

G. Schuh, J. Meier, J. Chr. Desoi, R. Dellanoi

Plattformen für elektrische Antriebe – Produktkomplexität analysieren und optimieren

Platforms for Electric Drives – Analysis and Optimization of Product Complexity

Inhalt Vor dem Hintergrund, den zunehmenden Marktanforderungen gerecht zu werden und den Kunden in verschiedensten Branchen schnell die geforderten Antriebseinheiten bereitzustellen, hat Siemens Automation & Drives sein Angebotsspektrum auch bezüglich der elektrischen Antriebstechnik kontinuierlich erweitert. Gerade eine gezielte Plattformstrategie mit einer modularen Produktarchitektur ermöglicht hier eine effiziente Umsetzung der Kundenanforderungen und eine schnelle Reaktion auf individuelle Kundenwünsche. Hierzu führten Siemens, das Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen und die Schuh Komplexitätsmanagement Gruppe (GPS) das gemeinsame Projekt „Plattformmethodik am Beispiel der Antriebstechnologie“ durch.

Abstract To satisfy the increasing market requirements and to provide quickly the customers of several branches with the demanded drive units, Siemens Automation & Drives has continued to expand its product range including electrical Drives systems. Especially a specific platform strategy with a modular product architecture enables an efficient realization of the customer requirements and a fast reaction to individual customer requests. Therefore Siemens, the laboratory for machine tools and production engineering (WZL) of the RWTH Aachen university and the Schuh complexity management group carried out a joint project.

1 Ausgangssituation

Elektrische Antriebe von Siemens werden weltweit in verschiedensten Maschinen und Anlagen eingesetzt. Unterschiedliche Markt- und Kundenanforderungen an die Antriebstechnologie stellen die Spezialisten aus Erlangen vor die Herausforderung, vom Markt geforderte Antriebseinheiten zu entwickeln und

trotz des breiten und z.T. individuell adressierten Anwendungsspektrums wirtschaftliche Skaleneffekte zu erzielen. Selbst die exemplarische Betrachtung weniger Variantentreiber wie z. B. Einsatzgebiet, Leistungsbereich, Anschlussbedingungen u.a. veranschaulicht deutlich, dass hierbei die Wettbewerbsfähigkeit nur durch ein gezieltes Produktarchitekturmanagement [1] sichergestellt werden kann.

Intelligente Produktplattformen ermöglichen eine schnelle und kostengünstige Integration von Kundenwünschen in das Produktprogramm [2]. Zentrale Herausforderungen in der Erstellung geeigneter Plattformen ist eine modulare Produktarchitektur. Modulare Architekturen ermöglichen es, neue bzw. kundenspezifische Produktvarianten auf klar abgegrenzte Applikationsentwicklungsumfänge zu begrenzen. Gegenüber der reinen Variantenreduzierung liegt hier also der Fokus nicht auf der schlichten Optimierung des Produktprogramms, sondern auf einer Vorausplanung denkbarer Varianten inner-

halb der fokussierten Antriebsfamilien [3].

Zu diesem Zweck haben Siemens, das Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen und die Schuh Komplexitätsmanagement Gruppe (GPS) die gemeinsame Fallstudie „Plattformmethodik am Beispiel der Antriebstechnologie“ durchgeführt.

2 Lösungsansatz Plattformmethodik zur Produktgestaltung

Der folgende Beitrag verdeutlicht die wesentlichen Vorgehensschritte und Randbedingungen zur praktikablen Umsetzung einer Plattformstrategie für Antriebseinheiten. In der Literatur liegen verschiedene Begriffsdefinitionen vor [4]. Nach Autorensicht ist der Begriff „Produktplattform“ wie folgt zu verstehen:

Eine Produktplattform besteht aus der Zusammenfassung derjenigen Komponenten, Schnittstellen und Funktionen, die über die Varianten einer Produktfamilie vereinheitlichtbar und zeitlich stabil sind.

Autoren

Prof. Günther Schuh
Dipl.-Ing. Jens Meier
Dipl.-Ing. Jens Christian Desoi, alle

Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen
Steinbachstr. 53
52074 Aachen
E-Mail: J.Meier@wzl.rwth-aachen.de
J.Desoi@wzl.rwth-aachen.de

Dipl.-Ing. Richard Dellanoi
GPS Komplexitätsmanagement AG, St. Gallen

Die Gestaltung einer solchen Plattformstrategie ist losgelöst von der eigentlichen Produktentwicklung durchzuführen. Ein wesentlicher Schritt bei der Erarbeitung der Plattformstrategie ist die Festlegung, welche Strukturen und welche Bestandteile eine Plattform umfassen soll. Prinzipiell soll die Planung auf folgenden Elementen beruhen [5]:

- Kenntnis der relevanten Marktsegmente (Differenzierungsmöglichkeiten in den belieferten Branchen, Preisbereitschaft für einzelne Produktfunktionen bzw. -eigenschaften in den jeweiligen Marktsegmenten, Wachstumschancen in den Märkten, Marktanteile von Siemens in den betrachteten Segmenten)
- Kenntnis der eigenen Produktarchitekturkonzepte der bereits existierenden Antriebe
- Kenntnis der bisherigen Plattformen und Produktarchitekturen der relevanten Wettbewerber
- Kenntnis der eigenen Möglichkeiten bezüglich neuer Technologien und Fertigungsverfahren, neuer Prozesse, des zur Verfügung stehenden Fabrik-Layouts sowie der Materialbezüge.

Auf dieser Basis erfolgt mit allen notwendigen Organisationseinheiten (strategisches Marketing, Fertigung/ innerbetriebliche Logistik, Entwicklung, Vertrieb) die Plattformentwicklung. Diese Gestaltung einer neuen Antriebsfamilie auf Basis einer Produktplattform lässt sich jedoch nicht mit einem rein sequentiellen Ansatz angehen. Zum einen fehlt es an detaillierten Informationen und Lösungen zukünftiger und aktueller Herausforderungen; zum anderen gibt es keine systematischen Techniken für die kreative Gestaltung von Entwicklungen [6]. Allerdings kann ein Verfahren angeboten werden, das eine approximativ optimale Gestaltung einer Produktplattform für die betrachtete Antriebsgruppe ermöglicht. Wesentlich für den Erfolg der Plattformstrategie ist hierbei, die Sichten der unterschiedlichen Anspruchsgruppen (Entwicklung, Fertigung/Montage, Einkauf, Vertrieb/Kunde/Service) einzubeziehen und die jeweiligen Anforderungen an die Produktarchitektur und die Gestaltung der Antriebsplattform zu berücksichtigen (Bild 1) [7] [8].

Bei der operativen Gestaltung der Plattformen für die geplanten und denkbaren Antriebsvarianten empfiehlt sich ein mehrstufiges Vorgehen, das iterativ bis zum Erreichen einer geeigneten Produktarchitektur der elektrischen Antriebe zu durchlaufen ist. Die ersten Schritte dieser Methodik sind konzeptneutral, d.h. unabhängig von der eingesetzten Technologie zur Produktrealisierung. An dieser Stelle findet die potenzielle Notwendigkeit neuer oder aufwändiger Fer-

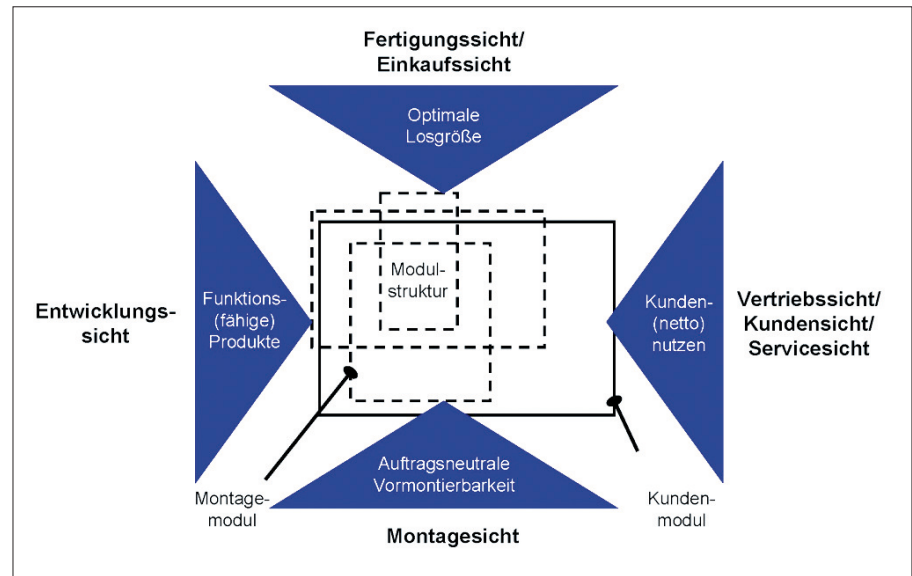


Bild 1

Sichtweisen auf die Modulstruktur

tigungsprozesse noch keine Berücksichtigung. Für die Konkretisierung der weiteren Stufen ist aufgrund des vorausplanenden Charakters der Plattformgestaltung eine szenariobasierte, umsetzungsspezifische Betrachtung notwendig (Bild 2).

2.1 Analyse der Anforderungen

Die erste Stufe der Methodik stellt die Betrachtung der von Siemens belieferten Märkte und Anwendungsgebiete der Antriebe dar. Hierfür werden alle Anforderungen potenzieller Kunden und Branchen, sowohl allgemeiner als auch spezifischer Art, erfasst. Dazu können Marktrecherchen und Wettbewerbsanalysen verwendet werden. Wichtig ist dabei die Gewichtung der Anforderungen sowie die Analyse der Produktmerkmale der Wettbewerber. Die erfassten Anforderungen werden anschließend mittels entsprechender Segmentierungskriterien strukturiert. Sinnvolle Kriterien sind dabei Absatzregionen, Anwendungen, Branchen (z.B. Papier, Werkzeugmaschinen, Textil, Kunststofftechnik) und Technologien (zum Beispiel der verschiedenen Bussysteme, etc.). Die so definierten Segmente sind daraufhin hinsichtlich ihrer Marktpriorität zu analysieren. Hierzu werden Marktattraktivität sowie die Wettbewerbsstärke mittels Portfoliotechnik gegenübergestellt. Die Höhe der Marktattraktivität resultiert aus dem zu erwartenden Marktvolumen, der Marktentwicklung sowie der vorherrschenden Wettbewerbsintensität. Die Wettbewerbsstärke ergibt sich aus der Abschätzung der Marktanteile, der Umsatzentwicklung, der Differenzierungsstärke sowie der Profitabilität der Segmente. Resultiert aus der Analyse der Marktattraktivität und der Wettbewerbsstärke eine hohe Marktpriorität, ist das entsprechende Marktseg-

ment auszubauen, bei mittlerer Priorität ist das Segment detaillierter zu analysieren und bei niedriger Marktpriorität ist das entsprechende Segment aufzugeben bzw. opportunistisch zu verfahren. Ergebnis dieses Schrittes ist die Festlegung der relevanten Marktsegmente sowie ein daraus abgeleitetes Anforderungsprofil.

2.2 Funktionsspezifikation

Aufbauend auf den Erkenntnissen der Markt- und Anforderungsanalyse werden in einem nächsten Schritt die technischen Funktionen aus den jeweiligen Anforderungen abgeleitet und mittels Matrizen-technik zugeordnet. Technische Funktionen stellen in diesem Zusammenhang Produktmerkmale (z. B. Leistungsbereich oder Regelqualität) und Ausprägungen dieser Merkmale (z. B. in Leistungsstufen 100 W–1 KW; 1 KW–10 KW; ...) dar. Zur Strukturierung der Produktfunktionen im sogenannten Merkmalbaum sowie der Formulierung von Verboten und Geboten der Funktionskombination kann der „Complexity Manager“ als Hilfsmittel herangezogen werden. Der Complexity Manager wurde in den 90er Jahren am Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH mit dem Ziel entwickelt, Komplexität in der Produktarchitektur transparent darzustellen und szenariobasierte Optimierungen im Sinne der Variantenbeherrschung zu ermöglichen. Heute wird der Complexity Manager funktional von der GPS Komplexitätsmanagement Gruppe weiterentwickelt und vertrieben.

Neben der Überführung der direkten Anforderungen an das Produkt in entsprechende Produktfunktionen wird als notwendige Basis zur Ermittlung der Preisqualität der definierten Marktsegmente die Preis-

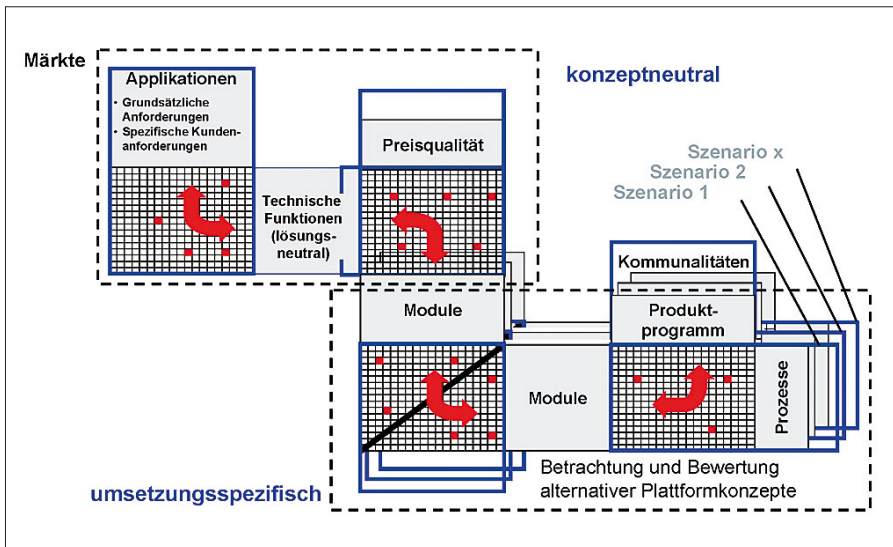


Bild 2

Vorgehensweise zur Plattformgestaltung

bereitschaft für die abgeleiteten Produktfunktionen ermittelt. Aufbauend wird festgelegt, welche Funktionen für welche Marktsegmente als Standard zu definieren sind. Standards sind in der Regel immer Bestandteil der Plattform. Produktfunktionen mit geringer Nachfrage werden dagegen als Kundenoptionen angeboten und sind nur durch vorgedachte Applikationen in den Plattformumfang zu integrieren. Kundenspezifisch gestaltete Funktionen werden ebenfalls durch Applikationsentwicklungen integriert, diese werden jedoch weder vorgedacht noch technisch ausgelegt. Ergebnis dieser Phase ist eine hinsichtlich Preisbereitschaft einzelner Marktsegmente bewertete Funktionsstruktur des Produktes.

2.3 Modularisierung und Schnittstellenbeschreibung

Nachdem Marktsegmente, Anforderungen und Funktionen für das Produkt ermittelt sind, werden entsprechende Baustrukturen mittels Modularisierung zur Beschreibung der Produktarchitektur festgelegt. Da zur Gestaltung der Baustrukturen häufig unterschiedliche, technologische Möglichkeiten verfügbar sind, werden für die weitere Detailbetrachtung der Schnittstellen sowie der Produktionsprozesse verschiedene Szenarien formuliert. Während die szenario-neutrale Funktionsstruktur beschreibt, welche Haupt- und Teilmerkmale und die dazugehörigen Ausprägungen das Produkt zu erfüllen hat, beschreibt die szenario-abhängige Produktarchitektur den physischen Zusammenbau der Komponenten zu Baugruppen, Modulen und schließlich zum Gesamtprodukt. Den Modulen der Baustuktur sind hierbei eindeutig spezifische

Funktionen zugeordnet. Mittels einer matrixbasierten Transformation der Funktionen in Produktkomponenten wird eine unmittelbare, visuell erkennbare Verknüpfung zwischen der Funktionsstruktur und der Baustuktur für alle Szenarien gewährleistet. Jedes der Szenarien spiegelt ein denkbare, realistisches Umsetzungskonzept dar. Die Gestaltung der Szenarien sollte in einem heterogenen Expertenkreis des Unternehmens mit den unterschiedlichen Sichtweisen auf das Produkt (Entwicklung, Produktion, Vertrieb, etc.) erfolgen, um den spezifischen Ansprüchen der Abteilungen gerecht zu werden. Aus dem Schritt der Gestaltung der Produktarchitektur resultieren unterschiedliche Baustuktur-/Konzeptsznarien zur Umsetzung der in den ersten beiden Schritten formulierten Anforderungen und Funktionen.

Basierend auf der Beschreibung der unterschiedlichen Szenarien und den entsprechenden physischen Baustrukturen werden die Schnittstellen der Module der verschiedenen Szenarien mittels Matrixtechnik analysiert. Hierbei ist zwischen unterschiedlichen Schnittstellenarten zu differenzieren. So können zwischen den Modulen geometrisch-mechanische, informationstechnische, energetische und stofftechnische Schnittstellen vorliegen. Diese Analyse und Beschreibung der Schnittstellen zwischen den Modulen ermöglicht es, bei Änderungen einzelner Module, Funktionen oder Anforderungen, Auswirkungen auf die interdependenten Module schnell zu ermitteln und eventuelle Änderungsaufwände detaillierter abzuschätzen. Ergebnis dieses Arbeitsschrittes ist ein detailliertes Schnittstellenprofil für jedes der definierten Produktarchitekturszenarien.

2.4 Kommunalitäten und Produktionsanalyse

In einem nächsten Schritt wird untersucht, wie hoch der kommunale Wertschöpfungsanteil über alle zu realisierenden Produktvarianten für die einzelnen Konzeptszenarien ist. Auf diese Weise lassen sich die Stückzahlen je Modul über alle Produktvarianten ermitteln, um erste Rückschlüsse auf Standardisierung und Skaleneffekte zu erhalten. Hierzu sind die auf die jeweiligen Szenarien wirkenden Variantentreiber zu erfassen und hinsichtlich der Auswirkung bei der folgenden Bewertung der Plattformszenarien mit einzubeziehen.

Während des Schrittes der Prozessbetrachtung wird als erstes die prinzipielle technische Realisierbarkeit der unterschiedlichen Szenarien untersucht. Unter Umständen bieten sich nach der Überprüfung der technischen Realisierbarkeit mehrere alternative Plattformszenarien an, zwischen denen nicht ohne eingehende monetäre Bewertung entschieden werden kann. Daher sind neben der reinen technologischen Betrachtung der Prozesse auch die resultierenden Kostentreiber und Kosteneffekte, die bei den unterschiedlichen Plattformkonzepten auftreten, zu analysieren. Kostentreiber können hierbei die Anzahl zu produzierender Modulvarianten, die Anzahl zu produzierender Bestückungsvarianten und die Stückzahl pro entstehender Variante sein. Kosteneffekte in der Produktion hingegen sind unter anderem die Wieder-/Weiterverwendung vorhandener Produktionsmittel, die Anzahl erforderlicher Prüfplätze, erforderliche neue Technologien, erforderliche Neu-Produktionslinien, die Anpassung des Produktionslinien-Designs (Kapazitätsgrenzen, Adaption der Fertigungskonzepte), erforderliche Sondertechnologien, die Anzahl erforderlicher Transportmittel, erforderliche Produktionsflächen, die Logistikaufwände und Lagerlogistik (variantenspezifisch), die Anzahl neuer Bauteile und die daraus resultierenden Beschaffungs- und Dispositionsaufwände sowie die Verfügbarkeit von Standardlieferanten.

Da bei idealer Differenzierung mittels Produktplattform die Investitions- und Prozesskosten jedoch häufig sehr hoch ausfallen und der monetäre Nutzen erst im Laufe des Lebenszyklus eines Produktes erkennbar wird, gilt es, die alternativen Szenarien der Plattformkonzepte bezüglich der Materialkosten, der Herstellkosten und der Entwicklungskosten gegeneinander abzuwägen. Ergebnis der Prozessbetrachtung ist eine prozesstechnische und monetäre Bewertung der einzelnen Plattformszenarien.

Durch die Zusammenführung der zu erwartenden Kosten zur Umsetzung der verschiedenen Szenarien und der anfangs ermittelten

Preisbereitschaft der Kunden lassen sich die Preisqualitäten ermitteln. Entscheidend sind hierbei die Generierung von Kundennutzen und die Abschöpfung des Preispotenzials. Nur ein an Markt- und Kundenbedürfnissen abgestimmtes Produkt und Produktprogramm, für das die beschriebene Methode zur Unterstützung herangezogen werden kann, garantiert eine gute Kostenposition und Preisqualität – und verbessert die Profitabilität. Die Argumentation des Preises gegenüber dem Kunden muss hierbei nicht auf Bauteilebene sondern anforderungsbezogen beziehungsweise lösungsbezogen erfolgen. Um die hohe Preisqualität im Rahmen einer Plattformgestaltung effizient umzusetzen, ist der Aufbau einer plattformorientierten Produktstruktur durch eine Konfigurationslogik zu ergänzen. Auf diese Weise lassen sich Anforderungen und Anforderungsbündel mit geringem Aufwand konfigurieren und gleichzeitig eine hohe Preisbereitschaft realisieren. Die Preisqualität als Resultat der Gegenüberstellung der funktionsgebundenen, szenarioneutralen Preisbereitschaft und der szenariogebundenen Kostenabschätzung ist das Ergebnis des letzten Schrittes der beschriebenen Methodik.

3 Fazit

Das gemeinsame Projekt der Siemens AG, des Werkzeugmaschinenlabors (WZL) und der GPS hat wesentlich im Bereich Motion Control der Siemens Automation & Drives dazu beigetragen, die Variantenvielfalt im Voraus

zu planen und das Produktprogramm effizient an den Kundenbedürfnissen auszuliefern. Die Anwendung der vorgestellten Methodik führt dazu, dass durch eine vorausschauende Planung der Produkt- und Produktionsstruktur unerwünschte, kosten- und zeitaufwendige Anpassungen verringert werden können.

Aufgrund der Anwendung von Matrizen bei der Zuordnung von Marktsegmenten zu Anforderungen, Anforderungen zu Funktionen, Funktionen zu Preisbereitschaft, Funktionen zu Modulen, Module zu Modulen, Module zu Fertigungsprozessen sowie der Zuordnung der Module zum Produktprogramm ist sowohl die Durchgängigkeit als auch die Nachvollziehbarkeit gewährleistet. Somit sind Auswirkungen von Änderungen im Anforderungsprofil, der Marktsegmenten

tierung oder den Produktionsprozessen schnell erkennbar und abschätzbar.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass die beschriebene Methodik zur marktgerechten Plattformgestaltung kein starres Gerüst darstellte, sondern vielmehr die operative Anwendung des Managements von Produktkomplexität in Form eines flexiblen Leitfadens, der abhängig von den vorgefundenen unternehmensspezifischen Randbedingungen bei Siemens ausdetailliert worden ist.

Die im Beitrag beschriebene Thematik und weitere Themen zum Bereich „Komplexitäts- und Variantenmanagement“ werden am 22. und 23. März 2006 bei der 6. Aachener Komplexitätsmanagement-Tagung behandelt. Weitere Informationen erhalten Sie per E-Mail über: info@wzlforum.rwth-aachen.de

Literatur

- [1] Nonn, C.; Witte, V.; Weber, P.: WZL-KPMG Studie „Innovationsagenda 2006 – der innovative Weg zum dauerhaften Erfolg“, 2004, www.lean-innovation.de
- [2] Schuh, G.: unveröffentlichter Beitrag der 5. Aachener Tagung Komplexitätsmanagement, WZL-GPS, 2005, www.wzlforum.rwth-aachen.de
- [3] Riepe: Integrierte Produktstrukturmodellierung in den frühen Phasen der Produktentstehung, 2003, S. 170.
- [4] Boos, W.; Leffin, T.; Schittny, S.; von Hurter, F. (2004): WZL-GPS „Komplexitätsmanagement-Studie 2004“, 2004, www.lean-innovation.de
- [5] Schuh, G.: Produktkomplexität managen. Strategien – Methoden – Tools. Carl Hanser, 2005, München, S. 168 – 173.
- [6] Robertson, D.; Ulrich, K.: Produktplattformen, in: Harvard Business Manager, 4/1999, S. 61–72.
- [7] Schuh, G.; Nonn, C.; Deger, R.: WZL-PTC Studie www.gps-mbh.com
- [8] Schuh, G.: „Konfigurationsmanagement – Ein Meilenstein im Lifecycle Management“, Seminar des WZL „Product Lifecycle Management – Mit System zum Erfolg“, 2005, www.wzlforum.rwth-aachen.de

Fortsetzung von Seite 67