

In sieben Schritten systematisch entwickeln

Dr. Gerhard Tretow, Dr. Jan Göpfert, Christian Heese
München

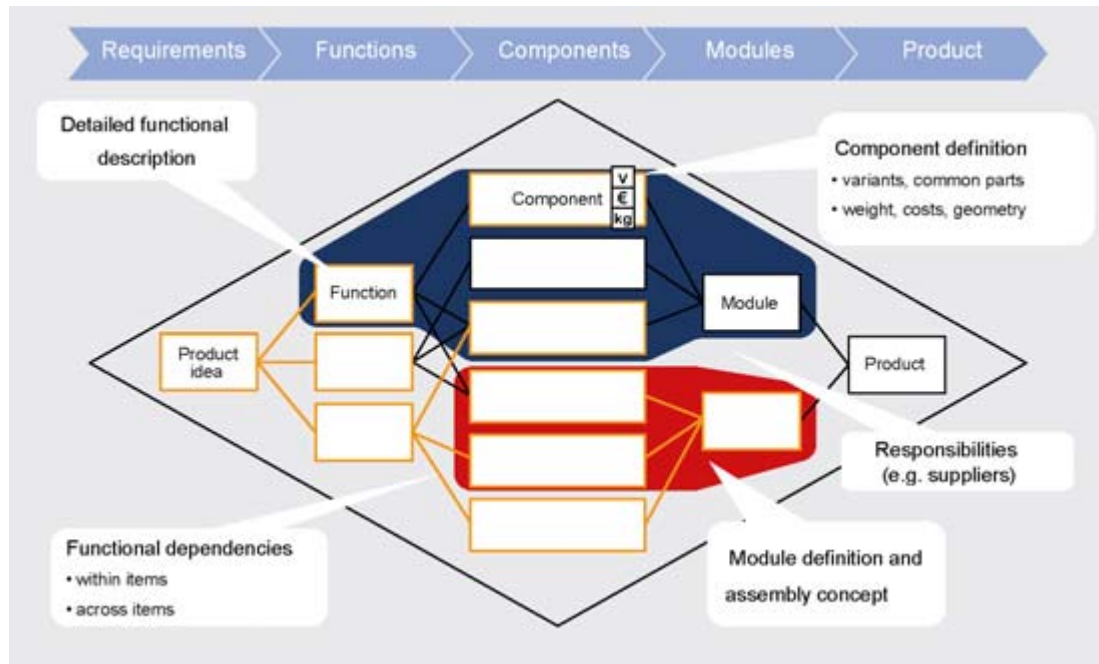


Bild 1: Hier das Grundprinzip einer Software-Lösung, mit der die Entwicklung komplexer Produkte und Plattformen Schritt für Schritt unterstützt wird (Bild: ID-Systems).

Hohe Produktkomplexität und zunehmende Variantenvielfalt machen der Industrie heute mehr denn je zu schaffen. Die Fähigkeit, spezifische Kundenanforderungen individuell, schnell und kostengünstig zu befriedigen, wird zu einem zentralen Erfolgsfaktor. Dies gilt in besonderem Maße für Produkte mit komplexer Interaktion von Hardware und Software, zum Beispiel in mechatronischen Systemen.

Wichtigste Voraussetzung zur Erfüllung der Kundenanforderungen ist eine modulare Produktarchitektur. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass sie aus physisch und funktional weitgehend unabhängigen Modulen besteht. Diese Module und ihre Schnittstellen werden standardisiert und in einer Modulbibliothek zur Verfügung gestellt. Neue Produkte lassen sich somit im Idealfall durch eine Kombination von Modulen aus der modularen Produktarchitektur ableiten.

Ein zentraler Vorteil besteht darin, dass auf diese Weise die

Wiederverwendung bereits existierender Module drastisch erhöht wird. Anstelle einer Neukonstruktion tritt somit die Konfiguration bestehender Module.

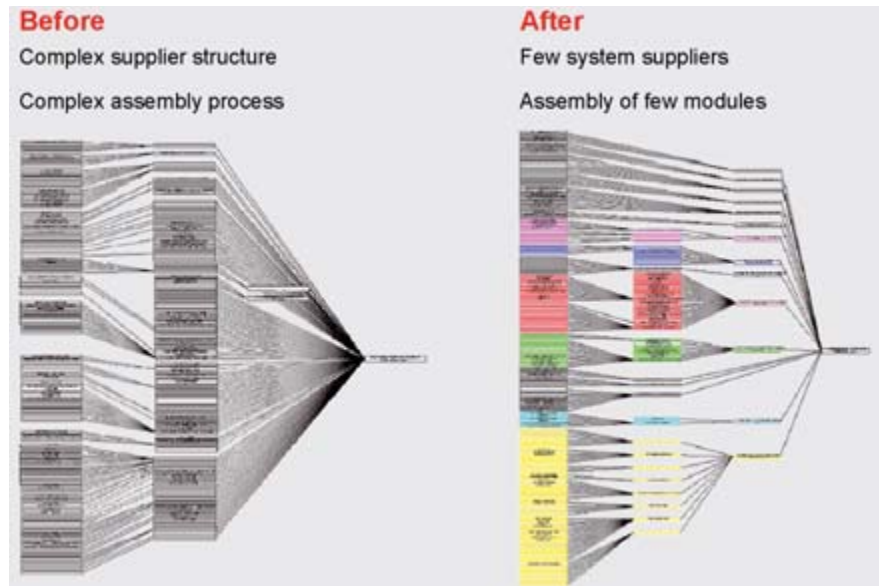
Modularisierung verringert den Koordinationsbedarf

Selbst wenn die Wiederverwendung eines Moduls nicht möglich ist, so kann doch in vielen Fällen zumindest die Wiederverwendung von konstruktiven Lösungen, Funktionsprinzipien, parametrisierbaren Komponenten und Schnittstellen erreicht wer-

den. Schon in der Angebotsphase zeigen sich die Effekte der Modularisierung, denn ein klar definierter, modular aufgebauter Produktkatalog erleichtert die Konzepterstellung erheblich und »kanalisiert« die Kundenanforderungen in Richtung der angebotenen Standards und Optionen.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Modularisierung besteht in der Möglichkeit einer modulbezogenen Aufgabenteilung zwischen den internen und externen Lieferanten mit klar definierten Schnittstellen bei relativ geringem Koordinationsbedarf.

Bild 3: Die Produktstruktur für den Innenausbau einer Straßenbahn – vorher und nachher (Bild: ID-Systems).



Dies wiederum eröffnet die Möglichkeit, auch größere Entwicklungsumfänge an Lieferanten zu vergeben, die im Idealfall vormontierte und geprüfte Module liefern, womit sich die Endmontagezeiten deutlich verkürzen lassen. Die erzielten Ergebnisse sind beeindruckend. Kostenreduzierungen von 18 Prozent beispielsweise bei einer Elektrolokomotive, die Reduzierung der Lieferantenzahl um 45 Prozent bei einer Straßenbahn, die Verminderung des Engineering-Aufwandes um 80 Prozent im Anlagenbau mit MSR-Technik (Messen, Steuern, Regeln), die

Montagegesichtspunkte, Materialkosten, Qualitätsanforderungen und die Einbindung von Lieferanten, um nur einige zu benennen. Jedoch sind heute Software-Lösungen verfügbar, welche die Entwicklung komplexer Produkte und Plattformen Schritt für Schritt unterstützen. Zentraler Erfolgsfaktor ist dabei die Visualisierung der komplexen Zusammenhänge und Abhängigkeiten.

Das Grundprinzip einer solchen Lösung folgt einer einfachen

Diskussion des entwickelten Konzepts frühzeitig möglich – und zwar schon vor der eigentlichen Entwicklung. kosten- und zeitintensive Iterationen lassen sich dadurch minimieren.

Idealerweise wird eine solche Software-Lösung daher in der frühen Phase der Produktkonzeption eingesetzt, bevor Geometrien mit Hilfe von CAD-Systemen definiert werden und die konstruktive Ausgestaltung erfolgt (Bild 2). Die sieben Schritte der dabei verwendeten Methodik werden im Folgenden kurz vorgestellt.

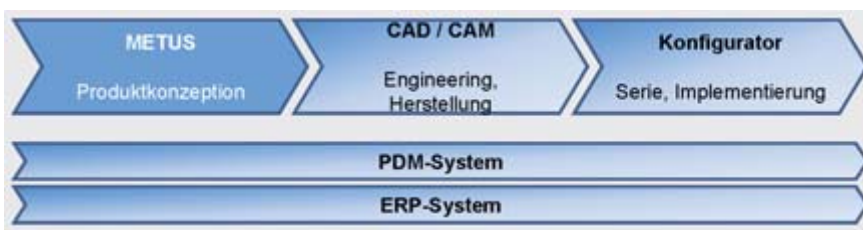


Bild 2: Die Software kann die Produktentwicklung bereits in einer sehr frühen Phase unterstützen (Bild: ID-Systems).

Verkürzung der Entwicklungszeit um 7 Monate bei einer Pumpensteuerung oder drastisch reduzierte Montagezeiten bei Hausgeräten sind keine Seltenheit.

Modulare Produktplattformen sind in der Praxis schwer realisierbar. Eine Vielzahl unterschiedlicher Perspektiven müssen dabei berücksichtigt werden: Heutige und zukünftige Kundenanforderungen, die technisch zuverlässige Realisierung geforderter Funktionen,

Rautendarstellung, wobei die Produktidee funktional beschrieben und in technische Komponenten umgesetzt wird (Bild 1). Im rechten Teil der Raute sind die Module dargestellt, die schließlich zum Gesamtprodukt zusammengesetzt werden. Im Hintergrund werden organisatorische Verantwortlichkeiten abgebildet, zum Beispiel Zulieferumfänge. Durch die geschaffene Transparenz ist eine kritische, bereichsübergreifende

Das Anforderungskonzept an das Produkt erfassen

Schritt 1 – Anforderungskonzept definieren: Die Anforderungsanalyse beginnt typischerweise mit einer systematischen Aufnahme und »Durchleuchtung« des existierenden Produktes, um darauf aufbauend eine Optimierung der Produktarchitektur durchführen zu können. Das Anforderungskonzept speist sich aus heutigen und künftigen Anforderungen an das Produkt – aus Kundensicht, aber auch aus Sicht der eigenen Organisation. Anforderungen der Montage und Fertigung werden dabei ebenso erfasst wie etwa die Anforderungen aus der Entwicklung, dem Einkauf, der Logistik und dem Service.

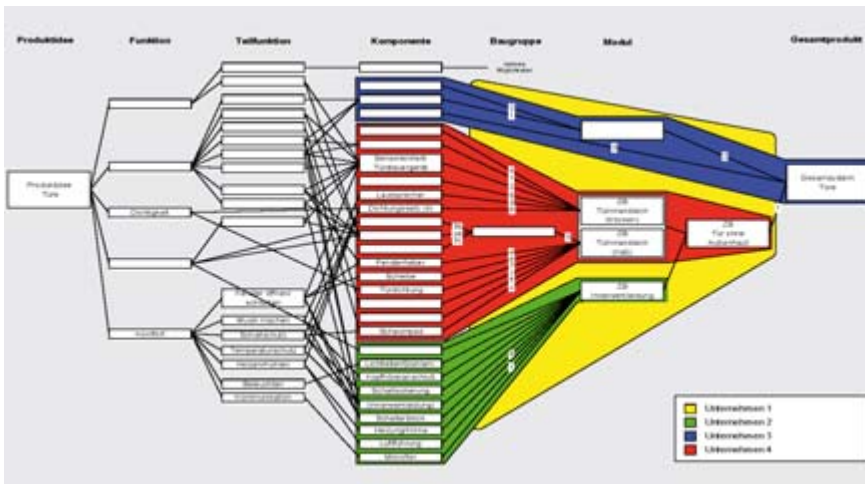


Bild 4: Die Produkt- und Lieferantenstruktur einer modularen Fahrzeugtür wird hier dargestellt (Bild: ID-Systems).

Aufgrund der typischerweise langfristigen Entscheidungen, die im Rahmen der Definition der Produktarchitektur getroffen werden, ist neben strategischen Einflussfaktoren auch eine Berücksichtigung von mittel- und langfristigen Markt- und Technologietrends in dem Anforderungskonzept empfehlenswert. Beispielsweise wurden auf diese Weise über 600 Anforderungen an ein neu zu entwickelndes Cockpit-Modul identifiziert.

Von zentraler Bedeutung für den Projekterfolg ist, dass ein ganzheitliches, in sich schlüssiges und von allen Bereichen mitgetragenes Anforderungskonzept entsteht, das die Zielstellung für die Konzeptfindung definiert. Das definierte Anforderungskonzept stellt zugleich die »Messlatte« für die spätere Bewertung erarbeiteter Konzeptalternativen dar. **Schritt 2 – Variantentreiber analysieren:** Hier wird festgelegt welches »Variantenfenster« zukünftig mittels der Plattform abgedeckt werden soll und welche Varianten gegebenenfalls gestrichen beziehungsweise durch kundenspezifische Anpassungen realisiert werden sollen.

Die Variantentreiber werden aus nicht vereinbarten Anforderungen an das Produkt aus Schritt 1 abgeleitet. Beispielsweise können bei einem Schienenfahrzeug unterschiedliche Spurbreiten oder Sicherheitsfunktionen gefordert werden. Durch die Software-un-

terstützte Vernetzung der Variantentreiber mit den Produktkomponenten wird verdeutlicht, welche Auswirkungen die Variantentreiber haben. Dadurch lässt sich manche Variante verhindern.

Schritt 3 – Funktionsstruktur definieren: Mit Hilfe der Funktionsstruktur werden die Haupt- und Teilfunktionen des Produktes beschrieben. Die funktionale Betrachtungsweise ermöglicht es, von der existierenden technischen Lösung zu abstrahieren und alle Funktionalitäten des Systems erneut zu hinterfragen und eventuell zu optimieren. Dabei wird untersucht, wie sich die Funktionalität des Systems auf die einzelnen Untersysteme verteilt, welche funktionalen Schnittstellen bestehen und wo Funktionen möglicherweise redundant abgebildet sind. Die Funktionsstrukturanalyse schafft somit die Grundlage, um den Umfang und die Bündelung der Funktionen zu optimieren sowie präzise funktionale Anforderungen zu formulieren.

Die modulare Struktur des Produktes wird dargestellt

Schritt 4 – Produktstruktur definieren: Die Funktionsstruktur wird im nächsten Schritt in eine oder mehrere Produktstrukturen »übersetzt«. Hier werden die zentralen Komponenten des Produktes definiert und in ihrer modularen Struktur dargestellt. Durch die Software-unterstützte Verknüp-

fung von Funktionen und Komponenten wird transparent, wie die Funktionen des Produktes erfüllt werden. Aufwändige Konstruktionsprinzipien können dadurch frühzeitig optimiert und alternative Modulkonzepte einfach entwickelt, gegenübergestellt und bewertet werden.

Um diese Diskussionen im Team wirkungsvoll zu unterstützen, wird die Produktstruktur durch die Software großformatig visualisiert und gemeinsam optimiert. Die umfangreiche Endmontage eines Innenausbaus einer Straßenbahn konnte auf diese Weise in 13 überschaubare, zum Teil vormontierte Module gegliedert und die Montagezeiten drastisch reduziert werden. Zugleich ließ sich durch die Abgrenzung kompletter Systemumfänge die Lieferantenzahl um 45 Prozent reduzieren (Bild 3).

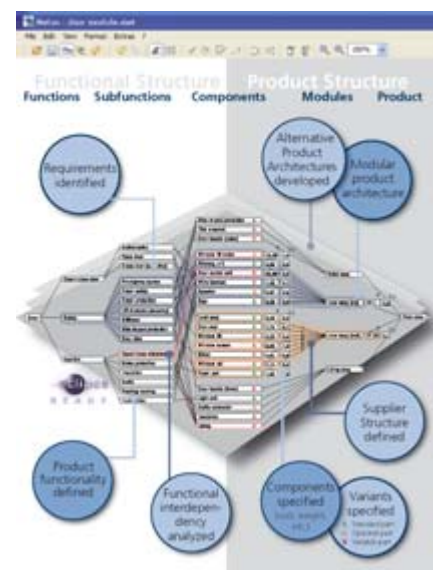
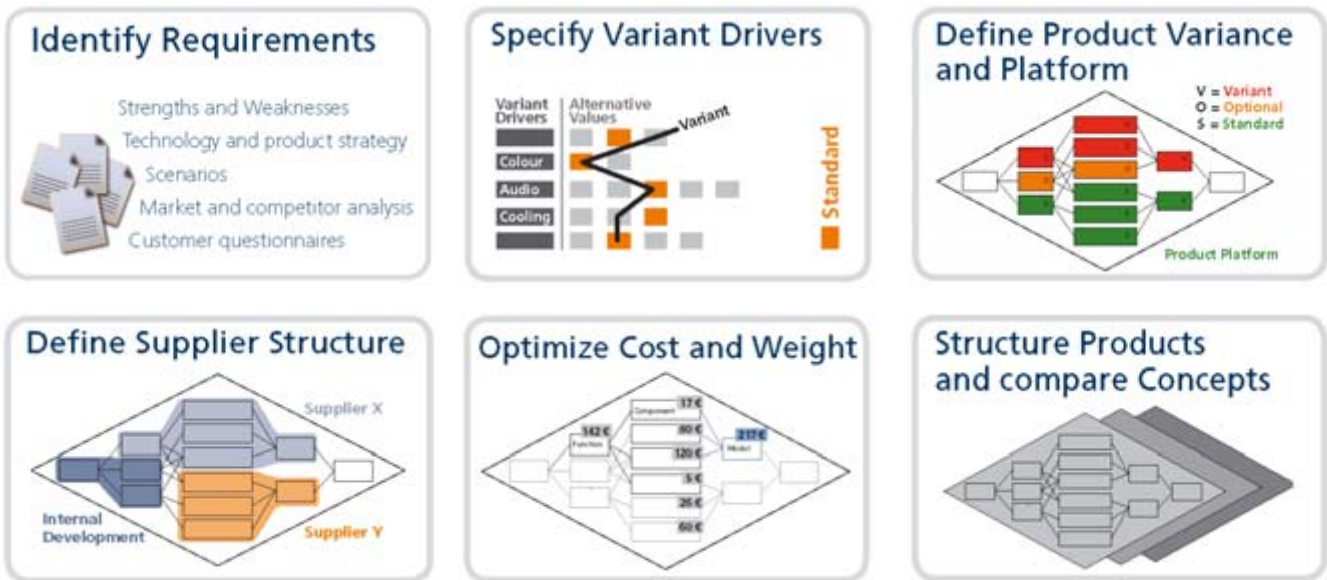


Bild 5: Durch hohe Transparenz lassen sich bereichsübergreifende Diskussionen strukturiert führen und deutlich schneller zu einem optimalen Produktkonzept verdichten (Bild: ID-Systems).

Schritt 5 – Kosten- und Gewichtsoptimierung: Von zentraler Bedeutung ist die Optimierung von Kosten und Gewicht. Mit Hilfe der Vernetzung zwischen Funktionen, Komponenten und Modulen ist es möglich, Zielkosten und -gewichte zuzuordnen und die Produktstruktur entsprechend zu optimieren.

und Systemumfängen (Bild 4). *Schritt 7 – Plattform- und Variantenkonzept:* Auf Basis des entwickelten Konzeptes erfolgt im letzten Schritt die Definition der Plattform. Die Vernetzung mit den Variantentreibern ermöglicht die Klassifizierung der Produktkomponenten als Standard, Variante oder

deutlich schneller zu einem optimalen Produktkonzept verdichten (Bild 4). Eine solche Lösung tritt nicht in Konkurrenz zu bestehenden CAD- oder PDM-Applikationen, sondern ergänzt diese während der frühen Konzeptionsphase. Dank XML-Technologie lassen sich Schnittstellen einfach realisieren



Bei der Entwicklung einer neuen Waschmaschine zeigte sich beispielsweise, dass die Funktion »sicheren Transport gewährleisten« fast 10 Prozent der Materialkosten verschlang, woraufhin gezielte Kostensenkungsmaßnahmen erfolgreich eingeleitet werden konnten. *Schritt 6 – Zulieferkonzept definieren:* Aufbauend auf dem technischen Produktkonzept wird bereits jetzt präzise definiert, wie sich die Verantwortung für Konzeption, Entwicklung, Fertigung und Montage des Produktes auf interne und externe Lieferanten aufteilt. Die Aufgabenteilung zwischen den verschiedenen internen und externen Projektbeteiligten sowie die sich daraus ergebenden Schnittstellen sind durch die Software übersichtlich visualisierbar und Alternativen rational diskutierbar. In einem anderen Projektbeispiel entwickelte ein Automobilhersteller gemeinsam mit drei Lieferanten ein modulares Türkonzept mit klar definierten Schnittstellen

Option. In der darauf folgenden Gesamtoptimierung der Produktarchitektur werden variantenbehafte Komponenten beziehungsweise Gleichteile in unterschiedlichen Modulen systematisch separiert. Auf diese Weise lässt sich schrittweise ein Baukastensystem entwickeln, das ein Maximum an Kombinationen mit einem Minimum an Varianz ermöglicht. Eine unterstützende Softwarelösung für diese Methodik sollte mittels einer intuitiven Benutzerführung durch die methodischen Schritte führen. Ebenso sind umfangreiche Visualisierungsmöglichkeiten erforderlich, die es erlauben, die Produktkonzeption grafisch vorzunehmen, Elemente per Drag&Drop-Funktion zu vernetzen und umzustrukturieren sowie benötigte Informationen wie Kosten oder Gewicht bei Bedarf einzublenden. Durch die so geschaffene Transparenz lassen sich bereichsübergreifende Diskussionen strukturiert führen und

und existierende Produktdaten einlesen und effizient auswerten. Über zusätzliche Dienstleistungen kann darüber hinaus eine projektspezifische Implementierungsunterstützung realisiert werden. In der frühen Phase der Produktentwicklung wird bekanntlich über den späteren Erfolg oder Misserfolg eines Produktes entschieden. Die zentralen Entscheidungen über Produktarchitektur, Modularität, Varianz und Funktionalität werden in dieser Phase getroffen. Mit Hilfe der dargestellten Methodik und einer entsprechenden Softwarelösung lassen sich diese wichtigen Weichenstellungen in der Frühphase der Produktentstehung systematisch unterstützen. Für jede verständliche Visualisierungen ermöglichen die bereichsübergreifende Diskussion und führen zu überlegenen Produkt- und Plattformkonzepten.

ID-Systems GmbH
www.id-systems.de