

Baukastensystematik in der Steuerungstechnik auf Basis einer Föderalen Informationsarchitektur

Dr. Ronald Angerbauer, Nagel Maschinen- und Werkzeugfabrik GmbH

Oberboihinger Str. 60, D-72622 Nürtingen, Germany, Tel: +49 7022 605 169,
Fax: +49 7022 605 169, E-Mail: r.angerbauer@nagel.com

Abstract

Das Engineering im Werkzeugmaschinenbau ist geprägt durch Forderungen des Marktes nach immer kürzeren Auftragsdurchlaufzeiten bei gleichzeitig gesteigerter Qualität und reduzierten Kosten. Dies stellt insbesondere hohe Anforderungen an die Erstellung und Inbetriebnahme der steuerungstechnischen Komponenten einer Maschine, die zunehmend größeren Anteil am Gesamtwertschöpfungsprozess haben. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wurden Konzepte zur Wiederverwendung auf Basis sogenannter Baukastensysteme, die in der mechanischen Konstruktion schon seit Langem eingesetzt werden, auf die Konstruktion der gesamten Elektrokonstruktion einer Maschine von den Schaltplänen über die Software bis hin zur Dokumentation übertragen. Herkömmliche Vorgehensweisen unterstützen jedoch nicht die baukastenorientierte Entwicklung über die verschiedenen Engineering-Systeme hinweg. Hierfür wurde auf der Basis einer Föderalen Informationsarchitektur eine Lösung erarbeitet. Die Umsetzung dieser Lösung wird exemplarisch am Beispiel der Firma Nagel aufgezeigt.

Stichworte

Föderale Informationsarchitektur, Baukastenorientierte Konstruktion, SPS-Programmierung, Stromlaufplanerstellung, Dokumentation, Maschinenbau

1 Einleitung

Um in die spezifischen Probleme und Randbedingungen der baukastenorientierten Steuerungstechnik einzuführen, wird zunächst beispielhaft die Firma Nagel vorgestellt. Sie ist ein mittelständisches Unternehmen aus dem Sondermaschinenbau. Das Produktspektrum umfasst die Technologien Honen, Stein- und Bandfinsh, Tiefbohren und Montage. Der Hauptkundenkreis ist die Automobilindustrie und ihre Zulieferer. Das Maschinenspektrum ist sehr weit gesteckt, von der einfachen handbeladenen Maschine bis hin zu komplexen Transferstraßen. Dabei liegt der Schwerpunkt auf der kundenspezifisch entwickelt und gefertigten Maschine. Ein Beispiel für eine solche kundenspezifische Maschine zeigt Bild 1. Es handelt sich

um eine Honmaschine mit 30 m Länge, 60 NC-Achsen, 7 Industrie-PCs, 2000 Ein- und Ausgängen und über 300 KW Anschlussleistung.

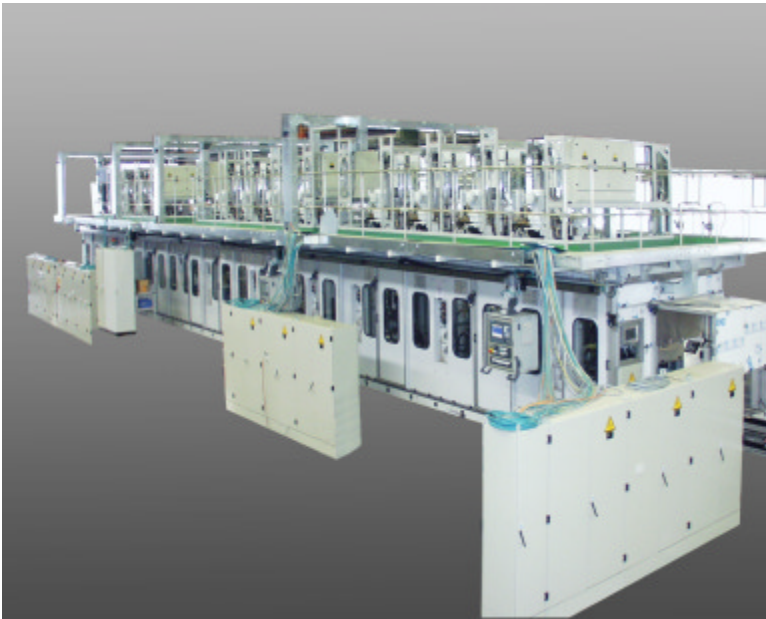


Abbildung 1: Kundenspezifisch entwickelte Honmaschine

Gesteuert werden die Maschinen der Firma Nagel, je nach Anforderungen der jeweiligen Applikation durch eine SPS oder NC. Für den Bereich Honen kommt eine eigentw-ickelte Technologiesteue-

rung in Verbindung mit einer SPS zum Einsatz.

Als Engineering-Werkzeuge kommen im Hause Nagel in der überwiegenden Zahl der Fälle für die Stromlaufplanerstellung EPLAN 5, für die Softwareerstellung Siemens STEP 7 in Verbindung mit dem Bedienoberflächenwerkzeug ProTool/Pro und für die Dokumentation die bereits genannten Systeme plus Redaktionssystem, Zeichenprogramme und Übersetzungsprogramme. Die informationstechnische Verknüpfung dieser Systeme untereinander und die Möglichkeit einer systemübergreifenden Wiederverwendung sind dabei unzureichend.

Die dargestellten Randbedingungen führten in der Vergangenheit zu einer Vielzahl von Varianten, die in der Steuerungsprojektierung beherrscht werden müssen. Verschärfend wirkt dabei, dass Konstrukteure erfahrungsgemäß individuelle Stile entwickeln und bevorzugt eigene Vorarbeiten wiederverwenden. Damit erhöhte sich die Anzahl der zu pflegenden Varianten nochmals.

Die Lösung dieser Problematik lag in der Einführung einer Baukastensystematik. Obwohl bei der Firma Nagel als Sondermaschinenbauer selten eine Maschine der anderen gleicht, finden sich doch in den Maschinen stets gleiche Grundkomponenten, denen dann entsprechende Bausteine zugeordnet werden können. Darüber hinaus war es wichtig diese Baukastensystematik über alle Bereiche der Steuerungsentwicklung, d.h. die HW- und SW-Konstruktion bis hin zur Dokumentation durchgängig informationstechnisch zu unterstützen, um zu vermeiden, dass bereits vorhandene Informationen stets aufs Neue in den unterschiedlichen Engineering-Systemen eingegeben werden müssen. Aufbauend auf dieser informationstechni-

schen Verknüpfung war es dann möglich einzelne Konstruktionsabläufe zu automatisieren.

Die wesentlichen Grundlagen für diese Entwicklungen liefert das vom BMBF über den Projektträger PFT geförderte Projekt Föderal zur Bereitstellung einer Föderalen Informationsarchitektur, dessen aktuelle Ergebnisse – jeweils reflektiert am Anwendungsbeispiel Firma Nagel – hier vorgestellt werden sollen.

2 Baukastensysteme für die Steuerungstechnik

2.1 Baukastenorientierte Vorgehensweise

Die Engineering-Prozesse in den Entwicklungs- und Konstruktionsabteilungen von Maschinen- und Anlagenbauern sind oft über Jahre gewachsen. Die Wiederverwendung von Entwurfsunterlagen erfolgt i.d.R. durch das Kopieren von Dateien aus alten Projekten:

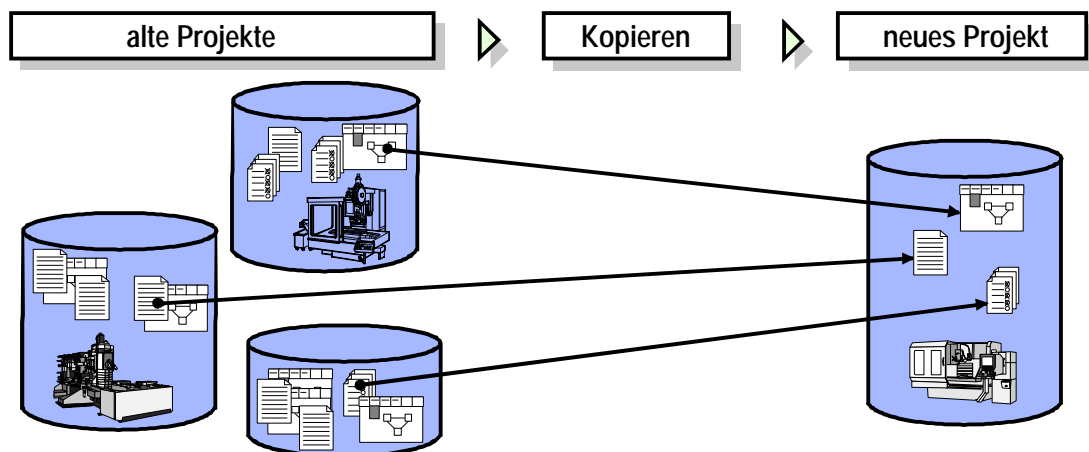


Abbildung 2: Klassische Vorgehensweise bei der Projekterstellung

Diese Vorgehensweise hat jedoch negative Auswirkungen auf

- die Engineering-Kosten: Mehrfachentwicklungen entstehen durch eine fehlende projektübergreifende Abstimmung.
- die Qualität: Fehler aus alten Projekten werden in neue Projekte übernommen; Projektteile aus unterschiedlichen Projekten führen zu Inkonsistenz.
- die Inbetriebnahme: mangelnde Qualität und stets andere SW-Strukturen führen zu langen Inbetriebnahmezeiten.
- den Service: Aufgrund der fehlenden Standardisierung entstehen hohe Aufwände für das Servicepersonal.

Maschinen- und Anlagenbauer sind daher bestrebt, das direkte Kopieren von Entwurfsunterlagen zu vermeiden und eine baukastenbasierte Wiederverwendung zu erreichen:

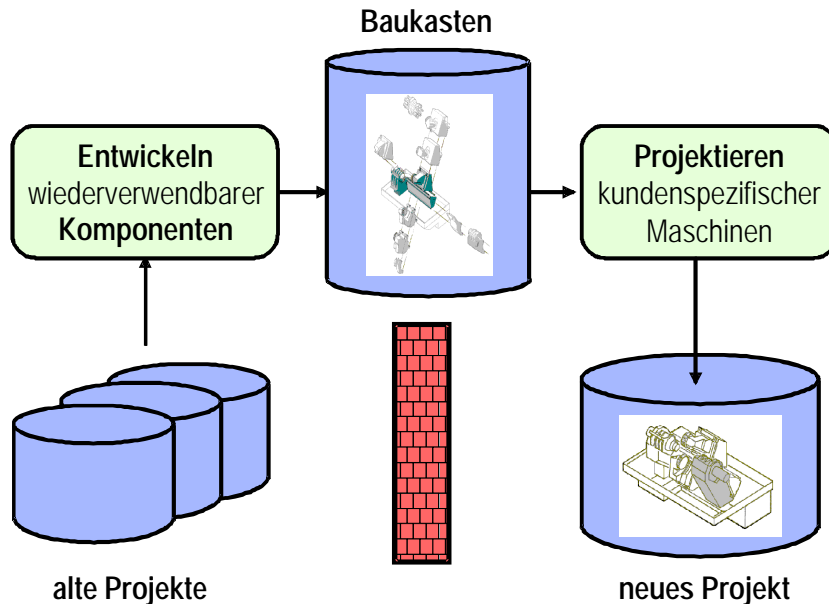


Abbildung 3: Baukastenorientierte Vorgehensweise der Projekterstellung

Die baukastenbasierte Wiederverwendung hat gegenüber der Wiederverwendung durch Kopieren eine Reihe von Vorteilen:

- Aufbau eines projektneutralen Firmenstandards.
- Zentrale Repräsentation des Firmen-Know-hows.
- Arbeitsteilung der Engineering-Aufgaben in Entwicklung und Konstruktion.
- Reduzierung von Durchlaufzeiten durch vorgefertigte Baugruppen.
- Reduzierung von Fertigungskosten.
- Systematische Erhöhung der Verfügbarkeit auf der Basis wiederverwendeter, erprobter Komponenten.
- ...

Trotz dieser Vorteile erfolgt die baukastenbasierte Wiederverwendung häufig nur in Teilbereichen, z.B. lediglich in der Softwareentwicklung. Die wesentliche Ursache hierfür liegt darin, dass große, im Maschinen und Anlagenbau wiederverwendbare Einheiten komplexe, mechatronische Komponenten sind, die nicht als abgeschlossene physische Einheit existieren.

Mechatronische Komponenten bestehen im allgemeinen aus Teilkomponenten, die an unterschiedlichen Orten innerhalb von Maschinen und Anlagen (Bearbeitungseinheit, Schaltschrank, Software, Dokumentation, etc.) verteilt sind.

Mechatronische Komponenten entstehen durch die Zusammenarbeit unterschiedlicher Ingenieurdisziplinen (Mechanik- und Elektrokonstruktion, Softwareentwicklung, technische Redakteure, etc.), die jeweils mit aufgabenspezifischen IT-Lösungen arbeiten. Dies führt dazu, dass Entwurfsunterlagen nicht entsprechend den Anforderungen der Wiederverwendung sondern orientiert an vorhandenen Systemlösungen abgelegt sind.

Diese Situation führt dazu, dass Baukastensysteme zwar teilweise mental, d.h. in den Köpfen der Mitarbeiter vorhanden sind, es allerdings an einer informationstechnischen Engineeringssystem-übergreifenden Abbildung fehlt. Es sind daher zeitaufwändige, manuelle Routinetätigkeiten erforderlich, um kundenspezifische Maschinen durch eine systematische, baukastenbasierte Wiederverwendung zu projektieren.

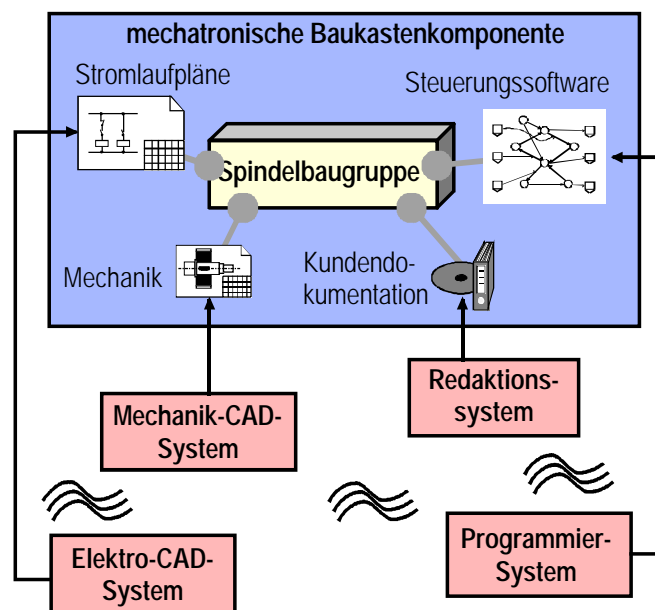
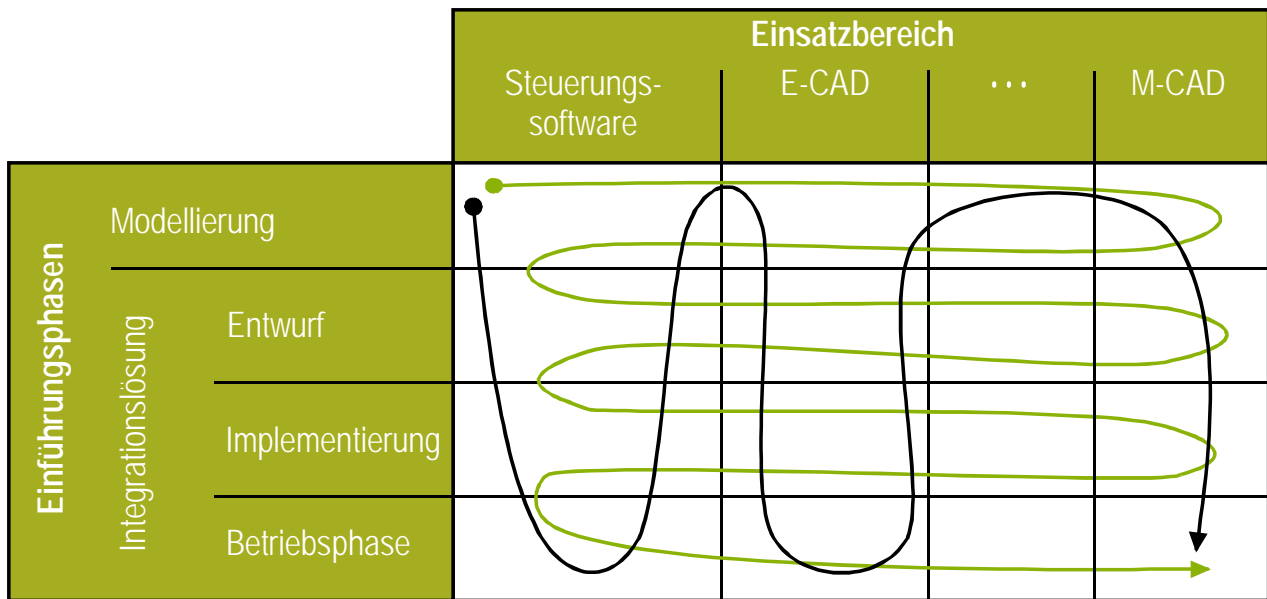


Abbildung 4: Mechatronische Basiskomponente

2.2 Strategien zur Einführung von Baukastensystemen

Die Einführung eines firmenspezifischen Baukastensystems erfordert eine abteilungsübergreifende Abstimmung bei der Definition von Begrifflichkeiten, Schnittstellen, usw. Dabei sind die in der folgenden Abbildung dargestellten Vorgehensweisen möglich:



● → Globalstrategie ● → Keimzellenstrategie

Abbildung 5: Strategien zur Einführung von Baukastensystemen

- **Globalstrategie:** Ein firmenspezifisches Baukastensystem wird zunächst interdisziplinär modelliert. Anschließend wird die informationstechnische Integration basierend auf Basis der Föderalen Informationsarchitektur entworfen, implementiert und eingeführt.
- **Keimzellenstrategie:** Die Phasen der Einführung werden zunächst für einen eingeschränkten Einsatzbereich durchlaufen. Anschließend wird der Einsatzbereich schrittweise erweitert.

Die Keimzellenstrategie hat gegenüber der Globalstrategie folgende Vorteile:

- Rasche Nutzung und damit schnelle Umsetzung von Kostenersparnissen, die wiederum als Investitionsbasis für die Erschließung weiterer Bereiche dienen können.
- Geringeres Risiko, da rasch Erfolge sichtbar werden und wesentlich weniger Vorleistungen bis zum ersten Umsetzen der Baukastensystematik notwendig sind.

Die Keimzellenstrategie hat jedoch folgenden Nachteil:

- Durch die nachträgliche Integration weitere Bereiche, werden u.U. Änderungen in den bereits umgesetzten Bereichen notwendig.

Im Fallbeispiel der Firma Nagel fiel die Entscheidung unter Abwägung der Vor- und Nachteile auf die Keimzellenstrategie, unter der Annahme, dass die notwendigen Anpassungsaufwendungen durch die erzielbaren sofortigen Einsparungen aus-

geglichen werden (Angerbauer, Dreyer, Lewek, 2000). Als Keimzelle dient bei der Firma Nagel der Bereich der Steuerungssoftware.

2.3 SW-Baukasten am Beispiel der Firma Nagel

Ansatzpunkt für das Design des SW-Baukastens waren die in allen Produktbereichen vorkommenden Maschinengrundkomponenten z.B. Achsen, Hydraulikaggregate u.a. Für jede dieser Maschinengrundkomponenten wurde ein Softwarebaustein entwickelt, der mehrere mechanische bzw. elektrische Varianten der Komponente abdeckt, beispielsweise Hydraulikaggregate mit und ohne Dichtheitsprüfung des Reservoirs. Die Grundidee für den Aufbau der Softwarebausteine wurde den aus der Computertechnik bekannten Einsteckkarten entlehnt. Analog dazu definiert jeder Softwarebaustein die für seine Maschinekomponente notwendigen Prozesssignale, Freigaben, Betriebsarten und Diagnosemeldungen. Die Kommunikation zwischen den Softwarebausteinen erfolgt über einen firmenweit standardisierten, universell von der Einzelmaschine bis zur Transfermaschine, auch über Hardwaregrenzen hinweg einsetzbaren Softwarebus. Durch den standardisierten Aufbau der Schnittstellen und die vereinheitlichten Kommunikationsmechanismen des Softwarebusses können Bausteine ohne Kenntnis von Implementierungsdetails wiederverwendet werden.

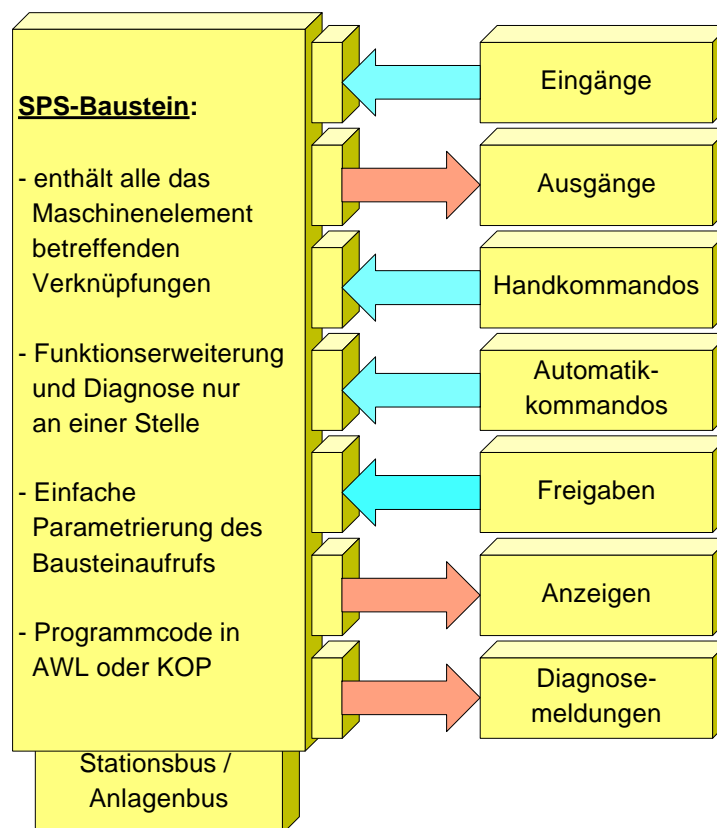


Abbildung 6: Grundaufbau der SW-Bausteine

Das Konzept der SW-Busse beruht auf dem Prinzip die zwischen den Bausteinen ausgetauschten Signale zu standardisieren. Erst dieser Schritt ermöglicht es die Integration der Bausteine in eine Maschinenkonfiguration nach dem Prinzip Plug-and-Play auszuführen. Dabei werden zwei verschiedene SW-Busse unterschieden. Der Stationsbus synchronisiert die Bausteine einer Einheit bzw. Bearbeitungsstation. Der Anlagenbus synchronisiert alle Stationsbusse einer Anlage auch über Steuerungsgrenzen hinweg.

Ein Merkmal der SW-Bauteile ist die Kapselung der Spezifika (z.B. Fehlermeldungen) der jeweiligen Steuerungsplattform in grundlegenden Diensten mit stets gleichen Schnittstellen. So ist es möglich die Bausteine unverändert auf verschiedenen Steuerungsplattformen einzusetzen. Lediglich die jeweiligen Plattformfunktionen sind auszutauschen.

Beim Design der Bausteine wurde auf eine möglichst große Allgemeingültigkeit geachtet. Damit lies sich die Zahl der Varianten überschaubar halten. Dies erleichtert ganz wesentlich die Pflege des Baukastens.

Da nun nicht mehr für jede Maschine „neue“ Bausteine entwickelt und getestet wurden, sondern auf bereits existierende, mehrfach eingesetzte und damit fehlerarme Bausteine zurückgegriffen werden konnte, verringerte sich die zur Erstellung der Steuerungsprogramme notwendige Bearbeitungszeit. Zugleich stieg die Qualität der erstellten Programme. Die Inbetriebnahmezeiten konnten gesenkt werden durch vertrauten Strukturen, das Grundprinzip der SW-Struktur „alles auf einen Blick“ sowie durch bewährte und fehlerarme Komponenten.

Probleme ergaben sich jedoch bei der informationstechnischen Umsetzung des Baukastensystems mit den Standardwerkzeugen der Steuerungshersteller, beispielsweise dem SIMATIC-Manager von Siemens für die S7-Welt. Dies liegt an der fehlenden Unterstützung baukastenorientierter Entwicklungsweisen konventioneller Engineering-Systeme im Bereich der PLC-SW. Hier sind erst durch die Einführung der Föderalen Informationsarchitektur große Fortschritte erzielt worden.

3 Föderale Informationsarchitektur

3.1 Das Projekt Föderal

Um die in den vorangegangenen Kapiteln aufgezeigten Probleme der mangelnden Unterstützung heutiger Engineering-Systeme für die baukastenorientierte Vorgehensweise sowie die zu geringe informationstechnische Verknüpfung der Engineering-Systeme untereinander zu lösen, wurde das Föderal-Projekt Anfang 2001 gestartet. Abbildung 6 zeigt die Projektpartner von Föderal.



Abbildung 7: Projektpartner von Föderal

Die Firmen und Forschungseinrichtungen arbeiten übergreifend mit dem Ziel zusammen, den Aufwand für die Umsetzung firmenspezifischer Baukastensysteme zu reduzieren. Voraussetzung hierfür ist eine firmenneutrale IT-Lösung, die folgenden Anforderungen genügen muss:

- Die Einführung entsprechend einer Keimzellenstrategie bedingt, dass die Analyse und Modellierung des Baukastensystems, die Integration vorhandener Systeme und die Arbeit mit der IT-Lösung iterativ erfolgen. Es ist daher erforderlich, dass diese Phasen auf einer durchgängigen Datenbasis aufsetzen.
- Die IT-Lösungen muss beliebig an firmenspezifische Gegebenheiten angepasst werden können. Sie muss daher modular und offen sein.
- Um die Komplexität des Zugriffs auf Daten in unterschiedlichen, vorhandenen Systemen zu reduzieren, muss ein einheitlicher Zugriffsmechanismus definiert sein, dem eine langlebige, neutrale Schnittstelle zugrunde liegt.
- Routinetätigkeiten bei der Projektierung kundenspezifischer Maschinen aus dem Baukasten müssen automatisiert werden können (z.B. Generierung kundenspezifischer Entwurfsunterlagen).
- Die IT-Lösung muss es ermöglichen, die Konsistenz des Baukastens und kundenspezifischer Maschinen zu prüfen.

- Vorhandene Engineering-Systeme müssen sich in die IT-Lösung integrieren lassen. Es soll kein neues Engineering-System für die einzelnen Teilbereiche entstehen, sondern es sollen die vorhandenen Engineering-Systeme informationstechnisch verknüpft werden.

Eine einfache und flexible Realisierung von Baukastensystemen auf der Basis vorhandener Engineering-Systeme wird auf der Basis eines semantischen Netzes erreicht.

3.2 Semantisches Netz

Das semantische Netz ist ein Informationsmodell, das ursprünglich aus dem Bereich der KI-Forschung und dort insbesondere der Spracherkennung kommt. Es besteht im wesentlichen aus typisierten Knoten und Kanten. Mit ihm lassen sich sehr leicht Informationszusammenhänge modellieren (Schulzki-Haddouti, Brückner, 2001).

Das mentale Modell der einzelnen Engineering-Disziplinen (Abbildung 8) wird mit Hilfe des semantischen Netzes in ein Informationsmodell umgesetzt (Abbildung 9). Dieses Informationsmodell steht im Rahmen der Föderalen Informationsarchitektur mit den vorhandenen Engineering-Systemen und ihren Daten in Beziehung (Abbildung 10).

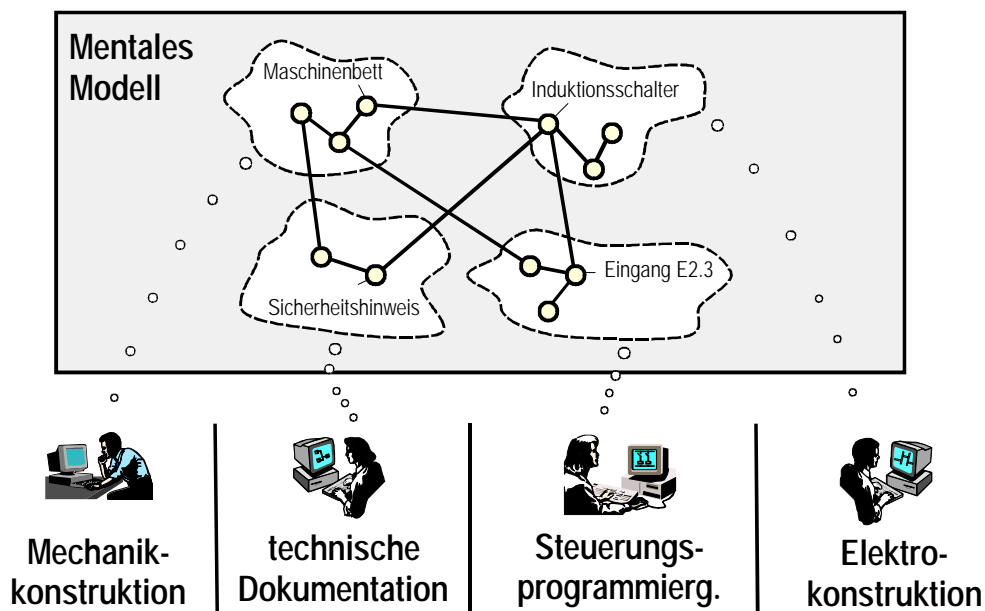


Abbildung 8: Das mentale Modell der einzelnen Engineering-Disziplinen

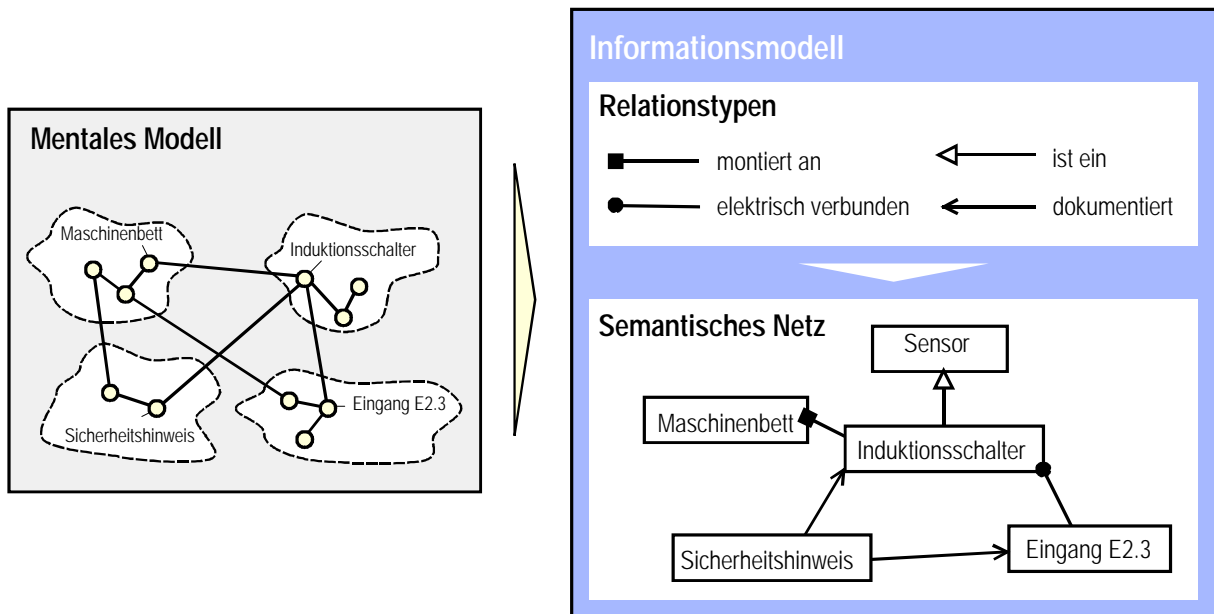


Abbildung 9: Umsetzung des mentalen Modells in ein Informationsmodell

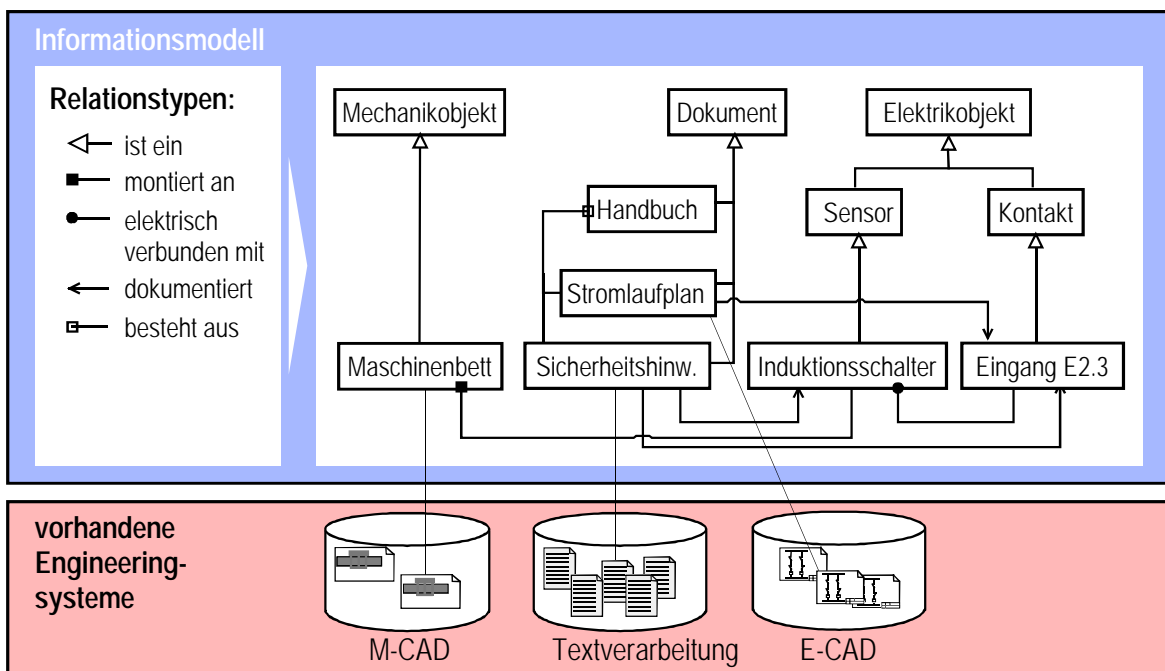


Abbildung 10: Anbindung des Informationsmodells an vorhandene Informationssysteme - die Föderale Informationsarchitektur

Das semantische Netz erfüllt in der Föderalen Informationsarchitektur zwei Aufgaben:

- Wissensmanagement: Es wird eine ausdrucksstarke Darstellung von Zusammenhängen ermöglicht (Modellierungsmethodik).

- Zugriffsschnittstelle: Vorhandene Daten in Dateisystemen, Datenbank, XML-Dateien, OLE-Objekten, etc. werden einheitlich im semantischen Netz repräsentiert.

Es definiert eine allgemeine, langlebige Schnittstelle für heterogene Datenquellen. Durch ein semantisches Netz ist es möglich, ein firmenspezifisches Baukastensystem entsprechend der Keimzellenstrategie iterativ einzuführen und dabei eine durchgängige Datenbasis schrittweise zu detaillieren und zu erweitern.

3.3 Föderale Informations-Architektur (FIA)

Die FIA ist eine IT-Lösung zur Unterstützung baukastenbasierter Engineering-Prozesse. Vorhandene Systeme werden dazu im föderalen Sinne integriert (Busse, Kutsche, Leser, Weber, 1999). Die Daten werden in den vorhandenen Engineering-Systemen belassen, damit diese selbstständig weiterverwendet werden können. In einer übergeordneten Ebene ermöglicht die FIA die Beschreibung von Baukastenmodellen, einen integrierten Zugriff auf heterogene Daten sowie die Automatisierung von Abläufen.

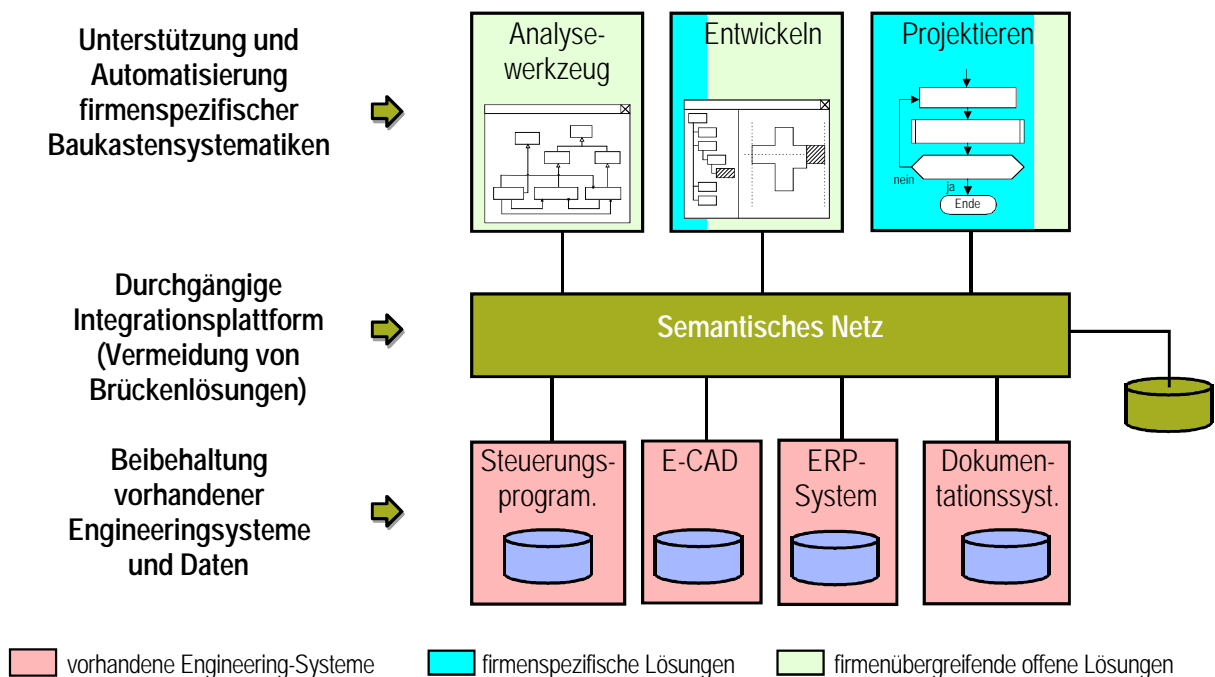


Abbildung 11: Föderale Informationsarchitektur

Die Integration vorhandener Systeme in die FIA erfolgt über Komponentenschnittstellen (Microsoft-COM, Corba, ...) oder Schnittstellen der Datenquellen (SQL, XML, FTP, ...). Zusammenhänge zwischen den heterogenen Datenbeständen werden zentral gespeichert.

Übergreifende Aufgaben, beispielsweise die Modellierung des firmenspezifischen Baukastensystems, werden durch Anwendungskomponenten unterstützt. Von den Anwendungskomponenten wird über eine einheitliche Schnittstelle auf die heterogenen Datenbestände zugegriffen.

Die FIA ist eine offene Software-Architektur, die bereits firmenübergreifend wiederverwendbare Funktionalitäten (Unterstützung der Mehrsprachlichkeit, Schnittstellen zu verbreiteten Steuerungsprodukten, E-CAD-Systemen, etc.) bereitstellt. Ihr modularer Aufbau ermöglicht spezifische Erweiterungen für die Umsetzung firmenspezifischer Prozesse.

4 Stand der Arbeiten und Ausblick

Das Föderal-Projekt ist in drei Abschnitte untergliedert (Abbildung 12). Der erste Abschnitt in dessen Mittelpunkt neben der Föderalen Informationsarchitektur die Unterstützung der baukastenorientierten Entwicklung von Steuerungssoftware stand wurde bereits erfolgreich abgeschlossen (Angerbauer, 2002). Die Ergebnisse wurden am 18.3.2002 in einer Informationsveranstaltung der breiten Öffentlichkeit vorgestellt. Interessierte Firmen wurden mit dem Ende der ersten Projektphase die Möglichkeit eröffnet, von den Ergebnissen des Föderal-Projektes schon frühzeitig zu profitieren. Dazu wurden projektbegleitend zwei Arbeitskreise mit den Themen Baukastensystematik und Föderale Informationsarchitektur ins Leben gerufen.

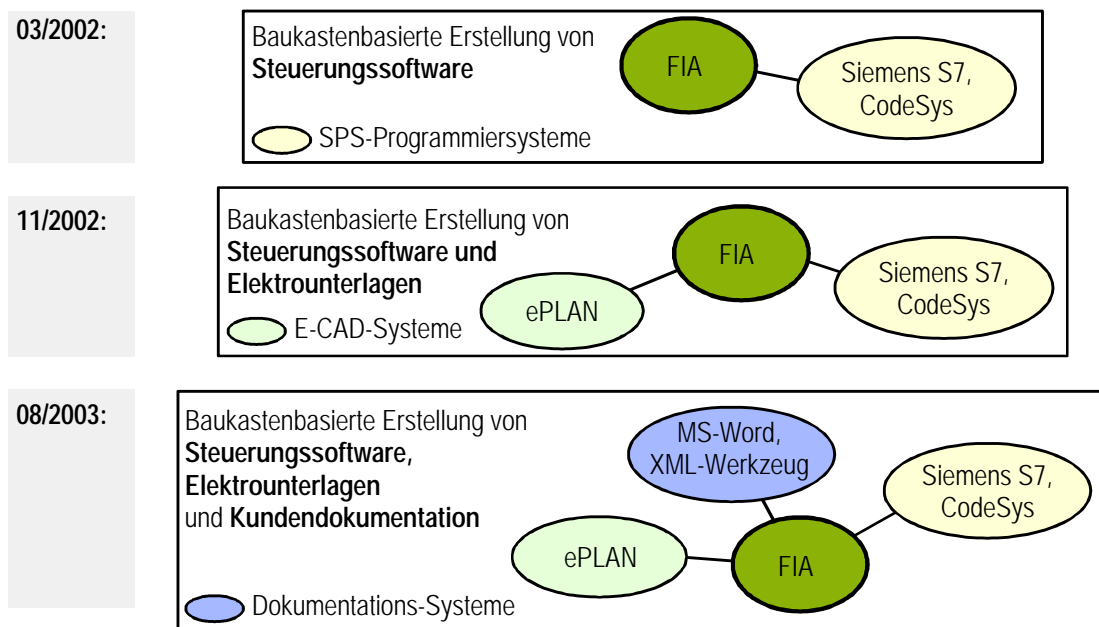


Abbildung 12: Projektphasen von Föderal

Das Projekt konzentriert sich zur Zeit auf die Integration der baukastenorientierten Stromlaufplanerstellung. Erste Ergebnisse sollen bis zum Ende des Jahres 2002 vorliegen.

5 Zusammenfassung

Die bisherigen Ergebnisse des Projektes Föederal haben gezeigt, dass die Föderale Informationsarchitektur sehr gut geeignet ist, die baukastenorientierte Vorgehensweise über alle Bereiche der Steuerungsentwicklung von der Schaltplanentwicklung über die Softwareerstellung bis hin zur Dokumentation zu unterstützen. Dabei wird keinesfalls ein neues Werkzeug entwickelt, das alle Bereiche des Entwicklungsprozesses abdeckt, sondern vielmehr die vorhandenen Engineering-Werkzeuge informationstechnisch miteinander verknüpft. Diese informationstechnische Verknüpfung und die Unterstützung der baukastenorientierten Entwicklung, die viele Engineering-Werkzeuge in dieser Form nicht mitbringen, erschließt ein großes Rationalisierungspotential. Im Fallbeispiel der Firma Nagel werden die Einsparungen im bereits umgesetzten Bereich der SW-Entwicklung mit ca. 30 % abgeschätzt. Das Einsparungspotential vergrößert sich mit jedem zusätzlich integrierten Bereich. In Zukunft sollten über das Föederal-Projekt hinaus auch die Bereiche außerhalb der Steuerungsentwicklung integriert werden, z.B. die Mechanik-konstruktion bis hin zum Vertrieb. Neben geringeren Aufwendungen ergeben sich somit auch kürzere Auftragsdurchlaufzeiten bei gleichzeitig gesteigerter Qualität.

Literatur

- Angerbauer R.: *SPS-Software aus dem Baukasten – Ein Erfahrungsbericht*. VDMA-Nachrichten, Nr. 1, 2002, S. 45-46.
- Angerbauer, R.; Dreyer, J.; Lewek, J.: *Software-Architektur zur flexiblen Unterstützung von baukastenorientierten Entwicklungsprozessent*. Tagungsband zum IT & Automation Kongreß, Nürnberg, 28.11.-30.11.2000.
- Busse, S.; Kutsche R.-D.; Leser, U.; Weber, H.: *Federated Information Systems: Concepts, Terminology and Architecturest*. Technische Universität Berlin, Fachbereich 13 Informatik CIS Einsteinufer 17, D-10587 Berlin.
- Schulzki-Haddouti, C.; Brückner, A.: *Die Suche nach dem Sinn*. c't, Magazin für Computer Technik 6/2001, S. 316-324.

Über den Autor:

Ronald Angerbauer studierte Informatik mit Schwerpunkt „Anwenderorientierte Informatik“ und Nebenfach Elektrotechnik an der Universität Stuttgart. Er promo-

vierte 1995 im Fachbereich Maschinenwesen am Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW) unter Prof. Pritschow mit dem Thema „Anwenderorientierte Programmierung von fahrerlosen Transportsystemen“. Nach der Promotion wechselte Herr Angerbauer zur Firma Müller Weingarten als stellvertretender Leiter der Elektrokonstruktion. Seit 1997 ist er Leiter der Elektrokonstruktion bei der Firma Nagel Maschinen- und Werkzeugfabrik in Nürtingen. Er ist damit verantwortlich für die Stromlaufplanerstellung, Steuerungssoftwareentwicklung und die Kundendokumentation.