

## **KOSTEN- UND RISIKOMANAGEMENT IN DER FRÜHEN PHASE DER PRODUKTENTWICKLUNG**

*Krisztina Szeghő, Tibor Bercsey*

### **Zusammenfassung**

In den letzten Jahren ergab sich ein permanenter Wandel in den Aufgabeninhalten der Ingenieur Tätigkeiten und der durch den Ingenieur abzudeckenden Verantwortungsbereiche. Dies ist nicht nur auf äußere Einflüsse auf den Produktentstehungsprozess zurückzuführen, sondern vor allem auch auf die Parallelisierung der Tätigkeiten, wodurch der Ingenieur in neue Prozesse eingebunden wird.

Der Produktentstehungsprozess (PEP) wird heute mehr und mehr durch äußere Faktoren beeinflusst, wie beispielsweise Anforderungen aus der Gesetzgebung und dem Qualitätsmanagement. Hinzu kommt die steigende Bedeutung der internationalen Zusammenarbeit dezentraler Entwicklungsstandorte innerhalb und außerhalb eines Unternehmens (Kunden/Zulieferer-Beziehung), was nicht ohne Auswirkungen auf die Arbeitsinhalte eines Ingenieurs bleibt. Aufgrund weiterer unternehmensinterner Faktoren, wie die zunehmende Parallelisierung der Tätigkeiten, wird der Ingenieur zudem in immer stärkerem Maße in neue Prozesse eingebunden. Beispiele sind das Qualitätsmanagement, das Supply-Chain-Management (SCM) sowie die Technische Dokumentation (TD). Zusätzlich haben aber auch die Anforderungen nach Durchlaufzeitverkürzung und früherer Marktbereitstellung von Produkten zu einer veränderten Arbeitssituation der Produktentwicklung geführt.

Die Erkenntnis, dass ein noch frühzeitiger Einsatz von verbesserten Methoden, Prozessen und IT-Lösungen im PEP die höchste Beeinflussung der Produktkosten bewirkt, führte zu dem Ansatz, die Methoden der virtuellen Produktentwicklung bereits in der frühen Konzeptphase einzusetzen. Dieser Ansatz wird als »Frontloading« bezeichnet und beinhaltet Funktionen des Anforderungs-, des Kosten- und Risikomanagements.

## **1 Prozessoptimierung in der frühen Phase des PEP**

### **1.1 Frontloading**

»Frontloading« beinhaltet einen noch frühzeitigeren Einsatz von verbesserten Methoden, Prozessen und IT-Lösungen im PEP, also genau in der Phase, in der die größte Beeinflussung der Produktkosten bewirkt wird. [2]

Ausschlaggebenden Einfluss auf die Qualität der Lösung und die Höhe der Kosten haben dabei die wenig formalisierbaren frühen Abschnitte der Anforderungsklä rung und des Konzipierens. Hier müssen in kürzester Zeit große Mengen an Informationen verarbeitet und entsprechende Entscheidungen getroffen werden. 70 bis 80 Prozent der Produktkosten werden bereits während der ersten PEP-Phase bestimmt [1], gleichzeitig sind die Korrekturmöglichkeiten hier noch am größten. In dieser Phase, in der 70 bis 80 Prozent der Produktkosten festgelegt sind (Bild 1), setzt Frontloading an.

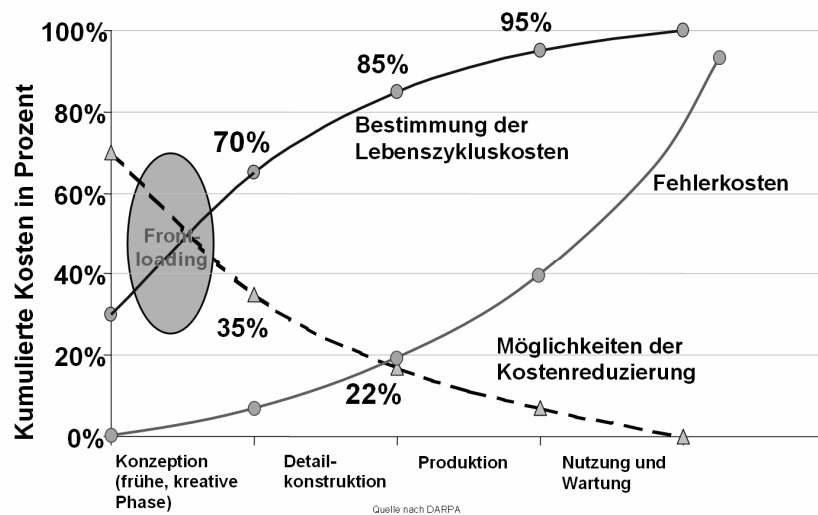


Bild 1: Frontloading [2]

Drehscheibe und Bindeglied der Integration dieser Phase mit den nachfolgenden Phasen der eigentlichen Konstruktion und Detaillierung ist die so genannte konzeptionelle Produktstruktur. Kennzeichen dieser Struktur ist die in der Regel branchenspezifische allgemeingültige Gliederung eines Produktes, wie sie beispielsweise aus dem Flugzeugbau (IATA-Stückliste [International-Air-Transport-Association]) und dem Automobilbau («Automotive Bill of Materials», kurz BOM) bekannt ist (Bild 2).

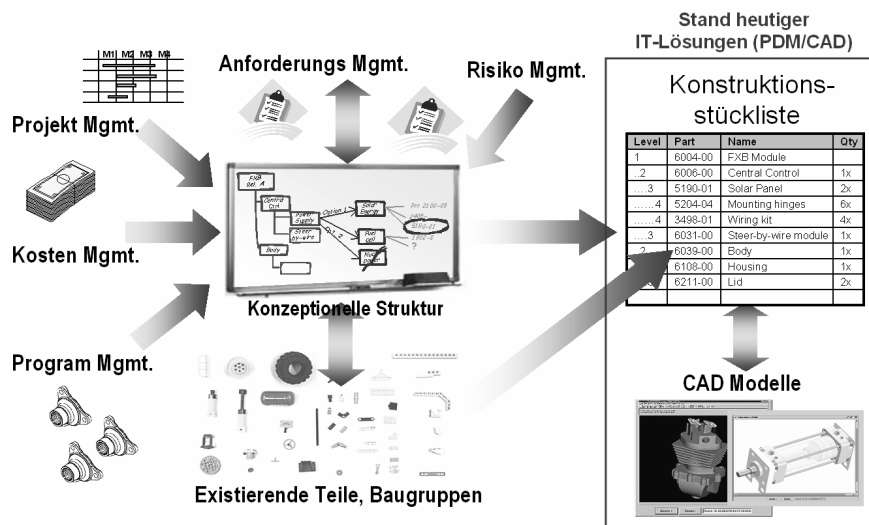


Bild 2: Die konzeptionelle Produktstruktur als Drehscheibe von Funktionen in der Konzeptphase [2]

Da Entwicklungsprojekte, Produktkosten und vor allem Anforderungen ebenfalls eher funktionsorientiert gegliedert werden, ist die konzeptionelle Produktstruktur die ideale Verbindung zwischen der Konzeptphase und der Detaillierungsphase. Voraussetzung für die Integration der konzeptionellen Produktstruktur in die Entwicklungsphase ist deren Verknüpfung mit der Konstruktionsstückliste (Bild 3).

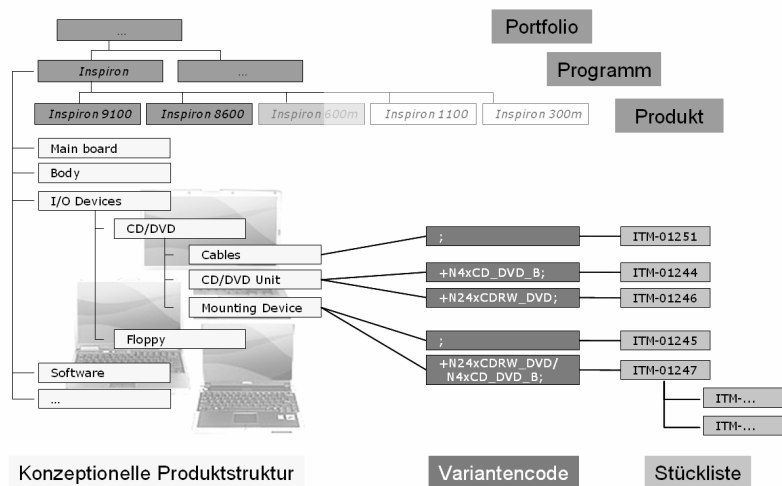


Bild 3: Die Verknüpfung der konzeptionellen Produktstruktur zur Konstruktionsstückliste [4]

Eine konzeptionelle Produktstruktur ist deutlich weniger restriktiv als eine »echte« Stückliste, da sie nicht aus realen Teilen und Baugruppen sondern aus generischen Produktkomponenten besteht, etwa »Zahnrad« für alle Teile mit ähnlichen Eigenschaften. [3]

Bei der Auftragskonstruktion von beispielsweise Getrieben, die an die individuellen Anforderungen einer OEM-Plattform und einen speziellen Fahrzeugtyp angepasst werden sollen, dient die konzeptionelle Produktstruktur als neutrale Basis zur Ableitung individueller Stücklisten. Dieser Prozess ist effizienter und gewährleistet eine höhere Qualität, als wenn eine »ähnliche« Stückliste gesucht, mit allen ihren Fehlern und Mängeln kopiert und dann verändert wird. So lässt sich schneller auf das Wissen erfahrener Ingenieure zurückgreifen und die Wiederverwendung von Bauteilen optimieren. Zudem werden Änderungsprozesse vereinfacht, da jedes Produkt, das von der neutralen Stückliste abgeleitet ist, eine grundlegend gleiche Struktur aufweist. Außerdem lassen sich die Kosten weiter reduzieren, da auch Werkzeuge und Vorrichtungen wiederverwendet werden können.

Moderne Product-Lifecycle-Management-Lösungen (PLM) werden die zukünftig genannten Funktionen des Frontloadings abbilden. PLM wird damit einen wesentlichen Beitrag leisten, Frontloading als IT-Lösung umzusetzen und die Tätigkeiten des Ingenieurs zu optimieren. [2]

## 1.2 Vorbeugendes Kosten- und Risiko-Management

Eine wesentliche Funktion des Frontloadings ist das vorbeugende Kosten- und Risikomanagement. Dabei ist es immens wichtig, sehr früh abzuschätzen, wie hoch die internen Kosten (Eigenfertigung) im Vergleich zu extern anfallenden Kosten (Zukauf) für die Entwicklung und Herstellung eines Bauteils sind, um so frühzeitig eine Kostenabschätzung des gesamten Produktes durchführen zu können.

Bei der klassischen Vorgehensweise wird ein Entwicklungsvorhaben oftmals zunächst bis zur vollständigen Fertigungsdokumentation (Zeichnungen, Stücklisten, etc.) vorangetrieben, bevor durch die Fertigungsvorbereitung und Kalkulation eine Vorkalkulation des Produktes erstellt wird. In diesem Falle sind Änderungen meist mit hohem Kosten- und Zeitaufwand verbunden. Die Folge sind lange dauernde, uneffiziente Regelkreise. Häufig erfolgt hierbei keine Rückmeldung der Kosten an die Entwicklung.

Im Gegensatz dazu werden beim Frontloading die Ergebnisse während aller Stadien der Produktentwicklung auf die Einhaltung des Gesamtkostenziels hin überprüft. Die dabei erkannten Abweichungen lassen sich sofort korrigieren und die Iterationsschleifen werden so

kurz wie möglich (Stichwort: kurzer Kreis) [1]. Damit können Entwicklungsprozesse unter Einhaltung der geplanten Produktkosten auch zeitlich verkürzt werden, was positive Auswirkungen auf die Entwicklungskosten (Änderungskosten!) und die Marktpräsenz eines Unternehmens hat. (Bild 4)

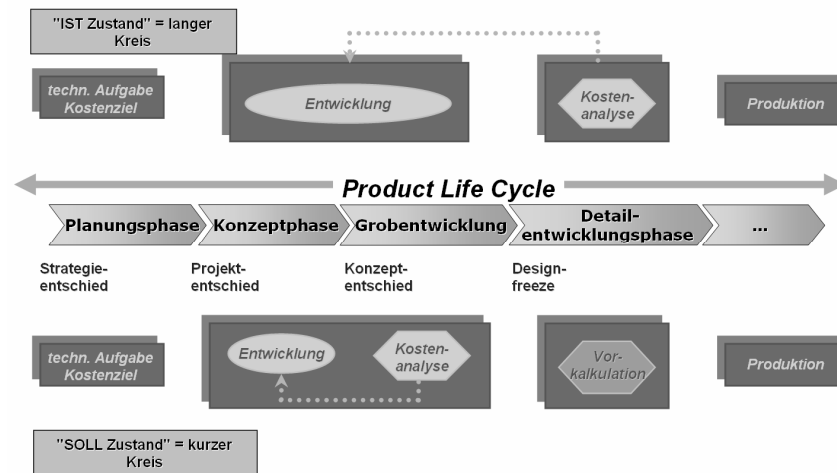


Bild 4: Kostenfrüherkennung – „IST-, SOLL Zustand“

### 1.3 Ziele des »Frontloading«

Der Ingenieur steht im Mittelpunkt eines »Informationssystems«. Denn im Gegensatz zu früheren Jahren werden die Produktinformationen nicht mehr nur in einem einzigen System abgelegt, sondern die Daten, die auch in Fremdsystemen vorliegen können, werden referenziert. Damit wird der Ingenieur in die Lage versetzt, die benötigten Informationen nicht nur aus internen Datenquellen (Vertrieb, Logistik, Produktion, etc.), sondern auch über das Internet aus beliebigen externen Informationsquellen (Zulieferer, Lizenzen, Patente, etc.) zusammenzustellen.

Diese Art der Informationsbereitstellung verbessert den aus den Anforderungen der frühen Phase der Produktentwicklung notwendigen Analyse- und Entscheidungsprozess des Ingenieurs. Geeignete Informationen sollen schon während der Konzeptphase bereitgestellt werden, um somit ein kostengünstiges und kostenoptimiertes Produkt entwickeln und herstellen zu können. Konstruktionsfehler, die eine Um- oder Neuplanung des Produktes erfordern und damit Mehrkosten und Zeitverlust verursachen würden, sollen so vermieden werden.

## 2 Forschungsziel

Im Rahmen eines geplanten Forschungsprojektes an der TU Kaiserslautern zum Thema Frontloading wird untersucht, welche Möglichkeiten existieren, um bereits in der frühen Produktentwicklungsphase die Kosten- und Risikofaktoren zu optimieren beziehungsweise zu reduzieren.

Hierzu wird in dem ersten Schritt eine konzeptionelle Produktstruktur für die Weiterentwicklung eines Produktes entwickelt, dessen generische Struktur bekannt ist (zum Beispiel ein Getriebe). [2] Diese generische Produktstruktur leitet die während der Entwicklung des Produktes entstehenden deterministischen Kosten und Risiken her, speziell auch unter Berücksichtigung der Gesichtspunkte Eigen- oder Fremdfertigung (»Make or buy«).

Jetzt werden zunächst die Kostenarten definiert, die am Anfang des PEP gut beeinflussbar sind. Um diese Kosten zu finden, wird der komplette Produktlebenszyklus untersucht. Die

wichtigsten Kosten, die während den verschiedenen Tätigkeiten der Produktentstehung auftreten, sind in Bild 5 dargestellt.

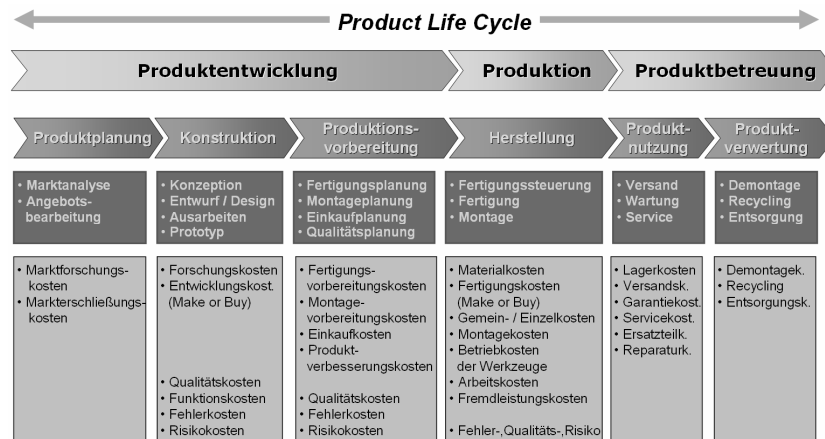


Bild 5: Kostenarten während dem gesamten Produktlebenszyklus

Die Kenntnis dieser Kosten und ihrer Entstehung sind eine Voraussetzung für das Kostenmanagement. Im Zuge der Kostenrechnung wird die Entstehung dieser Kosten abgebildet. Hierbei steht die Berechnung der Kosten für die Erstellung eines Produktes in dem vom Unternehmen vorgegebenen Rahmen in Vordergrund.

## 2.1 Produktkostenmodell

Den Kern der produktbezogenen Kostenentstehung bilden die Herstellungskosten, also diejenigen Kosten, die direkt dem Herstellungsprozess eines Produktes zugeordnet werden. Dazu zählen im Wesentlichen die Material- sowie die Fertigungskosten. Darüber hinaus gibt es Kosten, die nicht direkt mit der Produktherstellung in Zusammenhang gebracht werden. Ein Beispiel sind Verwaltungskosten. [6] Diese werden mit den Herstellungskosten zu den Selbstkosten eines Unternehmens zusammengefasst. (Bild 6)



Bild 6: Möglichkeiten zur Beeinflussung der Herstellkosten [1]

Für die Betrachtung und Beeinflussung der Kosten des gesamten Unternehmens sind jedoch weitergehende Überlegungen notwendig. Denn die jeweils zu betrachtenden Kosten und die zu verwendenden Kostenrechnungsverfahren sind von der Entscheidungssituation abhängig.

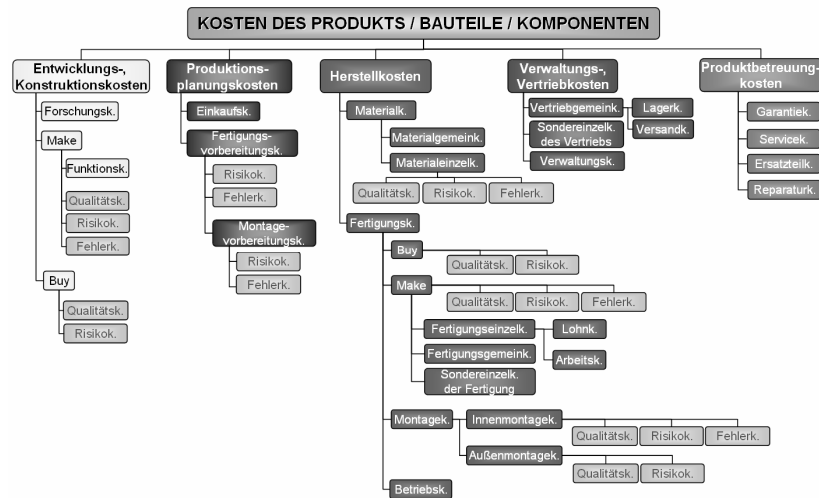


Bild 7: Kostenstrukturierung

Um die Produktkosten am Anfang des PEP besser und genauer abschätzen zu können, wird das in Bild 6 dargestellte Grundmodell weiterentwickelt und ergänzt. Bild 7 zeigt eine Möglichkeit für diese Neuentwicklung beziehungsweise Neustrukturierung. Hier ist zu sehen, wie das existierende Kostenmodell mit neuen Kostenfaktoren ergänzt wird und wie weitere während den anderen PEP-Phasen auftretende Kosten – mit Ausnahme der Herstellungskosten – zugeordnet sind.

## 2.2 Neukonzeption

Bei der Neukonzeption einer frühzeitigen Kostenkalkulation handelt es sich um ein Instrument zur so genannten mehrperiodischen Planung, Steuerung und Kontrolle von Kosten, die eine marktgetriebene Optimierung der Gesamtkosten zum Ziel hat. Es ist ein in die Zukunft gerichtetes Kalkulationsmodell für die produkt- und systemspezifische Kostenbestimmung. Unter dem Begriff des Zielkosten-Managements, dessen Fokus auf der Kostenbeeinflussung während der Produktentwicklung liegt, ist ein zeitlich eingeschränktes Kalkulationsmodell zu verstehen, das von Markt- beziehungsweise Kundenanforderungen ausgeht. Es unterstützt die produktorientierte Kostenfestlegung und Kostenteilung sowie die Kontrolle der Kostenentstehung. Die Gegenüberstellung der beiden Ansätze zeigt, dass sowohl die entwicklungsintegrierte Neukonzeption von Kostenkalkulation als auch das Zielkosten-Management eine starke Markt- und Kundenausrichtung besitzen. Mit beiden Ansätzen wird versucht, die Kosten in den frühen Phasen des PEP zu beeinflussen.

Der wesentliche Unterschied zwischen den zwei Methoden besteht in der zeitlichen Erweiterung des Betrachtungsraumes. Beim Zielkosten-Management wird im Sinne einer zu erfüllenden Zielvorgabe aus Untersuchungen des Marktes beziehungsweise aus der Analyse der Kundenanforderung ein Zielherstellpreis für einzelne Produktfunktionen des Gesamtproduktes definiert. Die neue Kalkulationsmethode ermittelt die vom Produkt verursachten Kosten über die Phase der Herstellung hinaus auch für die weiteren Phasen des Produktentstehungsprozesses für alle Lebensphasen des Produktes (»Total Cost of Ownership«, kurz TCO). So wird eine zeitliche Ausdehnung der Zielkostenvorgabe über den gesamten Produktlebenszyklus realisiert.

Basierend auf diesen Erkenntnissen wird eine generische Kostenstruktur aufgebaut, welche gleichzeitig Kosten- und Risikofaktoren beschreibt. Die Kostenstruktur lässt sich am existierenden digitalen Produktmodell anpassen beziehungsweise in einem späteren Schritt in die konzeptionelle Produktstruktur integrieren (Bild 8).

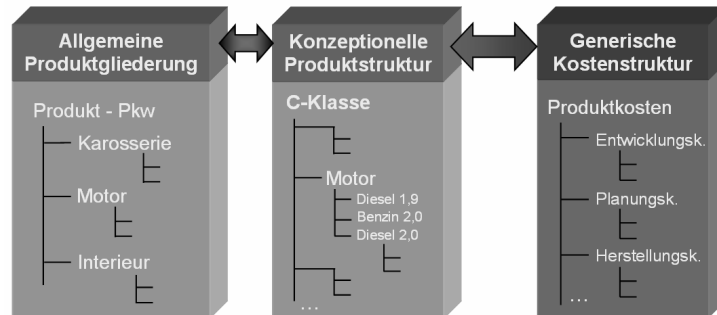


Bild 8: Forschungsziel

Eine wesentliche Komponente des oben genannten Forschungsprojektes ist es, eine Lösung für die Verknüpfung zwischen generischer Kostenstruktur und Produktstruktur zu finden. In jedem Fall gilt es, die generische Kostenstruktur so aufzubauen, dass die Abhängigkeiten zwischen den Kostenfaktoren eindeutig dargestellt werden.

Die konzeptionelle Produktstruktur ist ein Bestandteil von PLM-Lösungen, somit wird zukünftig eine Bereitstellung der Funktionen Kosten- und Risiko-Management in der PLM-Lösung möglich sein. Wenn das digitale Produktmodell zu Verfügung steht, das alle Kosten- und Risikodaten neben den allgemeinen Produktdaten enthält, wird diese neue generische Kostenstruktur in die vorhandene Systemlandschaft (beispielsweise in PPS-Systeme) integriert.

### 3 Fazit

Während der letzten 20 Jahre ergab sich ein permanenter Wandel des PEP. Ein daraus resultierender Optimierungsansatz ist das sogenannte Frontloading. Bei Frontloading geht es um eine Prozessoptimierung in der Produktentwicklung. Unternehmen verlagern hierbei ergebniskritische Entscheidungen in eine frühe Phase des PEP, in der etwa 70 bis 80 Prozent der Produkt- und Projektkosten zu definieren sind. [1] In dieser Phase sind die Kosten für Änderungen noch sehr gering und das Potenzial zur Kostensenkung entsprechend hoch.

Moderne Lösungen für das Product-Lifecycle-Management bilden die genannten Funktionen des Frontloading schon heute ab und integrieren sie über die konzeptionelle Produktstruktur in die nachfolgenden Phasen des Produktentwicklungsprozesses. Zu den typischen Funktionserweiterungen in diesem Abschnitt zählten das Anforderungsmanagement und die Anforderungsverfolgung, das Projekt-, Programm- und Portfolio-Management sowie die in diesem Beitrag behandelte Abschätzung von Kosten und Risiken.

Das Ziel ist eine aktive Kostenplanung und -optimierung aufbauen, die in der frühen Phase der Produktentwicklung beginnen und sich über die gesamte Lebensdauer eines Produktes erstreckt. So wäre eine Vorschau auf die Kosten des Endproduktes in der Konzeptionsphase möglich. Kostenorientierte Produktentwicklung bedeutet aber nicht, Kosten zu Lasten der Produktqualität zu senken. Vielmehr werden Methoden und Werkzeuge eingesetzt, die es ermöglichen, technisch hochwertige Produkte zu erstellen und gleichzeitig Wettbewerbsvorteile durch niedrige Herstellkosten zu erlangen.

## 4 Literatur

- [1] K. Ehrlenspiel, A Kiewert, U. Lindemann: Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren, Springer-Verlag 2005.
- [2] Prof. Dr.-Ing. Eigner, Martin: Frontloading – Ein Potential für die Optimierung des Produktentwicklungsprozesses, Universität Kaiserslautern, 2005.
- [3] Mathias Zagel: Übergreifendes Konzept zur Strukturierung variantenreicher Produkte und Vorgehensweise zur iterativen Produktstruktur-Optimierung, Dissertation, Kaiserslautern, September 2006
- [4] Eigner, M., Zagel, M., Weidlich, R.: The Conceptual Product Structure as Backbone of the Early Product Development Process, Proceedings ProSTEP iViP Science Days 2005, Darmstadt.
- [5] Bercsey T., Rick T., Horváth M.: Product Development Processes – An Optimization of DSM Using Learning Rates in Design Loops, Proceeding of International Conference on Engineering Design ICED 05, Melbourne, 2005.
- [6] Burger Anton: Kostenmanagement, 3. Auflage, Oldenbourg 1999.

Dipl.-Ing. Krisztina Szeghő  
Lehrstuhl für Maschinenkonstruktion und Produktentwicklung  
Technische und Wirtschaftswissenschaftliche Universität Budapest  
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3. / MG. Épület  
Tel: (+36 1) 463-2345  
Fax: (+36 1) 463-3510  
E-mail: szegho.krisztina@gszi.bme.hu  
URL: <http://www.gszi.bme.hu>