

# Beherrschung der durch Produktvielfalt induzierten Prozessvielfalt

Max Brosch und Dieter Krause  
*Institut für Produktentwicklung und Konstruktionstechnik;  
Technische Universität Hamburg-Harburg*

## 1 Einleitung

### 1.1 Ausgangssituation

Unterschiedliche Entwicklungstrends stellen Unternehmen vor die folgenden neuen Herausforderungen:

- Globalisierung des Wettbewerbs
- Neue ökologische Anforderungen
- Steigende Individualisierung von Leistungen
- Kürzere Produktlebenszyklen

Im Zuge dieser Entwicklungen wandeln sich die Märkte von sogenannten Massenmärkten hin zu Mikromärkten, in denen Produkte kundenindividuell angepasst werden müssen. Unternehmen begegnen dieser Entwicklung häufig mit der Entwicklung von Produktvarianten, die folglich die Produktvielfalt erhöhen [1]. Intern führt dies zu erhöhter Komplexität sowohl auf der Produktebene, z.B. bei der Teile- und Komponentenanzahl, als auch auf der Prozessebene, z.B. wegen des erhöhten Produktionsaufwandes.

---

In der industriellen Praxis konnten Beispiele aufgenommen werden, inwiefern bereits kleine Änderungen der Kundenwünsche den Geschäftsprozess eines Unternehmens beeinflussen. Beispielsweise nutzt ein Maschinenhersteller unterschiedliche Materialien zur Herstellung seiner Maschinenteile, die im Normalfall nicht lackiert werden. Wenn der Kunde diese Teile gerne in lackierter Form erhalten möchte, führt dieses zu einer Erhöhung der Prozessvielfalt im Geschäftsprozess. Zunächst muss ein neuer Unterprozess, die Lackierung, eingerichtet werden, welcher im allgemeinen Prozess nicht vorgesehen ist. Zusätzlich kann der Kundenwunsch dazu führen, dass andere Materialien genutzt werden müssen, da der Farbeindruck auf unterschiedlichen Materialien verschieden ist. Dieser Austausch der Materialien kann zusätzlich noch Auswirkungen auf den Prozess der Materialwirtschaft haben, da neue Zulieferer gefunden und neue Verträge ausgehandelt werden müssen. Darüber hinaus kann dies zu Varianten im Produktionsprozess führen, wenn die neuen Materialien eine unterschiedliche Handhabung erfordern.

Die interne Produktvielfalt erhöht die direkten Kosten, z.B. wegen der bereitzustellenden Teilevielfalt. Die Prozessvielfalt hingegen erhöht die indirekten Kosten, die häufig nicht eindeutig zugeordnet werden können, obwohl die Kosten für die jeweilige Produktvariante ihre Wertigkeit im Geschäftsprozess bestimmen. Im Rahmen des Variantenmanagements führen Unternehmen häufig eine ABC-Analyse durch, um herauszufinden welche Varianten nur selten von Kunden gefordert werden, um diese dann zu eliminieren. Wenn diese Produktvarianten jedoch keinen oder nur unwesentlichen Mehraufwand im Produktionsprozess erfordern und daher keine oder nur sehr geringe indirekte Kosten verursachen und die direkten Kosten ggf. auf den Kunden umgelegt werden können, sollten diese Varianten nicht eliminiert werden. Die Wertigkeit einer Produktvariante entsteht daher durch den Aufwand und die Prozessvielfalt im Geschäftsprozess.

Zusammenfassend wirft dies verschiedene Fragen auf:

- Werden derzeit die Änderungen bzw. Behinderungen der Geschäftsprozesse bei der Entwicklung von Produktvarianten ausreichend berücksichtigt?
- Führt jede dem Kunden angebotene Variante zu interner Prozessvielfalt?
- Welche Varianten gilt es zu eliminieren?
- An welcher Stelle im Geschäftsprozess entsteht Prozessvielfalt, welche durch die Produktvielfalt induziert ist?

## 1.2 Zielsetzung

Unternehmen können langfristig nur dann wettbewerbsfähig bleiben, wenn sie sich hinreichend schnell auf zukünftige Kundenbedürfnisse und damit auf deren Anforderungen an Produktvarianten einstellen. Ziel der Beherrschung der Produktvielfalt sollte es jedoch sein die Varianten mit minimalen Kosten produzieren zu können. Hierzu müssen bei der Entwicklung der Varianten vor allem auch die Randbedingungen der Geschäftsprozesse, wie z.B. die Flexibilität und die Robustheit zur Auftragsabwicklung von Produktvarianten integrieren werden.

Zur Reduzierung der inneren Produktvarianz durch Methoden hat das Institut für Produktentwicklung und Konstruktionstechnik (PKT) den *Integrierten PKT-Ansatz zur Entwicklung modularer Produktfamilien* (*integrierter PKT-Ansatz*) entwickelt, welcher die Beherrschung, Reduzierung und Vermeidung von Komplexität zum Ziel hat. Hierfür sind Methoden zur Produktprogrammplanung, zur variantengerechten Produktgestaltung und zur Produktlebensphasen-Modularisierung entwickelt worden.

Um die Variantenvielfalt auch auf Prozessebene beherrschen zu können, ist der *integrierte PKT-Ansatz* um die Prozessebene zu erweitern, um eine Optimierung der Prozesse zu ermöglichen und Handlungsempfehlungen für die Produktentwicklung bereitzustellen (siehe Bild 1).

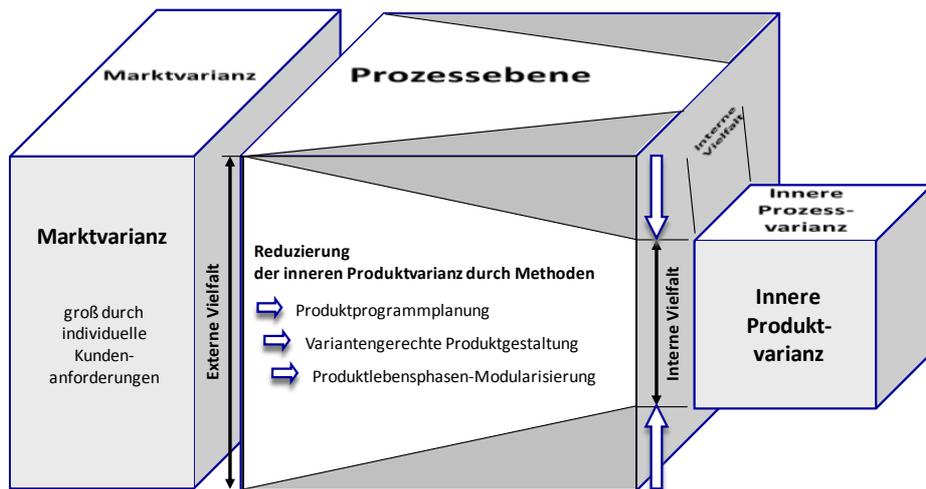


Bild 1: Integrierter PKT-Ansatz zur Entwicklung modularer Produktfamilien

---

## 2 Stand der Technik

### 2.1 Variantenmanagement

Je besser das Variantenmanagement ist, d.h. die Fähigkeit des Unternehmens Komplexität zu beherrschen, desto größer ist der Wettbewerbsvorteil gegenüber Konkurrenten [2]. Erfolgreiche Unternehmen zeichnen sich daher durch den ganzheitlichen Einsatz eines Variantenmanagements aus, das die Vielfalt in allen Unternehmensbereichen und –prozessen plant und mithilfe von entsprechenden Instrumenten, Prinzipien und Methoden reduziert und beherrscht [3].

Über die Variantenvielfalt bestehen unternehmensintern in der Regel unterschiedliche Ansichten. So wird in den kundennahen Bereichen eher eine hohe Variantenvielfalt präferiert, während in den produktionsnahen Bereichen eine weitgehende Standardisierung der Produkte gefordert wird. Das Variantenmanagement kann in drei Dimensionen unterteilt werden [4]:

- Art der Vielfalt
- Zeitlicher Horizont des Managements
- Phase im Produktlebenszyklus (PLC)

Bei der Art der Vielfalt wird in Produktvielfalt und Prozessvielfalt unterschieden. Die Prozessvielfalt wird weiter in produktvariantenneutrale und produktvarianteninduzierte Prozessvielfalt differenziert [5]. Unter den produktvariantenneutralen Prozessvarianten werden solche Prozessvarianten verstanden, die nicht aufs Produkt zurückzuführen sind sondern z.B. durch die Erhöhung der Losgröße entstehen. Produktvarianteninduzierte Prozessvarianten sind solche, die durch unterschiedliche Produktvarianten zurückzuführen sind. Für die Produktentwicklung und die Konstruktion sind die produktvarianteninduzierten Prozessvarianten von besonderem Interesse, da diese bereits während der Produktentwicklung in betrachtet werden müssen.

Unter dem zeitlichen Horizont des Managements wird die Unterscheidung in strategisches und operatives Variantenmanagement verstanden. Ziel des strategischen Variantenmanagements sollte dabei die Reduzierung und Beherrschung der Komplexität sowohl auf Produkt- als auch auf Prozessebene sein. Dies geschieht durch Wahl der entsprechenden Variantenmanagementstrategien [4]:

- Variantenplanung inklusive der Variantenvermeidung, d.h. es entstehen nur notwendige und rentable Varianten,
- Variantenbeherrschung, also die optimale Abwicklung der bestehenden Variantenvielfalt im Unternehmen und
- Variantenreduzierung, also der Eliminierung bestehender Varianten.

Das operative Variantenmanagement versucht, die vorgegebene bzw. abgestimmte Vielfalt möglichst effizient und reibungslos über die gesamte Prozesskette hinweg abzuwickeln [6] (siehe Bild 2).



Bild 2: Zeitlicher Horizont des Variantenmanagements [nach 7]

Die genannten einzelnen Strategien des Variantenmanagements werden je nach Phase des Produktlebenszyklus (Entstehung, Markt, Entsorgung) unterschiedlich eingesetzt. So wird z.B. in der Produktentstehungsphase die Variantenvermeidung als Strategie eingesetzt und nicht die Variantenreduzierung, da eine Reduzierung erst sinnvoll ist, wenn eine bereits bestehende Produktfamilie zu viele Varianten aufweist und dadurch intern zu erhöhten Kosten führt.

Der Stand der Technik des Variantenmanagements fokussiert sehr stark auf die Produktsicht und die Änderungen bzw. Behinderungen der Geschäftsprozesse wird nicht ausreichend berücksichtigt.

---

## 2.2 Bestehende Strategien zur Beherrschung der Prozessvielfalt

Zur Beherrschung der Prozessvielfalt existieren verschiedene Strategien wie die Postponement-Strategie und das Konzept der Kommunalität.

Ziel einer Postponement-Strategie ist es, einen möglichst großen Teil des Produktionsprozesses variantenunabhängig zu gestalten. Postponement beschreibt dabei das Aufschieben mancher Aktivitäten innerhalb der Wertschöpfungskette, um eine bessere Informationslage nutzen zu können [8].

Im Variantenmanagement wird das Konzept der Kommunalität als eine Strategie bezeichnet, welche die Gleichheit verwendeter Ressourcen entlang verschiedener Endprodukte innerhalb einer Produktfamilie nutzt, um somit die interne Komplexität der Produktion und folglich auch die Kosten zu reduzieren. Die gemeinsam genutzten Ressourcen können Betriebsmittel, Mitarbeiter, Wissen, Komponenten und Prozesse sein [9].

Prozesskommunalität bezeichnet die Strategie, gleiche Prozesse für unterschiedliche Produkte nutzen zu können. Im Variantenmanagement ist dies ein Ansatz, um der Varianz einer Produktfamilie durch eine Vereinheitlichung der Prozesse an varianten Komponenten entgegenzuwirken. Prozesskommunalität kann in verschiedenen Bereichen eines Unternehmens genutzt werden. Hierzu zählen u.a. Entwicklung, Montage, Produktion und Verkauf [9]. Starke Ausnutzung von Prozesskommunalität lässt sich heutzutage in der Automobilproduktion finden, wo meist alle Varianten eines Fahrzeugtyps den gleichen Montageprozess und dieselbe Montagestraße durchlaufen.

In Ergänzung zu den oben genannten Strategien kann jedoch zusätzlich eine Verschiebung der Prozesse nach vorne erfolgen, indem z.B. in der Lieferkette die Entwicklung von Produktkomponenten und deren Varianten auf den Lieferanten übertragen werden. Diese zusätzliche Strategie zur Reduzierung und Beherrschung der Prozessvielfalt ist im Bild 3 neben den genannten Strategien dargestellt. Teilprozesse können komplett aus dem Geschäftsprozess ausgegliedert und entweder nach vorne zum Zulieferer (Outsourcing) oder nach hinten zum Kunden verlagert werden (Postponement). Des Weiteren können Teilprozesse vereinheitlicht und dadurch vereinfacht werden (Kommunalität).

Durch die Verlagerung der Teilprozesse kann zwar die Prozessvielfalt des Unternehmens reduziert werden, aber die Gesamtkomplexität bleibt erhalten, da die Komplexität an die Lieferkette weitergegeben wird. Dadurch wird der Einkauf der Teile häufig teurer.

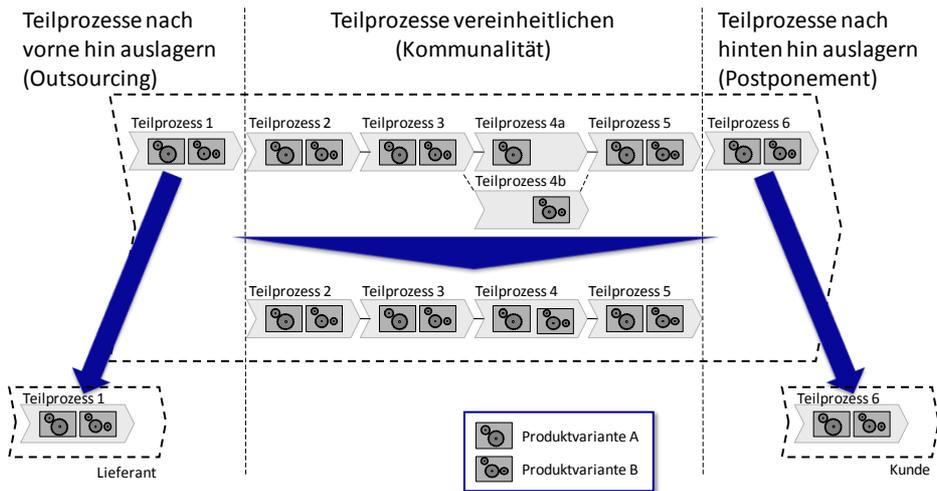


Bild 3: Strategien zur Beherrschung der Prozessvielfalt

Die Literatur untersucht hauptsächlich den Produktionsprozess. Da Komplexitätsprobleme jedoch nicht nur in den Produktionsprozessen sondern auch in den vor- und nachgelagerten Teilprozessen und allen anderen Geschäftsprozessen entstehen, ist hierfür eine neue Methode zu entwickeln, die eine ganzheitliche Betrachtung ermöglicht und die produktspezifischen Ursachen der Prozessvielfalt identifiziert, damit bereits in der Produktentstehungsphase die Prozessvielfalt betrachtet wird.

### 2.3 Bestehende Strategien des integrierten PKT-Ansatzes zur Beherrschung der Produktvielfalt

Die Methoden des *integrierten PKT-Ansatzes* zur Beherrschung der Produktvielfalt versuchen die Produktarchitektur so anzupassen, dass eine möglichst hohe externe Variantenvielfalt am Markt angeboten werden kann, ohne die interne Vielfalt unnötig zu erhöhen. Zu diesen Methoden gehören die *variantengerechte Produktgestaltung* und die *Produktlebensphasen-Modularisierung*.

Die Methode der *variantengerechten Produktgestaltung* unterstützt mithilfe einer Art Netzplan eine effiziente Abbildung der externen Produktvielfalt. Im Wesentlichen wird die Zuordnung zwischen Unterscheidungsmerkmalen und Komponenten visualisiert, wodurch eine Annäherung der

---

Konstruktion an das Ideal der Eins-zu-Eins-Zuordnung zwischen Unterscheidungsmerkmalen und Komponenten unterstützt [10].

Bei der Entwicklung modularer Produktstrukturen müssen die unterschiedlichen Anforderungen der einzelnen Produktlebensphasen berücksichtigt werden. Die Methode zur *Produktlebensphasen-Modularisierung* betrachtet diese unterschiedlichen Sichten differenziert [11].

Die Strategien zur Beherrschung der Produktvielfalt haben das Ziel eine hohe externe Vielfalt bereitzustellen, ohne die Teile- und Komponentenanzahl unnötig zu erhöhen. Dadurch werden indirekt auch die Geschäftsprozesse beeinflusst und diese Wechselwirkungen sollen durch die Erweiterung um die Prozessebene in den *integrierten PKT-Ansatz* aufgenommen werden.

### 3 Entwicklung einer Methode zur Beherrschung der Prozessvielfalt

Dieser Beitrag konzentriert sich sowohl auf die Klärung des Forschungsbedarfes als auch auf das grundsätzliche strategische Vorgehen der Methode. Dieses im Folgenden beschriebene Vorgehen des *variantenspezifischen Prozessmanagements* zeigt einerseits auf, wie die durch die Prozessvielfalt entstehenden indirekten Kosten transparent gemacht und beherrscht werden können. Außerdem wird die Produktentwicklung dabei unterstützt, in der Entstehungsphase zukünftiger Produkte eine Vielzahl von Prozessvarianten zu vermeiden. Dazu wird die Methode zunächst ins allgemeine Variantenmanagement eingeordnet und anschließend die grundsätzliche Vorgehensweise erläutert.

#### 3.1 Einordnung der Methode ins Variantenmanagement

Wie in Abschnitt 2.1 beschrieben, werden derzeit drei unterschiedliche Strategien des Variantenmanagements angewendet und je nach Phase des PLC unterschiedlich eingesetzt. Die Phase des PLC, in der die produktvielfaltsinduzierte Prozessvielfalt im Wesentlichen relevant ist und für die derzeit eine Methode zur Beherrschung der Prozessvielfalt entwickelt wird, ist die Marktphase. Die anderen Phasen des PLC werden aber nicht gänzlich von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen.

Der *integrierte PKT-Ansatz* hat das Ziel die Produktvielfalt zu reduzieren, zu beherrschen und zu vermeiden. Hierbei versuchen die Methoden des Ansatzes möglichst in den frühen Phasen der Produktentwicklung die interne Produktvielfalt zu unterstützen. Der *integrierten PKT-Ansatz* soll mit der zu entwickelnden Methode um die Prozessebene erweitern werden.

### 3.2 Grundsätzliche Vorgehensweise

Bild 4 beschreibt anhand eines Flussdiagrammes die grundsätzliche Vorgehensweise und die Unterscheidung in strategisches und operatives Variantenmanagement. Ausgangspunkt ist die *Analyse der vorhandenen Prozess- und Produktvielfalt* (rauteförmiger Startpunkt im Flussdiagramm). Zur Aufnahme und Darstellung der Produktarchitektur und Produktvielfalt bestehen im *integrierten PKT-Ansatz zur Entwicklung modularer Produktfamilien* bereits verschiedene Methoden, wie z.B. der Module Interface Graph [11]. Zur Aufnahme und Darstellung der Prozessvielfalt ist es notwendig ein Vorgehen zu entwickeln, das mithilfe von Fragebögen und Interviews die Prozessvielfalt identifiziert, welche durch die Produktvielfalt induziert wurde. In der zu entwickelnden Darstellung dieser Prozessvielfalt muss erkennbar sein, an welcher Stelle im Geschäftsprozess die Vielfalt auftritt und wodurch sie hervorgerufen wurde.

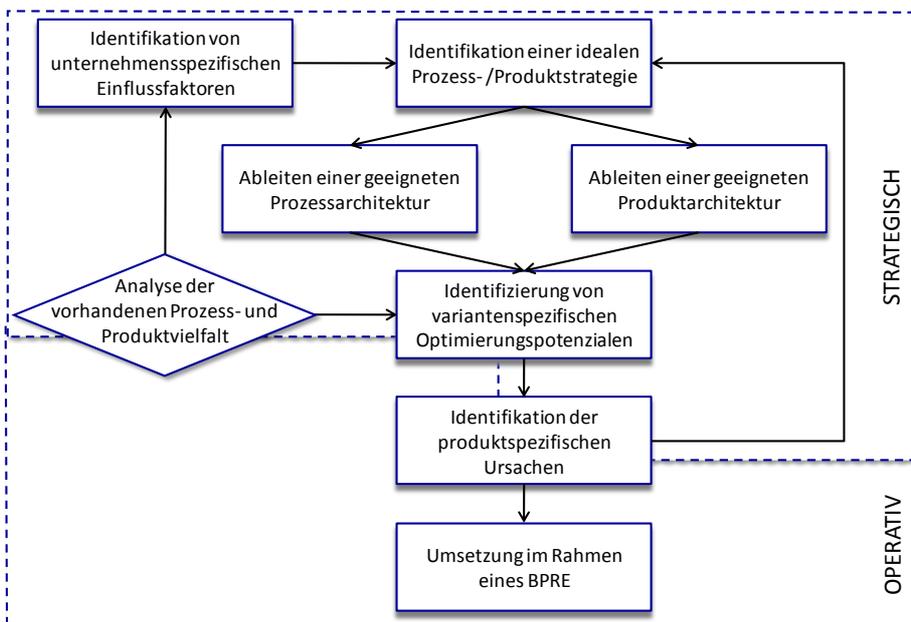


Bild 4: Methodisches Vorgehen

Im strategischen Management muss nach der Aufnahme der Ist-Situation eine ideale Prozess-/Produktstrategie identifiziert und definiert werden. Eine solche Strategie kann nicht für alle Unternehmen identisch sein und es muss

---

auch innerhalb eines Unternehmens je nach Geschäfts- und Produktionsprozess oder Produktpalette im Einzelnen differenziert werden. Wie die optimal abgestimmte Prozess-/Produktstrategie für ein Unternehmen aussieht, ist von mehreren unternehmensspezifischen Einflussfaktoren abhängig und muss je nach Branche, Unternehmen und Situation angepasst werden. Solche Einflussfaktoren sind z.B:

- das bestehende Produktprogramm,
- die bestehende Prozessstruktur im Unternehmen,
- die Distributionspartner und -wege,
- die Markt- und Kundenanforderungen und
- der Technisierungsgrad der Produkte.

Im strategischen Bereich ist das Ziel eine ideale Prozess-/Produktstrategie zu bestimmen (siehe Bild 5) und im operativen Bereich ist die Beherrschung der produktvielfaltsinduzierten Prozessvielfalt und die Annäherung der vorhandenen Prozess- und Produktstrategien an den Idealzustand der jeweiligen Strategie das Ziel des *variantenspezifischen Prozessmanagements*. Die ideale Prozess-/Produktstrategie wird dabei sowohl unter Berücksichtigung der vorgestellten Strategien zur Beherrschung der Vielfalt der Produkte und Prozesse (siehe Kapitel 2), als auch unter Beachtung der unternehmensspezifischen Einflussfaktoren entwickelt.

Um hierzu Optimierungspotenziale für die bestehende Produkt- und Prozessarchitektur sowie die unternehmensspezifischen Einflussfaktoren identifizieren zu können, muss auf die *Analyse der vorhandenen Prozess- und Produktvielfalt* zurückgegriffen werden. Anhand dieser Analyse und der daraus abgeleiteten Optimierungspotenziale wird im Anschluss eine verbesserte Prozess- und Produktarchitektur geplant und im Rahmen eines Business Process Reengineering umgesetzt.

Auf der Grundlage des Vergleiches zwischen der bestehenden und der verbesserten Produkt- und Prozessarchitektur sollen auch produktspezifische Ursachen identifiziert werden, die Einfluss auf die Prozessvielfalt haben. Diese Ursachen können im beschriebenen Verbesserungsprozess parallel und bei der Produktentwicklung zukünftig berücksichtigt werden.

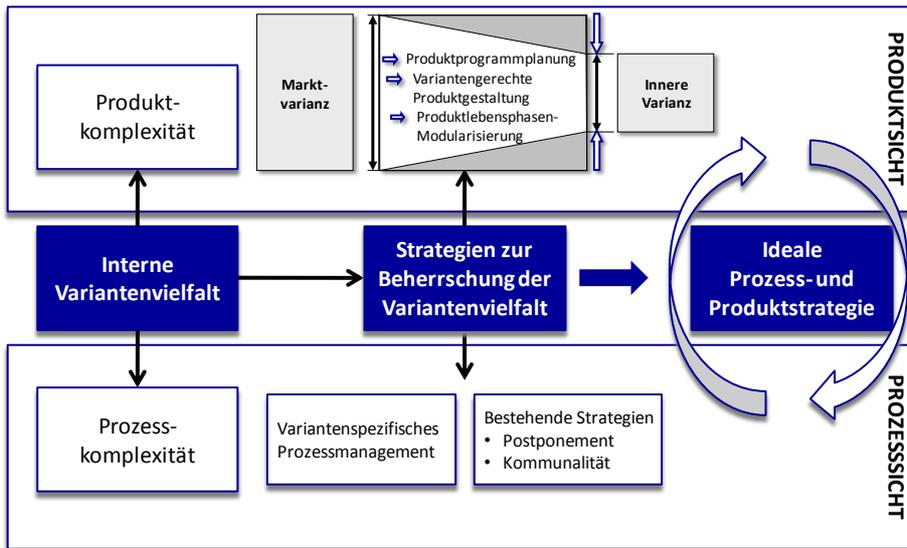


Bild 5: Strategisches Ziel der Methode

#### 4 Zusammenfassung und Ausblick

Die bereits bestehenden Methoden, Lösungsansätze und Werkzeuge des *integrierten PKT-Ansatz zur Entwicklung modularer Produktfamilien* haben ihren Fokus auf der Produktebene und müssen daher um die Prozessebene erweitert werden. Der dargestellte Ansatz beschreibt eine ganzheitliche Betrachtungsweise des Variantenmanagements unter besonderer Berücksichtigung der Geschäftsprozesse. Es besteht eine große Wechselwirkung zwischen der Produktvielfalt und der Prozessvielfalt, d.h., dass eine Änderung der Produktarchitektur Einfluss auf den Geschäftsprozess und eine Änderung des Geschäftsprozesses Einfluss auf die Produktarchitektur haben kann. Dabei haben unterschiedliche Produktcharakteristiken unterschiedliche Einflüsse auf den Geschäftsprozess und daher sollen die produktspezifischen Ursachen der Prozessvielfalt identifiziert und der Produktentwicklung aufgezeigt werden. Dadurch kann die Produktentwicklung schon in der Entstehungsphase zukünftiger Produkte eine Vielzahl von Prozessvarianten vermeiden.

Die Idee der prozesseitigen Erweiterung des integrierten PKT-Ansatzes wird in Zukunft detailliert und ihre Praxistauglichkeit überprüft.

---

## Literatur

- [1] Anderson, C.: The long tail: why the future of business is selling less of more. New York: Hyperion, 2006
- [2] Schuh, G.: Produktkomplexität managen, Vol. 2, München/Wien, 2005
- [3] Conenberg, A.; Prillmann, M.: Erfolgswirkung der Variantenvielfalt und Variantenmanagement, Journal Zeitschrift für Betriebswirtschaft 11/1995 pp 1231-1253
- [4] Heina, J.: Variantenmanagement – Kosten-Nutzen-Bewertung zur Optimierung der Variantenvielfalt, Wiesbaden, 1999
- [5] Menge, M.: Ein Beitrag zur Beherrschung der Variantenvielfalt in der auftragsbezogenen Einzel und Kleinserienfertigung komplexer Produkte, Essen, 2001
- [6] Franke, H.-J. et al.: Variantenmanagement in der Einzel- und Kleinserienfertigung, Carl Hanser Verlag, München, 2002.
- [7] Schmid, T.: Variantenmanagement – Lösungsansätze in den einzelnen Phasen des Produktlebenszyklus zur Beherrschung von Variantenvielfalt, Hamburg, 2009
- [8] Hattinger, W.: Konzerne und der Prozess eines werbekostenneutralen POS- Werbeauftritts, Master Thesis, School of Applied Studies Wels, 2008
- [9] Dellanoi, R.: Kommunalitäten bei der Entwicklung variantenreicher Produktfamilien, Dissertation, Difo-Druck GmbH, Bamberg, 2006
- [10] Kipp, T.; Krause, D.: Design for Variety – Ein Ansatz zur variantengerechten Produktstrukturierung, 6. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik 2008, Aachen, 2008, pp. 159-168.
- [11] Blees, C.; Jonas, H.; Krause, D.: Perspective-Based Development of Modular Product Architectures, Proceedings of the 17th International Conference on Engineering Design (ICED), Stanford, USA, 2009, pp. 4-95-4-106.