Verwendungsnachweise, sorgt für eindrucksvolle Transparenz. Mit der Vereinheitlichung von Begriffen und Schaltplanstrukturen erreicht der Anwender ein hohes Maß an Standardisierung. Effizienzsteigerungen von bis zu 30 % sind mit dieser modellbasierten Engineeringmethode durchaus realistisch.

Eplan Engineering Center

Engineering mit Kultur

Dipl.-Ing Dieter Pesch, zuständig für die strategische Marktentwicklung bei Eplan Software & Service über die Bedeutung des Eplan Engineering Center (EEC)



Herr Pesch, Eplan ist seit zwei Jahren bei Förderal dabei. Wie groß ist der Aufwand, ein Tool wie Eplan an die FIA andocken zu können?

In den letzten beiden Jahren haben wir zusammen mit den Projektpartnern sehr erfolgreich das Thema Hardware-Engineering im Rahmen des Förderalprojekts erforscht. Das Ergebnis ist die Festlegung der Vorgehensmethode, der Baukastensystematik und nicht zuletzt der Integration unserer Produkte. Das alles ist notwendig, um die gewünschten Nutzen und Vorteile realisieren zu können.

Warum engagiert sich Ihr Unternehmen bei Förderal?

Die Rahmenbedingungen unserer Kunden verlangen höchste Flexibilität. Gleichzeitig sind Kosten- und Qualitätsführerschaft sowie ein möglichst kurzes Time-to-Market zu realisieren. Das sind enorme Herausforderungen für das Engineering bzw. den Entwicklungsprozess in einem Unternehmen. Aspekte wie disziplinübergreifende Zusammenarbeit, Standardisierung und damit die Erhöhung des 'Re-use' stellen sich als unverzichtbar dar. Genau hier setzt Förderal mit seinen Methoden und wir mit dem Eplan Engineering Center auf.

Nachdem die Verlagerung von Produktionsstätten in Billiglohnländer fast schon an der Tagesordnung ist, denkt der eine oder andere mittlerweile laut darüber nach, das auch mit dem Engineering zu tun. Wie sehen Sie diese Entwicklung?

Für mich ist das ein Alarmsignal. Wie erwähnt stehen die Maschinen- und Anlagenbauer steigenden Kundenansprüchen bei gleichzeitigem Kosten-, Qualitäts- und Zeitdruck gegenüber. Da das Engineering meist der größte Kostenblock ist, versuchen einige Firmen jetzt hier den Hebel anzusetzen. Ich bin der Meinung, dass Deutschland ein Standort mit hervorragend ausgebildeten, innovativen Ingenieuren ist, von deren Leistungsfähigkeiten alle profitieren können. Es muss daher gelingen, die Entwicklungsprozesse zu optimieren. Förderal und unser Engineering Center sind hier ein hervorragender Lösungsansatz.

Das Engineering-Problem kennt keine Grenzen. Gibt es ähnliche Anstrengungen/Ansätze in den USA?

Die dortige Engineeringkultur ist eine andere. Viele Unternehmen machen in der Elektroplanung gerade erst den Schritt von einer reinen Zeichnungskultur auf CAD-Basis hin zum Engineering auf Basis dedizierter und für die Aufgabenstellung speziell entwickelter E-CAE-Systeme. Das ist schon ein enormer Produktivitätsgewinn, verlangt andererseits aber auch eine höhere Qualifikation des Anwenders. Gefordert wird nun der Ingenieur, nicht der Zeichner. Diese Umorientierung braucht noch einige Zeit, bevor der Markt für den nächsten Innovationsschritt bereit ist.

Wie sieht Ihre Vision im Engineering aus und bis wann sehen Sie diese umgesetzt?

Maschinen und Anlagen müssen schnell, kostenoptimiert und mit hoher Qualität entwickelt werden. Wir sehen das funktionale, disziplinübergreifende Engineering als unsere Antwort auf diese Anforderungen. Es muss eine Plattform geben, mit deren Hilfe man eine Maschine informationstechnisch modellieren kann. Die in diesem rein funktionalen Entwurf entstehenden Daten können in allen Disziplinen gleichermaßen genutzt werden. Die Generierung von z. B. SPS-Code oder Stromlaufplänen findet automatisch statt. Die Einbeziehung weiterer Bereiche ist uneingeschränkt möglich. So wird sichergestellt, dass man die übergreifenden Daten und die Leistungsmerkmale der disziplinspezifischen Spezialwerkzeuge (SPS-Programmiersystem, E-CAE usw.) gleichzeitig nutzen kann. Das Eplan Engineering Center als übergreifende, offene Engineeringplattform ermöglicht genau diese Vorgehensweise. Es wird im Rahmen der Hannover Messe 2004 erstmals präsentiert. (ku)