

Methodik in der praktischen Produktentwicklung - Herausforderung und Grenzen

**o. Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Albert Albers,
Dipl.-Ing. Dirk Schweinberger**

Universität Fridericiana (TH), Karlsruhe
Institut für Maschinenkonstruktionslehre und Kraftfahrzeugbau (mkl)
Kaiserstr. 12, 76128 Karlsruhe
email: {alber.albers@mach.uni-karlsruhe.de}

Schlagnvorte: *Entwicklungsmethodik, Konstruktionsmethodik, integrierte Produktentwicklung*

Einleitung

Die Konstruktionswissenschaft beschäftigt sich schon seit mehreren Jahrzehnten mit der methodischen Unterstützung der technischen Produktentwicklung. Eine Vielzahl von Hilfsmitteln ist auf diese Weise entstanden. Die entwickelten Methoden haben allerdings nur eine beschränkte Wirksamkeit auf die unternehmerische Praxis.

Der nachstehende Beitrag beleuchtet den aktuellen Stand des Methodikeinsatzes in der praktischen Produktentwicklung und gibt Hinweise zum effektiven Methodengebrauch. Vorgestellt werden neue und erweiterte Anwendungsaspekte, wie sie u.a. am Institut für Maschinenkonstruktionslehre und Kraftfahrzeugbau der Universität Karlsruhe (TH) entwickelt werden.

Der Produktentstehungsprozess (PEP)

Der Prozess der praktischen Produktentwicklung ist ein komplexer Vorgang. In Abbildung 1 sind die wesentlichen Prozesselemente dargestellt. Ausgehend vom Markt, der sich aus den drei Elementen Kunde, Wettbewerber und Produzent zusammensetzt, erfolgt die Definition der geforderten Produktfunktionen. Dieses Produktprofil ist Basis für die anschließende Ideenfindungs- und Konzeptphase. Nach der konstruktiven Detaillierung erfolgt die Produktvalidierung im Experiment. Die Produktionsumsetzung und die Produktfertigung schließen sich als Konsequenz eines erfolgreichen Produkttests an. Nach der Produktnutzung durch den Kunden wird das Ende des Produktlebenszyklus durch die Phase des Produktrecyclings eingeleitet. Die Produktrevitalisierung ermöglicht letztendlich das Schaffen erneuter Produktattraktivität für den Markt, z.B. durch sogenannte "Faceliftings". Wie in Abbildung 1 dargestellt, besteht zwischen den einzelnen Phasen des Prozesses eine Vielzahl

von Wechselwirkungen. Der Prozess wird in seiner Komplexität durch die Einbindung mehrerer funktionaler Bereich zusätzlich gesteigert.



Abb. 1: Prozess der Produktentwicklung, -umsetzung und Nutzung

Es wird somit schnell ersichtlich, dass der Produktentstehungsprozess nicht durch einfache sequentielle Modelle beschrieben werden kann. Die in Abbildung 1 dargestellte Struktur spiegelt daher ausdrücklich nur die logische Verknüpfung der einzelnen Prozessschritte wider, nicht deren zeitliche Reihenfolge. Die chronologische Gestaltung ist stark von der individuellen Situation im Unternehmen und dessen Möglichkeiten abhängig. Zeitparallele Phasenumsetzungen ("Simultaneous Engineering") sind beispielsweise bei einer Integration von Zulieferunternehmen oder Kooperationspartnern in den Produktentstehungsprozess sinnvoll und erlauben deutliche Zeitersparnisse in der Produktumsetzung.

Produktentwicklungsmethodik

Als übergeordnetes Ziel der Produktentwicklungsmethodik kann im allgemeinen die Bereitstellung, Anwendung, Bewertung und Spezifizierung (Klassifizierung) von Strategien und Methoden zur Definition von Produktideen verstanden werden, aber auch deren konkrete Umsetzung in marktgerechte Produkte. Es wird die ganzheitliche Unterstützung des Produktentstehungsprozesses angestrebt. Insbesondere die frühen Phasen der Produktentstehung waren immer wieder Gegenstand wissenschaftlicher Arbeiten. Durch den Ansatz der ganzheitlichen Betrachtung haben die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Methoden stark zugenommen. Dies führte häufig dazu, dass die entstehenden Werkzeuge sehr komplex in ihrer Handhabung wurden und die zusätzliche Abstraktion des Anwendungsgegenstandes erforderten. Für die praktische Produktentwicklung waren diese Hilfsmittel nicht mehr effektiv ein- und umsetzbar.

Grundlagen methodischen Vorgehens

Methodik und Methodeneinsatz basieren auf drei wesentlichen Aspekten. Methodisches Vorgehen heißt zum einen geplantes Vorgehen. Unter "geplant" wird in diesem Zusammenhang das Vordenken des später umzusetzenden Prozesses verstanden. Der erstellte Prozessplan muss an die jeweilige Entwicklungsaufgabe adaptiert werden. Er dient als Leitfaden für das gesamte Projekt.

Der zweite Fokus methodischen Vorgehens liegt auf dem geordneten Ablauf der einzelnen Prozessschritte. Unter "geordnet" wird hierbei auch die Berücksichtigung von Wechselwirkungen und Vernetzungen unter den beteiligten Elementen verstanden. Die Anordnung der einzelnen Phasen hat so zu erfolgen, dass die jeweiligen Schnittstellen informations-, zeit-, kosten- und aufgabengerecht bedient werden. Ausgehend von einer Kapazitätsplanung sollte in jeder Phase des Projektablaufes ein Abgleich zwischen "Soll" und "Ist" erfolgen, um somit auch einen kontinuierlichen Lernprozess sicherzustellen.

Der dritte Aspekt methodischen Vorgehens ist dessen Zielgerichtetheit. Im Hinblick auf den Produktentstehungsprozess setzt dies zunächst einmal die Eignung der Aufgabenstellung und deren ausreichend detaillierte Formulierung voraus. Dieses als "Anforderungsliste" bekannte Element ist von entscheidender Bedeutung für die Effektivität der Folgephasen des Produktentstehungsprozesses. Die Anforderungen und Randbedingungen aus Kunden- und Unternehmenssicht müssen in geeigneter Weise vor Beginn der Entwicklungstätigkeit formuliert und festgehalten werden. Sie dienen als wesentliche Grundlage des Produktentstehungsprozesses.

Chancen methodischen Vorgehens

In der praktischen Produktentwicklung sind Firmen zu beobachten, die trotz Verzicht auf methodische Unterstützung sehr erfolgreich am Markt agieren. Allerdings hängt deren Erfolg zumeist von der Brillanz einzelner Kompetenzträger ab. Erst diese ermöglichen die erfolgreiche Produktentwicklung und bestimmen diese entscheidend mit.

Im Gegensatz hierzu erlaubt methodisches Vorgehen eine generelle Verbesserung der Erfolgsaussichten der Produktentwicklung. Diese grundsätzliche Aussage kann aus wissenschaftlicher Sicht getroffen werden. In verschiedenen Studien wurde die positive Wirkung methodischen Vorgehens bei der Umsetzung von Produktentwicklungsaufgaben nachgewiesen. Die positiven Eigenschaften des Methodeneinsatzes können sich dabei auf verschiedene Bereiche auswirken. So wird durch angepassten Methodikeinsatz die Stärkung der unternehmerischen Innovationskraft ermöglicht. Beispielhaft seien hier die Kreativitätstechniken genannt. Damit sind allerdings nicht ausschließlich die relativ einfachen Techniken, wie z.B. Brainstorming oder -writing gemeint, sondern auch jüngere und komplexere Innovationsstrategien (z.B. TRIZ/ARIS). Viele Methoden unterstützen problemorientiertes Vorgehen und können auf diese Weise Erfolgsaussichten und die

Effektivität des Produktentstehungsprozesses entscheidend verbessern. Systematisches Scannen von Lösungsalternativen führt zu einer großen Lösungsvielfalt und zu einem breiten Betrachtungs- und Handlungsfeld der Produktumsetzung. Auch beim Auffinden und Auswählen optimaler Lösungen leisten Methoden Hilfestellung. Unter der optimalen Lösung wird in diesem Zusammenhang ein lokales Optimum, bezogen auf die definierte Aufgabenstellung verstanden. Durch die Fokussierung auf wenige Lösungsalternativen und das systematische Vermeiden von Fehlentscheidungen ist ein erhebliches Einsparungspotenzial an Entwicklungszeit möglich. Methodik erlaubt also auch eine Rationalisierung des Produktentstehungsprozesses durch zielgerichtetes Arbeiten. Durch den Einsatz leistungsfähiger EDV-Werkzeuge kann dies weiter optimiert werden. Eine gezielte methodische Unterstützung schafft Freiraum für Kreativität und lösungsorientiertes Arbeiten, sowie eine Entlastung von administrativen und rein formalen Tätigkeiten. Eine wichtige Chance im Zusammenhang mit methodischem Vorgehen ist die Motivationssteigerung der am Prozess beteiligten Personen. Durch die adaptierten Methoden kann das Vorgehen in seiner Gesamtheit, aber auch für den Einzelnen, in seiner Struktur und Effizienz verbessert werden. Die durch erfolgreichen Methodeneinsatz erreichte Lösungsvielfalt erhöht auch die Motivation von Mitarbeitern, die bisher bezüglich ihrer kreativen Leistungen ein eher geringes Potenzial gezeigt haben.

Beispiel eines erfolgreichen Methodikeinsatzes

Im folgenden Abschnitt wird anhand eines Projektbeispiels das Potenzial methodischen Vorgehens dargestellt. Demonstrationsobjekt ist ein Flurförderfahrzeug für den innerbetrieblichen Verkehr. Die existierenden Systeme der betrachteten Herstellerfirma waren zum damaligen Zeitpunkt am Markt bewährt und zeichneten sich durch hohe Zuverlässigkeit aus. Für eine neue Baureihe wurde von Kundenseite eine wesentlich höhere Tragfähigkeit gefordert. Die grenzwertige Auslegung der bisherigen Antriebseinheiten ließ den Einsatz für höhere Belastungen nicht mehr zu und forderte die konstruktive Überarbeitung des Systems. Die Entwicklungsleitung definierte die Aufgabe entsprechend als konstruktive Anpassung eines Differenzialausgleichsgetriebes für ein Bodentransportsystem an höhere Belastungen.

Diese durchaus sinnvolle Aufgabenstellung umfasste also die Überarbeitung des Antriebssystems im Sinne einer Leistungserhöhung. Durch eine entsprechende methodische Vorgehensweise konnten im weiteren Verlauf Lösungsalternativen erarbeitet werden. In Abbildung 2 sind einige Beispiele verdeutlicht. Das Grundprinzip, auf dem sämtliche Lösungen beruhen, ist die Untersetzung der Drehzahl zur Erlangung höherer Drehmomente am Rad, ohne dabei das Differenzial stärker zu belasten. Dies erfolgte beispielsweise durch Nachschaltung einer Stirnradstufe, einer Schneckenübersetzung mit Planetengetriebe oder durch Übersetzungsstufen, sowohl vor als auch nach dem Differenzial. Die vorgeschlagenen Lösungen wurden u.a. hinsichtlich ihres Umsetzungsaufwandes bewertet und man hätte hieraus sicherlich eine unter diesen Randbedingungen optimale Lösung ableiten können.

Eine effektive methodische Vorgehensweise verlangt allerdings eine erweiterte prozessuale Sichtweise.

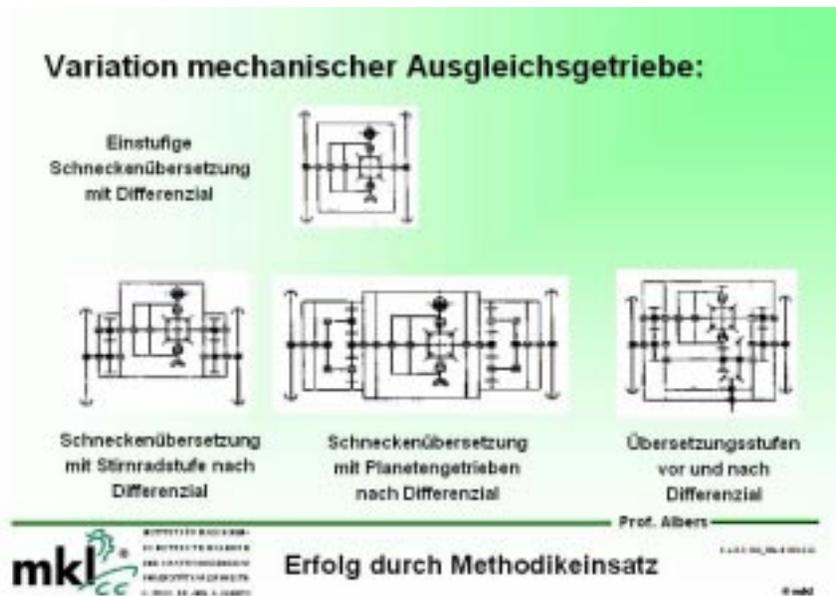


Abb. 2: Lösungsalternativen für die Antriebseinheit eines Flurförderfahrzeuges

Eine wesentliche konstruktive Grundregel wurde in der beschriebenen Vorgehensweise nicht berücksichtigt, nämlich die Aufgabenstellung nochmals in Frage zu stellen und zu abstrahieren, mit dem wesentlichen Ziel Vorfixierungen bei der Lösungssuche zu vermeiden.

Wendet man dieses einfache methodische Werkzeug an und definiert die Aufgabenstellung neu, was bei einer erneuten, vom Institut für Maschinenkonstruktionslehre und Kraftfahrzeugbau gecoachten, Ideenfindungsphase in diesem Projekt erfolgte, so abstrahiert sich die Aufgabenstellung zur "Konstruktion einer Antriebseinheit für ein mechanisch geführtes Bodentransportsystem". Auf den ersten Blick erkennt man keinen wesentlichen Unterschied zwischen den beiden Aufgabenstellungen. Der erfolgte methodische Effekt ist allerdings die Abstraktion der Aufgabenstellung und damit die Erweiterung des Blickes für neue Lösungsalternativen. Der anschließend durchgeführte Lösungsprozess führte nun auf völlig neue, von den bisherigen Lösungen abweichende Alternativen. Das bestehende Antriebssystem wurde zunächst in Frage gestellt. Im Rahmen dieses Beitrages kann nicht detailliert auf den Lösungsweg eingegangen werden. Als Ergebnis entstand ein Rollenantrieb mit Achsschenkellenkung, bestehend aus einer angetriebenen Rolle ohne Differenzial und einer nicht angetriebenen, frei mitlaufenden Rolle. In Abbildung 3 ist dieser Antrieb als prinzipielles Konzept, als Prototyp und als Endprodukt dargestellt.

Es ist also gelungen, mit Hilfe einer methodischen Herangehensweise das ursprüngliche leistungsbegrenzte Differenzial gänzlich zu entfernen und einen verbesserten Antrieb zu entwickeln. In diesem Fall konnte zusätzlich eine Reduzierung der Kosten erzielt werden.



Abb. 3: Konzept, Prototyp und Endprodukt des optimierten Bodentransportsystems

Hemmnisse beim Methodeneinsatz

Die Erfolgspotenziale methodischen Vorgehens wurden mit dem vorangegangenen Beispiel exemplarisch verdeutlicht. Trotzdem ist, wie bereits ausgeführt, die angewandte Entwicklungsmethodik in Firmen nur gering vertreten und die Potenziale werden kaum genutzt. Die Ursachen für das Defizit in der praktischen Umsetzung sind vielfältig. Der Entwicklungsmethodik lastet im allgemeinen ein schlechtes Image bezüglich ihrer Theoriebehaftetheit und Praxisferne an. Viele Praktiker vertreten nach dem Studium von Literatur aus dem Bereich der Konstruktionsmethodik die Meinung, dass der dort gewählte methodische Ansatz zu kompliziert und zu wenig lösungsorientiert ist. Man befürchtet einen zeitlichen Aufwand bei der Umsetzung, der in keiner Relation zur Leistungserhöhung steht. In vielen Fällen existieren zusätzlich persönliche Widerstände bezüglich der Anwendung von Methoden bei den Mitarbeitern der Produktentwicklungsabteilungen. Es fehlt die persönliche Bereitschaft Methoden einzusetzen, da die Meinung vorherrscht, auch ohne Methodik die geforderten Leistungen erreichen zu können. Kreativität beispielsweise ist nach Meinung vieler Praktiker eine "angeborene" Eigenschaft. Auch hier ist eine Fehlsicht zu erkennen, denn eine Vielzahl von Methoden beabsichtigt grundsätzlich die Unterstützung des Kreativprozesses. Die oft noch mangelnde Rechnerunterstützung und die häufig begrenzte Leistungsfähigkeit der auf dem Markt befindlichen EDV-gestützten Werkzeuge sind ebenfalls ernstzunehmende Hemmnisse. Die genannten Punkte führen dazu, dass insgesamt gesehen die Erfolge des Methodikeinsatzes erst sehr spät sichtbar werden und in der Praxis die Vorbehalte bezüglich der Effektivität von Methoden verstärkt werden. Probleme beim Methodeneinsatz sind allerdings auch häufig in dem entsprechenden Einführungsprozess begründet. Folgendes Beispiel soll dies verdeutlichen.

Einführung einer softwaregestützten Lösungsfindungsmethodik in einem mittelständischen Unternehmen

Im beschriebenen Fall hat sich ein durch Innovationskraft bekanntes Unternehmen entschlossen, die Innovationsleistung der Entwicklungsabteilung durch Einführung eines Softwarewerkzeuges zu fördern und zu unterstützen. Diese Software zur gezielten Ideenfindung (Funktionsmodellierer) ist am Markt erhältlich und zeichnet sich prinzipiell durch eine sehr gute Bedienerführung und -schnittstelle aus. Das Produkt ist sehr leistungsfähig und basiert auf einer geschlossenen Erfindungstheorie. Am Institut für Maschinenkonstruktionslehre und Kraftfahrzeugbau wurde das Werkzeug bereits in vielen praktischen Fällen erfolgreich eingesetzt. In dem hier beschriebenen speziellen Fall wurde eine große Anzahl von Lizenzen des Produktes durch die Firma beschafft und in die Produktentwicklungsabteilung implementiert. Gleichzeitig wurde dem Großteil der Nutzer im Rahmen umfangreicher Schulungsmaßnahmen der Umgang mit der Software nahegebracht. Nach einem Zeitraum von ca. einem Jahr wurden die Erfolge der eingesetzten Software überprüft. In einer Befragung konnte festgestellt werden, dass zum Zeitpunkt der Befragung nur etwa 5% der Befragten die Software einsetzen und dies nur gelegentlich. Genutzt wird dann nur ein Teilmodul des Programms, das lösungsorientiert und durchaus praktisch relevant eine Ansammlung physikalischer Effekte als Basis für grundlegende Ideen bietet. Eine Leistungssteigerung im Umfeld der Produktentwicklung, beispielsweise in Form höherer Patentzahlen oder einer Verkürzung der Produktentwicklungszeit konnte allerdings nicht beobachtet werden.

Entsprechende Enttäuschungen tragen letztendlich zu einer grundsätzlich negativen Einstellung der Involvierten bezüglich des Methodeneinsatzes bei. Analysiert man den Hintergrund im Detail, so stellt man fest, dass dieser Fehlschlag insbesondere durch eine zu geringe Vermittlung der theoretischen Grundlagen dieses speziellen Lösungsfindungsprozesses und der damit verbundenen grundlegenden Arbeitstechnik und Denkweise begründet ist. Ohne dieses Fundament ist die gezielte und effektive Anwendung des Werkzeuges aus Sicht der Wissenschaft nicht möglich.

Voraussetzungen für erfolgreichen Methodikeinsatz

Das oben beschriebene Beispiel verdeutlicht einen entscheidenden Aspekt bei der Einführung von Methodik in Unternehmen. Entwicklungsmethodik im allgemeinen kann nur dann effektiv eingesetzt werden, wenn sie in die betrieblichen Strukturen verankert wird und den beteiligten Mitarbeitern der theoretische Hintergrund bzw. die Funktionsweise des jeweiligen Werkzeuges vermittelt wird. Entwicklungsmethodik kann daher nur top-down eingeführt werden. Sie muss von der Unternehmensleitung bewusst gefordert und gefördert werden. Parallel zum Aufbau des Methodeneinsatzes ist ein kontinuierliches Training der Methodenanwendung von entscheidender Bedeutung. Die entsprechende Kompetenz zur Anwendung der Werkzeuge sollte bei sämtlichen Anwendern und Nutzern vorliegen.

Methodik darf keinesfalls nur in Teilbereichen gefordert und eingesetzt werden. Unstimmigkeiten unter den Beteiligten, insbesondere zwischen solchen mit kontroversen

Einstellungen bezüglich des Methodeneinsatzes, wären die Folge. Nicht vernachlässigt werden darf die Zeit, welche erforderlich ist, um Methodenkompetenz im Unternehmen aufzubauen. Diese sollte dennoch als Investition in die Zukunft betrachtet werden. Eine zu schnelle Orientierung auf Leistungsmessung und -steigerung behindert den konsequenten Methodeneinsatz.

Am Institut für Maschinenkonstruktionslehre und Kraftfahrzeugbau wurde vor dem beschriebene Hintergrund ein wichtiger Grundsatz der Methodenentwicklung definiert: Methoden dürfen nicht als geschlossener Block verstanden werden, welcher den Produktentstehungsprozess ganzheitlich und in einem Ansatz betrachtet. Vielmehr müssen die methodischen Ansätze in aufgabenorientierte Werkzeuge aufgeteilt werden, welche individuell, an dem jeweils zu bearbeitenden Problem orientiert, ausgewählt und eingesetzt werden können. Diese Aufgliederung des gesamten methodischen Ansatzes in kleine, greifbare Elemente erleichtert die praktische Umsetzung und reduziert den Zeitbedarf im praktischen Alltag.

Für einen erfolgreichen Methodikeinsatz sind daher auch aus der praktischen Sicht Forderungen an die Methodenentwickler zu stellen. Methoden müssen grundsätzlich so definiert und beschrieben werden, dass sie in einer angemessenen Einarbeitungszeit mit möglichst geringem Anwendungsaufwand eingesetzt werden können. Dabei dürfen die theoretischen Hintergründe nur in dem Maß in der Methodenbeschreibung beinhaltet sein, wie es für die erfolgreiche Umsetzung unbedingt erforderlich ist. Methodik sollte in das Rechnerumfeld integriert werden, daher muss von Beginn an der informationstechnologische Aspekt Ziel der Einführungsstrategie sein. Die Methodenentwickler sind des weiteren dazu aufgefordert, von vorneherein die anwendungsspezifische Anpassungsmöglichkeit der Methoden an individuelle unternehmerische Randbedingungen zu ermöglichen. Generell sollte das Bestreben nach einer universalen Theorie oder Methodik zugunsten eines umsetzungsorientierten "Methodenbaukastens" verlassen werden. Die Leistungsfähigkeit und Effektivität der Werkzeuge muss dabei von vorneherein für den späteren Anwender ersichtlich sein und nachhaltig sichergestellt werden. Dies gilt insbesondere bezogen auf den praktischen Ansatz und nicht auf theoretische Modellbildungen.

Am Institut für Maschinenkonstruktionslehre und Kraftfahrzeugbau wird unter den oben beschriebenen Voraussetzungen an einer Optimierung bzw. Ergänzung der Entwicklungsmethodik gearbeitet. Der hierbei gewählte Ansatz des Werkzeugkastens lässt die gezielte Formulierung und anwendungsorientierte Beschreibung von Methoden, bezogen auf ihre Anwendung im Produktentstehungsprozess zu. Hierbei wird auch die Einführung von Methodik in Unternehmen mit den späteren Anwendern trainiert.

Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag wurde versucht, die beobachtete zögernde Umsetzung von Produktentwicklungsmethodik in Industrieunternehmen zu analysieren und die Gründe für

diese Entwicklung aufzuzeigen. Daraus wurden Forderungen für die Methodikentwicklung unter praxisorientierten Randbedingungen abgeleitet. Es ist festzuhalten, dass methodisches Vorgehen zusätzliches Erfolgspotenzial erschließen kann. Heutige Methodenansätze sind allerdings in der Praxis offensichtlich nur eingeschränkt nutz- und umsetzbar. Daraus leitet sich die Forderung nach einer angepassten Vorgehensweise, sowohl bei der Methodenentwicklung als auch bei der Methodeneinführung in Unternehmen ab. Das Institut für Maschinenkonstruktionslehre und Kraftfahrzeugbau setzt hierbei auf den Werkzeugkastenansatz und formuliert die Methoden als problemorientierte Werkzeuge, bezogen auf die jeweiligen Phasen im Produktentstehungsprozess. Die Einführung von methodischem Vorgehen bei der Produktentwicklung muss von Seiten der Geschäftsleitung erfolgen. Bei der Implementierung der Methodik in das prozessuale Vorgehen sollte die Geschäftsleitung dabei stets die strategische Bedeutung des Methodeneinsatzes betonen und die Inkubationszeit bis zum Wirksamwerden des methodischen Vorgehens akzeptieren. Hierbei ist es wichtig auch Geduld zu zeigen.

Letztendlich muss sich allerdings der Methodeneinsatz an erreichten Erfolgen messen lassen. Dabei sind dann nur diejenigen Ansätze für die praktische Produktentwicklung im Umfeld von Industrieunternehmen geeignet, welche einen solchen Erfolgstest bestehen.

Literatur

- Albers, A. (1999): Innovation für morgen durch kundenorientierte, kreative und termingerechte E&K-Prozesse - Innovationsstrategie für neue Produktideen; Konstruktionsleiterlehrgang beim Wirtschaftsverband Industrieller Unternehmen Baden e.V. (wvib), Tagungsband, Freiburg, 16./23. April 1999
- Albers, A. (1994): Simultaneous Engineering, Projektmanagement und Konstruktionsmethodik - Werkzeuge zur Effizienzsteigerung. Vortrag auf dem deutschen Konstrukteurstag 1994 6./7. Juni 1994, Fulda. VDI-Berichte Nr. 1120, 1994, VDI-Verlag, Düsseldorf.
- Albers, A.; Schweinberger, D. (1999): The Process Chain "From Market to Product" - A concrete Instrument for Product Innovation; International Conference on Engineering Design, ICED 99, Munich, August 24-26, 1999
- Albers, A.; Schweinberger, D. (1998): Effektives Kooperationsmanagement in der Produktentwicklung; Veröffentlichung zur Fachkonferenz "Zukunft Konstruktion", Düsseldorf 23. und 24. September 1998. Institute for International Research, Frankfurt, Germany.
- Burkardt, N. (1999): Wege zur Produktinnovation: Methodik in der Entwicklung konkreter Produkte; Konstruktionsleiterlehrgang beim Wirtschaftsverband Industrieller Unternehmen Baden e.V. (wvib), Tagungsband, Freiburg, 16./23. April 1999