

## **SYSTEMATISCHES VORGEHEN UND GEZIELTER METHODENEINSATZ UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER ENTWICKLUNGSSITUATION**

*Josef Ponn, Udo Lindemann*

### **Zusammenfassung**

Zur Unterstützung des Entwicklungsprozesses hat die Entwicklungsmethodik eine Reihe von Instrumentarien hervorgebracht, von denen hier insbesondere Vorgehensmodelle und Arbeitsmethoden im Fokus stehen. Deren Einsatz in konkreten Projekten und Prozessen ist oftmals dadurch erschwert, dass eine situationsgerechte Bereitstellung dieser Hilfsmittel fehlt. Die gezielte Unterstützung der Entwicklungssituation stellt jedoch alleine deswegen eine große Herausforderung dar, weil keine übergreifende Definition des Situationsbegriffes und eine einheitliche Klassifikation zugehöriger Einflussfaktoren existieren. In diesem Beitrag wird ein Lösungsansatz vorgestellt, der die Themenbereiche Entwicklungssituation, Vorgehensunterstützung (durch Vorgehensmodelle) und Methodeneinsatz integriert betrachtet. Auf Basis der Analyse der operativen Entwicklungssituation wird dadurch die Bestimmung geeigneter Schritte im operativen Vorgehen sowie die Auswahl und Anwendung von Entwicklungsmethoden unterstützt.

### **1 Einleitung**

Produktentwicklungsprozesse zeichnen sich durch eine Reihe von Eigenschaften aus, die sie deutlich von gut strukturierbaren und determinierbaren Geschäftsprozessen unterscheiden [1]. Charakteristisch sind z. B. ergebnisabhängige Schritte im Vorgehen und Iterationen mit unterschiedlichen Ursachen. Ein sinnvolles Vorgehen ergibt sich oft erst aus der Erarbeitung von Zwischenergebnissen heraus und kann nicht komplett zu Beginn eines Projektes geplant werden. Aufgrund von Unsicherheiten und vagen Informationen sowie notwendigen Abstimmungsprozessen bei parallel ablaufenden, arbeitsteiligen Prozessen kommt es meist zu Iterationen, so dass von einem linearen Durchlaufen eines vorgegebenen Ablaufschemas in der Regel nicht die Rede sein kann. Die Entwicklungsmethodik hat eine Reihe von Ansätzen zur Unterstützung von Entwicklungsprozessen hervorgebracht. Vorgehensmodelle stellen beispielsweise ein Hilfsmittel dar, das den Entwickler bei der Planung zukünftiger Prozesse, der Orientierung innerhalb aktueller Prozesse und der Reflexion abgeschlossener Prozesse unterstützt. Um eine systematische und zielgerichtete Ausführung der jeweiligen Aktivitäten zu unterstützen, stehen Methoden der Produktentwicklung zur Verfügung [2].

Eine häufig genannte Kritik ist die fehlende Anpassung dieser Hilfsmittel (Vorgehensmodelle, Methoden) an die Situation des Entwicklers. Dies stellt insofern eine große Herausforderung dar, weil Entwicklungssituationen sehr vielfältige Facetten aufweisen. Eine hohe Varianz ist alleine schon in den zu bewältigenden Aufgaben zu verzeichnen (Neuigkeitsgrad, Komplexität etc.). Die involvierten Entwickler, die als Individuen oder im Team agieren, besitzen unterschiedliches Fach- und Methodenwissen. Schließlich sind es äußere Rahmenbedingungen (Unternehmenskultur, finanzielle und zeitliche Beschränkungen etc.), die einen hohen Einfluss auf möglicherweise geeignete Hilfsmittel für die Unterstützung des Entwicklungsprozesses haben. In diesem Beitrag werden in den drei Bereichen Entwicklungssituation, Vorgehensunterstützung und Methodeneinsatz zunächst die Ausgangssituation und der Stand der Forschung herausgearbeitet. Im Anschluss wird ein Lösungsansatz präsentiert, der das Ziel

einer Unterstützung des Entwicklers bei einem systematischen Vorgehen und einem gezielten Methodeneinsatz unter Berücksichtigung der Entwicklungssituation verfolgt.

## 2 Ausgangssituation und Herausforderungen

### 2.1 Beschreibung der Entwicklungssituation

Die Notwendigkeit einer situationsgerechten Unterstützung des Entwicklungsprozesses wird häufig betont. Birkhofer et al. [3] formulieren beispielsweise die „10 Gebote“ eines erfolgreichen Methodentransfers, von denen das erste folgendermaßen lautet: „Meet the design situation!“ Entwicklungsmethoden müssen zur jeweiligen Situation passen. Jedoch sollte die methodische Unterstützung konkreter Anwendungsfälle keinesfalls bedeuten, dass lediglich spezifische Hilfsmittel generiert werden sollen. Vielmehr wird die Notwendigkeit gesehen, Regeln und Vorgehensweisen zu entwickeln, um allgemeine Theorien aus dem gesammelten Wissensbestand der Entwicklungsmethodik effektiv und effizient zu konkretisieren, um z. B. den Anforderungen und Rahmenbedingungen der Entwicklung einfacher Produkte als auch jenen der Entwicklung komplexer Anlagen gerecht zu werden [3]. Lindemann betont, dass sich Produktentwickler mit einer ständigen Veränderung von Märkten, Werten, Technologien und vielen anderen Aspekten konfrontiert sehen. Die Dynamik der Situation erfordert zum einen Kreativität, um geschickt auf die Vielzahl der Veränderungen reagieren zu können. Zum anderen wird es den Beteiligten im Entwicklungsprozess nur selten möglich sein, Probleme stets auf die gewohnte Weise zu lösen [2].

Es existiert bereits eine Vielzahl von Ansätzen mit dem Fokus auf einer situativen Unterstützung der Produktentwicklung. Beispielsweise stellt Zanker ein Konzept vor, das auf der einen Seite die Erhöhung der Flexibilität von Entwicklungsmethoden, auf der anderen Seite eine bessere Anpassung von Methoden an spezielle Aufgaben oder Randbedingungen verfolgt [4]. Die Anpassung an vorherrschende Rand- und Einsatzbedingungen geschieht über Modifikation von Methodenmerkmalen (z. B. Trägermedium, Darstellung etc.), welche die Einsatzfähigkeit und den Nutzen von Methoden wesentlich steigern sollen. Die Wirksamkeit derartiger Methodenanpassungen wird beispielhaft demonstriert, eine umfassende Beschäftigung mit den erwähnten situativen Randbedingungen im Sinne einer Klassifikation findet jedoch nicht statt. Braun betont, dass eine methodische Unterstützung bei unterschiedlichen Arten und Ebenen von Aufgabenstellungen ansetzen und zudem explizit die Belange der involvierten Individuen und deren Umgebung berücksichtigen muss [5]. In seinem Ansatz definiert er ein so genanntes Voraussetzungsspektrum, das eine aufgabenebenenspezifische und eine anwenderspezifische Komponente enthält. Darin sind vier Aufgabenebenen sowie drei Anwenderklassen enthalten. Je nach Ausprägung der zwei Komponenten erfolgt über eine Unterstützungsmatrix ein spezifischer Zugriff auf ein hinterlegtes Instrumentarium.

Bei der näheren Untersuchung existierender Ansätze lässt sich feststellen, dass diese tendenziell einen Fokus auf einzelne ausgewählte Aspekte der Entwicklungssituation legen (Art der Aufgabe, Eigenschaften der zu unterstützenden Individuen etc.). Umfassende Lösungsansätze haben dahingegen stark generischen Charakter und bleiben sehr allgemein bzw. werden nur exemplarisch konkretisiert. Insgesamt fällt auf, dass der Situationsbegriff schwammig ist: je nach Autor werden stark variierende Kriterien zur Beschreibung der Situation gebraucht. Der Mangel an einer detaillierten, allgemein anerkannten Definition resultiert in der Schwierigkeit einer umfassenden situationsgerechten Unterstützung, die evt. durch eine konsistente Verknüpfung einzelner Ansätze erreicht werden könnte. Eine umfassende Unterstützung, die gezielt eine Vielzahl von Ausprägungen unterschiedlicher Situationsparameter adressiert, fehlt bisher. Als Grundlage hierfür wird zunächst eine Möglichkeit angesehen, den schwammigen Begriff „Entwicklungssituation“ handhabbarer zu machen, das heißt exakter beschreiben und charakterisieren zu können. Daher werden im Folgenden Ansätze herangezogen, die sich mit der Beschreibung bzw. der Modellierung der Entwicklungs-

situation beschäftigen. Hierzu werden Ansätze gezählt, welche Einflussbereiche und -faktoren auf den Entwicklungsprozess und das Ergebnis darstellen.

Besonders vielschichtig wird von Badke-Schaub & Frankenberger die industrielle Produktentwicklung gesehen, in der technische Komplexität, organisatorische und menschliche Faktoren zusammenwirken [6]. Dieses komplexe Zusammenspiel unterschiedlicher Einflussfaktoren wurde in einem Modell dargestellt, das die Bereiche Aufgabe, Konstruktionsprozess, Ergebnis, Voraussetzungen des Einzelnen, Voraussetzungen der Gruppe und Rahmenbedingungen enthält. Jeder dieser Bereiche lässt sich durch Einzelfaktoren beschreiben, über die bei der Beobachtung von Entwicklungsprozessen in der Praxis Aussagen getroffen werden können. Die Einflussfaktoren, Prozessmerkmale und Relationen wurden in einem Erklärungsmodell der Situation als Wirkgefüge dargestellt, welches zur Beobachtung von so genannten „Kritischen“ Situationen in der industriellen Praxis eingesetzt wurde. Eine Summenbildung über Situationen, Projekte und Firmen hinweg ermöglichte eine statistische Auswertung und somit empirische Aussagen zu Kritischen Situationen, die das Fundament für die Ableitung von Hilfestellungen für das Management Kritischer Situationen bildeten.

Der Situationsbegriff ist eng mit dem Begriff „Kontext“ verwandt. Hales & Gooch beschreiben ein Modell des Produktentwicklungskontextes („engineering design context“), das fünf Auflösungsgrade („levels of resolution“) aufweist, von der makroökonomischen Ebene bis hin zur persönlichen Ebene des Entwicklers [7]. Meißner et al. definieren den Kontext der Produktentwicklung als den Zusammenhang bzw. die Umgebung, in denen ein Entwicklungsprozess steht [8]. Sie beschreiben das Problem, dass zwar etliche Ansätze existieren, den Kontext der Produktentwicklung aus verschiedenen Blickwinkeln zu analysieren, dass jedoch keine konkreten Hinweise existieren, wie diese Analyse in die Prozessunterstützung einfließen kann. Nicht alle Kontextfaktoren sind gleichermaßen dynamisch von Veränderungen betroffen. Daher wird eine differenzierte Betrachtung des Kontextes auf drei Ebenen vorgeschlagen: eine strategische (langfristiger Kontext), projektspezifische (mittelfristiger Kontext) und operative Betrachtung (kurzfristiger Kontext). Für jede der Ebenen sind geeignete Ansätze zur Gestaltung und Anpassung des Entwicklungsprozesses zu entwickeln.

Eine differenzierte Betrachtung der Situation bzw. des Kontextes ist eine wichtige Voraussetzung, wenn adäquate Hilfsmittel zur Unterstützung von Entwicklungsprozessen herangezogen werden sollen. Es existiert prinzipiell eine Vielzahl an Kriterien, um die Situation zu beschreiben, die nicht alle zu einem bestimmten Zeitpunkt gleich relevant sein werden. Eine Herausforderung stellt daher die Aufgabe dar, für eine Anzahl relevanter Situationskriterien je nach Ausprägung eine Verknüpfung zu Unterstützungsmechanismen herzustellen.

## 2.2 Systematisches Vorgehen

Zur Unterstützung des Vorgehens im Entwicklungsprozess wurden in der Vergangenheit eine Reihe von Vorgehensmodellen entwickelt, die verschiedenen Zwecken dienen: der Planung zukünftiger Prozesse, der Orientierung in aktuellen Prozessen oder der Reflexion abgeschlossener Prozesse [2]. Die Modelle zeigen somit ein Vorgehen entweder im Sinne einer deskriptiven Beschreibung oder einer präskriptiven Vorgabe von Arbeitsschritten auf. Wichtig im Umgang mit Vorgehensmodellen ist die Tatsache, dass sie jeweils spezifische Sichten darstellen (Problemlösung, Systemlebenslauf, Systemkonkretisierung, Informationsverarbeitung etc.) und reale Entwicklungsprozesse daher zumeist nicht umfassend abbilden vermögen. Es soll hier auch der Unterschied zu einer Prozessmodellierung betont werden, die in der Regel noch mehr Informationen abbildet als lediglich eine Reihe von Vorgehensschritten (z. B. Informationen in Bezug auf Verantwortlichkeiten und „Deliverables“).

Es existiert eine Reihe von Problemen, welche die operative Anwendbarkeit von Vorgehensmodellen in konkreten Entwicklungssituationen erschweren [9]. Zwei grundsätzliche Probleme sind die einer zu geringen Granularität bzw. einer zu hohen Allgemeingültigkeit. Do-

mänenspezifische Vorgehensmodelle auf übergeordneter Ebene (Makrologik) weisen eine sehr geringe Granularität auf (z. B. VDI 2221 [10]). Zwar werden grobe Arbeitsschritte und zugeordnete Ergebnisse beschrieben, eine Planung und Steuerung des Vorgehens auf der Ebene operativer Arbeitsschritte wird jedoch nicht unterstützt. Andererseits besitzen insbesondere Vorgehensmodelle der Problemlösung (z. B. nach Daenzer [11], Ehrlenspiel [12] oder Lindemann [2]) einen Metamodell-Charakter mit Anspruch auf hoher Allgemeingültigkeit und Anwendbarkeit in vielen Situationen. Sie müssen für eine operative Anwendung daher zunächst auf die Situation übertragen und konkretisiert werden.

Schließlich stellt sich auch die Frage, welches Vorgehensmodell man – angesichts der hohen Anzahl verschiedener verfügbarer Modelle – wann anwenden soll? Da Vorgehensmodelle jeweils spezifische Sichten auf den Entwicklungsprozess darstellen, erscheint eine geeignete Kombination von Modellen unter Umständen sinnvoll. Dies kann jedoch eine höhere Komplexität in der Darstellung zur Folge haben. Ein derartiger Ansatz, der das Vorgehen in der Problemlösung mit dem Vorgehen in der Produktkonkretisierung kombiniert, wurde von Ponn & Lindemann dargestellt und diskutiert [13]. Auch wird in der Literatur häufig eine gewisse Flexibilität im Umgang mit Vorgehensmodellen gefordert, um der Dynamik, Situationsabhängigkeit und Verschiedenartigkeit von Entwicklungsprozessen in der Praxis gerecht zu werden. Nähere Hilfestellungen in Bezug auf die Frage, wie diese flexible Modellanwendung in der Praxis konkret erfolgen soll, werden aber oft vermisst.

### 2.3 Gezielter Methodeneinsatz

Der Übergang zwischen Vorgehensmodellen und Methoden ist tendenziell fließend, da Methoden definitionsgemäß ein regelbasiertes und planmäßiges Vorgehen beschreiben, nach dessen Vorgabe bestimmte Tätigkeiten auszuführen sind, um ein gewisses Ziel zu erreichen [2]. Eine Methode unterscheidet sich von einem Vorgehensmodell primär durch ihre formalisierte Beschreibung und ihren operativen Charakter [5]. Während das Vorgehensmodell angibt, „WAS“ zu tun ist (welche Schritte durchzuführen sind), beschreibt die Methode, „WIE“ etwas zu tun ist (auf welche Art und Weise und mit welchem Ergebnis die Schritte durchzuführen sind) [14]. Beobachtungen in der Praxis zeigen, dass Arbeitsmethoden der Produktentwicklung noch nicht in dem Maße genutzt werden, wie man es von Seiten der Forschung erwarten würde [3]. Von der Vielzahl an Gründen, die hierfür angeführt werden, ist für diesen Beitrag vor allem das Argument von Bedeutung, dass eine situationsangepasste Unterstützung des Methodeneinsatzes noch nicht ausreichend erfolgt [4]. Eine Vielzahl an Methoden der Produktentwicklung ist prinzipiell verfügbar. So existieren umfangreiche Methodensammlungen bzw. „Methodenbaukästen“ (z. B. Pahl et al. [15], Ehrlenspiel [12], Eversheim [14]). Neben einer ausführlichen Beschreibung der Methoden unter Zuhilfenahme anschaulicher Beispiele erfolgt auch eine Zuordnung zu Konstruktionsphasen bzw. einzelnen Aufgaben im Entwicklungsprozess.

Die alleinige Existenz von Methodensammlungen führt jedoch noch nicht dazu, dass Methoden auch tatsächlich in der Praxis eingesetzt werden. Hierfür spielt die Art der Beschreibung bzw. Aufbereitung sowie die Art der Vermittlung bzw. der Zugriffsmöglichkeiten auf Methodeninformation eine entscheidende Rolle. Standardisierte Formen der Methodenbeschreibung (z. B. in Form von Methodendatenblättern [14]) haben den Vorteil, dass sich der Nutzer einen schnellen Überblick über das verfügbare Methodenangebot verschaffen kann, dass er gezielt die wesentliche Aspekte einer Methode erfassen und verschiedene Methoden besser vergleichen kann. In den letzten Jahren ist eine Vielzahl digitaler Methodenkataloge entstanden, die als web-basierte Methodenportale im Internet zur Verfügung stehen und gegenüber herkömmlichen papierbasierten Versionen mehrere Vorteile bieten (z. B. MAP-Tool [16], GINA/Methodos [17], CiDaD [18]). Sie zeichnen sich in der Regel durch eine strukturierte, standardisierte Form der Methodenbeschreibung aus mit einer variierenden Anzahl und Reihenfolge beschreibender Attribute. Der Zugriff erfolgt über verschiedene Kriterien wie der unterstützten Entwicklungstätigkeit oder anwenderspezifische Randbedingungen. Zu-

sätzlich zur Methodenbeschreibung sind meist weitere Informationen verfügbar, die eine Anwendung bzw. Vertiefung unterstützen: Anwendungsbeispiele zur besseren Anschaulichkeit, Arbeitsdokumente, Formulare, Checklisten, Verweise auf Literatur etc.

Trotz großer Fortschritte im Themenbereich Produktentwicklungsmethoden (Methodenentwicklung, Methodentransfer etc.) in den letzten Jahren, gibt es sicherlich noch Optimierungspotenziale. Der „Methodendschunzel“ bleibt weiterhin relativ unübersichtlich, was schon mit dem Fehlen einer einheitlichen Verwendung des Methodenbegriffes zusammenhängt. Eigentlich ist es z. B. unzulässig, die „Methoden“ TRIZ und Checkliste undifferenziert in denselben „Topf“ zu werfen, da es sich einerseits um den Dachbegriff für eine Vielzahl von Einzelmethoden, andererseits um ein universales Hilfsmittel für den operativen Einsatz handelt. Bei der Auswahl von Methoden für die Zusammenstellung eines Methodenkataloges ist daher mit großer Vorsicht vorzugehen. Auf alle Fälle hat sich diese Auswahl an dem zu unterstützenden Anwendungsbereich (den betrachteten Arbeitsprozessen) zu orientieren.

In papierbasierten wie digitalen Methodenkatalogen erfolgt in der Regel eine Zuweisung von Methoden zu Aufgaben bzw. Prozessschritten. Andere Sichten auf Methoden, die prinzipiell auch als Auswahlkriterien in Frage kommen könnten (z. B. erreichbare Ergebnisse, Anwendertypen und deren Rollen etc.) finden sich zwar oft als Hinweise in den Methodenbeschreibungen, werden aber nicht im Sinne eines Zugriffsinstrumentes zur Verfügung gestellt. Insgesamt wird eine umfassendere Verknüpfung zwischen dem Entwicklungsprozess und dem Methodenkatalog vermisst. Zudem existieren eine Reihe theoretisch möglicher Mechanismen der Methodenauswahl, deren Praktikabilität aber nie umfassender untersucht wurde (z. B. die Zuordnung von (Teil-)Prozessen und Methoden zueinander nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip über Grundtätigkeiten [4]).

### 3 Zielsetzung und Anforderungen

Übergeordnete Zielsetzung der in diesem Beitrag beschriebenen Forschungsarbeit ist die Entwicklung eines Ansatzes zur situationsgerechten Unterstützung von Entwicklern bei der Entwicklung von konstruktiven Lösungskonzepten für technische Problemstellungen. Dabei erfolgt eine Orientierung an drei einzelnen Fragestellungen:

- Wie können Entwicklungssituationen adäquat beschrieben werden, um eine bessere situationsspezifische Unterstützung schaffen zu können?
- Wie kann basierend auf der Kenntnis der Entwicklungssituation das Vorgehen gezielt unterstützt werden?
- Wie kann ein situations- und nutzergerechter Methodeneinsatz ermöglicht werden?

Ein Anspruch ist es, existierende Forschungsergebnisse, die vor allem in Bezug auf die einzelnen drei Themenbereiche (Entwicklungssituation, Vorgehensunterstützung, Methodeneinsatz) entwickelt wurden, in bestmöglichem Maße zu integrieren. In Bezug auf die Schaffung einer situationsgerechten Prozessunterstützung gilt die Anforderung, ein möglichst einfaches und damit praktikables Werkzeug zur Erfassung der Situation zu schaffen, d. h. die Situationsbeschreibung auf wenige, aber aussagekräftige Kriterien zu reduzieren. Anforderungen an eine Vorgehensunterstützung werden folgende gestellt: Die Definition von Vorgehensschritten hat eine geeignete Granularität aufzuweisen, um eine operative Anwendbarkeit zu ermöglichen. Der Ansatz hat sich durch eine hohe Flexibilität auszuzeichnen, um der Dynamik des Entwicklungsprozesses und der Einzigartigkeit von Entwicklungssituationen gerecht zu werden. Zudem sollen verschiedene Sichten (Problemlösung, Systemkonkretisierung etc.) berücksichtigt werden können. Schließlich hat der Lösungsansatz auch Anforderungen aus Sicht eines optimalen Methodeneinsatzes zu erfüllen: ein vorausgewählter

Methodenkatalog hat zum Anwendungsgebiet zu passen, das es zu unterstützen gilt. Die Methodenbeschreibungsform und -aufbereitung soll einen operativen Methodeneinsatz ermöglichen. Letztendlich sind Mechanismen für eine gezielte, situations- und prozessorientierte Methodenauswahl und -anwendung zu entwickeln.

## 4 Lösungsansatz

### 4.1 Unterstützung der Beschreibung und Analyse der Entwicklungssituation

In Bezug auf den Themenbereich Entwicklungssituation wurde als Grundlage zunächst die Notwendigkeit gesehen, den „schwammigen“ Situationsbegriff handhabbarer zu machen, d. h. exakter beschreiben zu können. Daher wurde basierend auf existierenden Modellen ein Beschreibungsmodell der Entwicklungssituation entwickelt (siehe Bild 1).

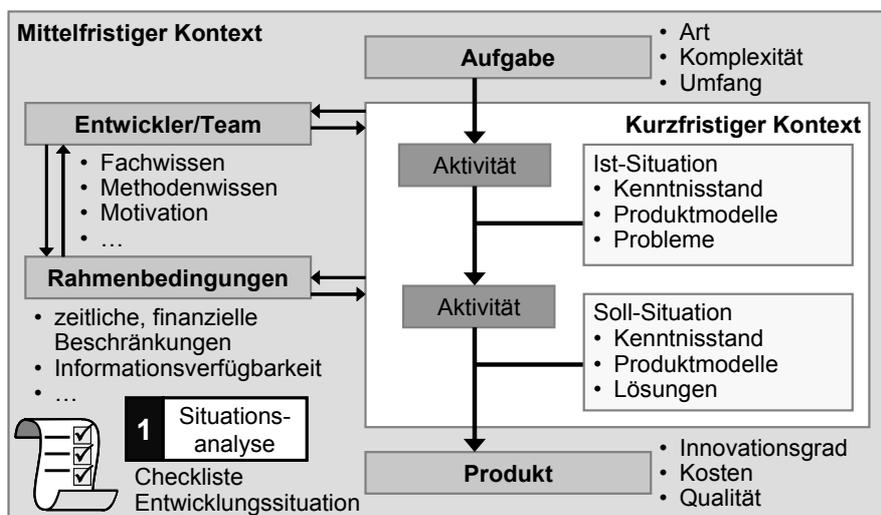


Bild 1: Beschreibungsmodell der Entwicklungssituation (kurz- und mittelfristiger Kontext)

In dem Modell wurde dem Umstand Rechnung getragen, dass zur Beschreibung der Situation Kriterien existieren, deren Ausprägungen sich im Laufe des Gesamtprojektes tendenziell kaum oder gar nicht ändern (z. B. Art des zu entwickelnden Produktes, Größe des verantwortlichen Entwicklungsteams) und solche, die sich im Prinzip mit jedem Arbeitsschritt und damit sehr dynamisch ändern (z. B. Kenntnisstand bzgl. der Kundenanforderungen, Konkretisierungsgrad der Produktmodelle). Hier wurden das 3-Ebenen-Modell des Kontextes nach Meißner et al. [8] und das Situationsmodell nach Badke-Schaub & Frankenberger [6] aufgegriffen. Die Entwicklungssituation zu Beginn eines Entwicklungsprojektes zeichnet sich durch unterschiedliche Ausprägungen von Merkmalen der Bereiche (Entwicklungs-)Aufgabe, Entwickler/Team, Rahmenbedingungen und Produkt aus. Diese Merkmale bilden den mittelfristigen Kontext, da sich Änderungen der Merkmalsausprägungen tendenziell nur mittelfristig ergeben. Diese Merkmale sind daher nicht primäre Treiber für eine Entscheidung hinsichtlich des operativen Vorgehens und der Methodenauswahl, jedoch als Randbedingungen unbedingt in Betracht zu ziehen. Die tatsächlich zu beobachtenden Ausprägungen dieser Merkmale wurden im Rahmen einer Analyse studentischer Entwicklungsprojekte erforscht und deren Einfluss auf den Entwicklungsprozess untersucht [19].

Dahingegen ergibt sich der kurzfristige Kontext durch die operative Arbeitssituation. Diese lässt sich durch aktuelle oder vorangegangene Aktivitäten (auf der Ebene von operativen Arbeitsschritten) sowie die aktuelle Ist- und Soll-Situation beschreiben. Beispiele für Merkmale der Ist-Situation sind erarbeitete Zwischenergebnisse (z. B. „erweiterte Anforderungsliste“) sowie aktuelle Probleme (z. B. „Schwerpunkte für eine Produktoptimierung unklar“).

Merkmale der Soll-Situation sind entsprechende Lösungen (z. B. „klare Schwerpunkte für die Entwicklung“) bzw. angestrebte Produktmodelle (z. B. „Funktionsstruktur“). Eine Klassifikation dieser Situationsmerkmale nach der Art der Objekte (z. B. Anforderungen, Funktionen, Lösungen, Fehler) und ihren Eigenschaften (Struktur unbekannt/bekannt, Menge zu hoch/reduziert etc.) wurde durchgeführt. Durch diese Definition der operativen Entwicklungssituation lässt sich eine Situationscheckliste ableiten, die den Entwickler bei der Reflexion seiner Situation unterstützt. Durch einen Abgleich der aktuellen Situation mit einem Pool vordefinierter Kriterien und deren Ausprägungen wird die Grundlage dafür gelegt, aus der Situation heraus sinnvolle Folgeschritte und anwendbare Methoden abzuleiten.

In diesem Ansatz erfolgt in Teilen eine Orientierung am Konzept des Property-Driven Development/Design (PDD) nach Weber, welches unter anderem ein umfassendes Produktdatenmodell beschreibt [20]. Wichtige Parameter darin sind Merkmale („characteristics“), welche die vom Entwickler festzulegenden Parameter darstellen und Eigenschaften („properties“), die Parameter zur Beschreibung des Produktverhaltens repräsentieren und aus der Festlegung der Merkmale resultieren (in anderen Quellen wird dieser Sachverhalt mit den Begriffen direkte bzw. indirekte Produkteigenschaften beschrieben [2]). Es ist zu betonen, dass der in diesem Beitrag beschriebene Ansatz keine Produktdatenmodellierung verfolgt. Dennoch unterstützt die Orientierung an den im PDD-Ansatz definierten Parametern bei der Beschreibung der operativen Entwicklungssituation.

## 4.2 Unterstützung eines systematischen Vorgehens

Zur Vorgehensunterstützung wurde ein Prozessbaukasten konzipiert [19], der in verallgemeinerter Form eine gewisse Bandbreite an möglichen Aktivitäten im Entwicklungsprozess als Prozessbausteine enthält. Zentraler Bestandteil der Prozessbausteine sind die Aktivitäten selbst sowie der Input (Merkmale einer Ausgangssituation), der durch die Aktivität in einen Output (Merkmale einer Folgesituation) überführt wird, was durch den Einsatz von Methoden unterstützt werden kann. Im Folgenden wird auf die Charakteristika der Prozessbausteine und das Anwendungskonzept für den Prozessbaukasten eingegangen.

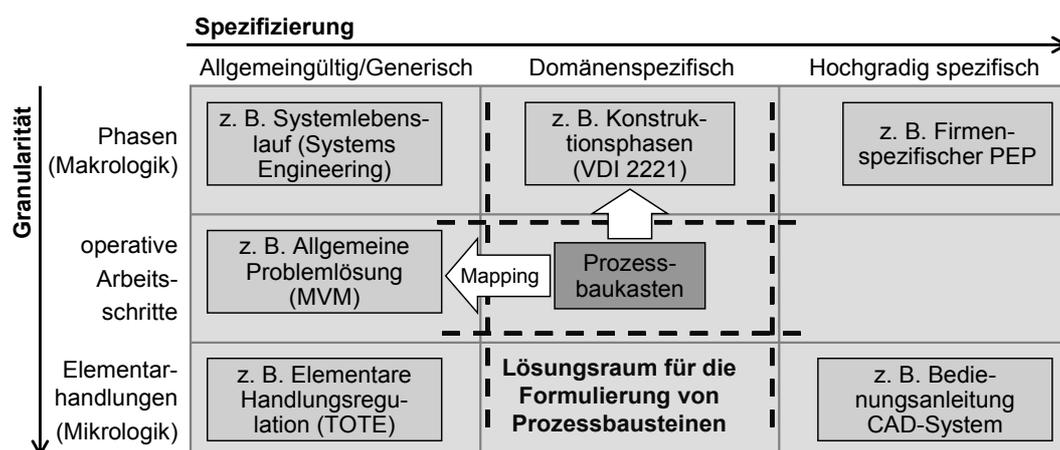


Bild 2: Ordnungsschema für Vorgehensmodelle und Positionierung der Prozessbausteine

Um den oben formulierten Anforderungen zu genügen, müssen die vordefinierten Vorgehenselemente eine geeignete Granularität und Spezifizierung aufweisen, was sich in einem Ordnungsschema für Vorgehensmodelle anschaulich darstellen lässt (siehe Bild 2). Die hier vorgenommene Einordnung der Modelle soll grundlegende Tendenzen aufzeigen, die Dreiteilung der beiden Achsen ist dabei nicht als fixes Raster zu verstehen. Der Lösungsraum für die Formulierung von Prozessbausteinen befindet sich in der Mitte des Schemas. Prozessbausteine müssen das Vorgehen detaillierter beschreiben, als es bestehende Phasenmodelle

le tun (z. B. Systemlebenslauf des Systems Engineering [11], VDI 2221 [9]), um eine Anleitung für operative Arbeitsschritte geben zu können. Zum anderen müssen sie größer definiert sein als elementare Handlungsvorschriften (z. B. Befehlsfolge für die Benutzung eines CAD-Systems), um eine handhabbare Anzahl an Vorgehensschritten im Baukasten zu erhalten. Ähnliche Anforderungen gelten in Bezug auf den Grad der Spezifizierung. Um eine operative Hilfestellung in bestimmten Situationen zu bieten, müssen die Vorgehenselemente spezifischer formuliert sein als in Metamodellen (wie dem Münchener Vorgehensmodell MVM [2]). Sie müssen jedoch allgemeiner beschrieben sein als Vorgehensrichtlinien für einen ganz eng umrissenen Entwicklungskontext (z. B. firmenspezifischer PEP). Ziel ist dabei, eine praktikable (d. h. möglichst geringe) Anzahl an Prozessbausteinen zu erhalten, die aber dennoch ein möglichst großes „Kontextspektrum“ abdeckt. Um die Anforderung zu erfüllen, verschiedene Sichten auf den Entwicklungsprozess abzubilden, sollte darüber hinaus ein „Mapping“ der Prozessbausteine auf die Schritte verschiedener Vorgehensmodelle möglich sein. In diesem Ansatz wird das exemplarisch anhand eines Vorgehensmodells zur Problemlösung (Münchener Vorgehensmodell) und der Produktkonkretisierung (VDI 2221) durchgeführt.



Bild 3: Typen von Vorgehensmodellen und deren Problematik

Ein Kritikpunkt in Bezug auf Vorgehensmodelle ist deren Praxisferne bzw. die Schwierigkeit eines operativen Arbeitens mit ihnen. Dabei sind zwei grundlegende Modelltypen zu unterscheiden (siehe Bild 3). Viele Modelle stellen im Prinzip einen linearen Ablauf dar (alleine schon in ihrer grafischen Repräsentation). Ein Vorteil liegt hier in einer guten Prozessführung des Entwicklers, er muss lediglich dem starren Ablauf folgen. Jedoch mangelt es bei diesen Modellen an Flexibilität und Realitätsnähe. Dem Aspekt der notwendigerweise flexiblen Anwendung wird lediglich Rechnung getragen mit einem Hinweis zur iterativen Anwendung und entsprechenden rückwärts gerichteten Pfeilen in der ansonsten sequenziellen Darstellung. Die Entscheidung, wann ein Rücksprung sinnvoll ist, wird jedoch meist nicht näher unterstützt. Neuere Modelle legen Wert auf ein Aufbrechen der linearen Sequenz und zeichnen sich durch eine netzwerkartige Darstellung aus (z. B. bei [2] und [21]). In der Reflexion eines abgeschlossenen Prozesses kann das Vorgehen durch eine Verbindung der einzelnen Elemente dargestellt werden („Prozesslandkarte“ nach Schroda [21]). Eine Prozessplanung ist allerdings angesichts der großen implizierten Freiheiten (im Prinzip ist jedes Element mit jedem kombinierbar) schwierig. Hilfestellung kann hier ein „Standardpfad“ bieten [2], was aber letztendlich wieder in Richtung eines sequenziellen Modelles geht. Somit ist der beste Tipp an den (unerfahrenen) Anwender eines Vorgehensmodells die Orientierung an der Sequenz in dem Bewusstsein, dass Rücksprünge möglich sind.

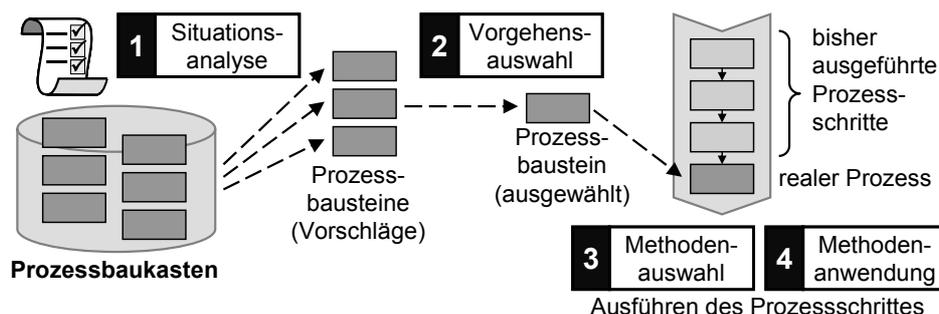


Bild 4: Vorgehen zur Anwendung des Prozessbaukastens (situative Prozessplanung)

Der Ansatz des Prozessbaukastens versucht hier Hilfestellung zu leisten (siehe Bild 4). Es wird auf eine vernetzte Darstellung der Prozessbausteine verzichtet, die Bausteine befinden sich im Prozessbaukasten als „Bausteinspeicher“. Durch eine Situationsanalyse (siehe Abschnitt 4.1) können Prozessbausteine als mögliche Schritte eines weiteren Vorgehens vorgeschlagen werden. In der Regel gibt es vermutlich alternative Vorgehensweisen, die in einer spezifischen Situation geeignet erscheinen. Der Anwender hat sich für einen Prozessbaustein zu entscheiden, welcher dann ausgeführt wird (d. h. es werden geeignete Methoden gesucht und angewandt, siehe Abschnitt 4.3). Nach der Ausführung eines Prozessschrittes ergibt sich eine neue Situation, der Zyklus beginnt von vorne. Der Prozessbaukasten wurde bereits dazu verwendet, abgeschlossene Studentenprojekte im Nachhinein zu analysieren. Es wurden Prozessübersichten erstellt und mit den Prozessbausteinen abgeglichen. Dadurch lässt sich beispielsweise nachträglich die Navigation durch das Münchener Vorgehensmodell darstellen (nähere Details sind in [19] beschrieben). Somit eignet sich der Ansatz zur Orientierung in aktuellen Prozessen, um hierdurch Entscheidungen hinsichtlich des weiteren Vorgehens abzuleiten, sowie zur Reflexion abgeschlossener Prozesse, um daraus Rückschlüsse für zukünftige Prozesse („Lessons Learned“) ziehen zu können.

### 4.3 Unterstützung eines gezielten Methodeneinsatzes

Für die Ermöglichung eines situations- und nutzergerechten Methodeneinsatzes ist die Zusammenstellung eines umfassenden Methodenkataloges, der detaillierte Informationen zu den enthaltenen Methoden bietet, eine gute Voraussetzung. Bei der Vorauswahl des prinzipiellen Methodenangebotes kommt es dabei weniger auf Quantität an. Eine zu hohe Anzahl an Methoden schafft nur unnötige Komplexität. Wichtiger ist es vielmehr, dass das Methodenspektrum zu dem zu unterstützenden Anwendungsgebiet passt (d. h. zu den betrachteten Entwicklungsprozessen hinsichtlich Granularität und Betrachtungsumfang). Dementsprechend wird ein Methodenbaukasten für den gesamten Produktlebenslauf („Vom Markt zum Produkt“ [16]) anders aussehen als einer für die Strategische Produkt- und Prozessplanung [5]. Ferner haben sich die Inhalte der Methodenbeschreibungen an den Bedürfnissen der jeweiligen Nutzer und deren aktuellen Bedürfnissen zu orientieren (siehe Bild 5).

Ziel, Motivation, Bedürfnis	Lösungsansatz (Beispiele)
Überblick über Auswahl an anwendbaren Methoden für bestimmten Einsatzzweck	Methodenliste, Filter über Gesamtliste je nach Sicht (Aufgabe, Rolle, Typ des gewünschten Ergebnisses etc.)
Auswahl einer geeigneten Methode aus Liste potenziell anwendbarer Methoden	Vergleichs- bzw. Bewertungskriterien und diesbezügliche Informationen für jede Methode
Schneller Überblick über wesentliche Aspekte einer Methode	Kurzbeschreibung einer Methode (Abstract), Kriterien die eine Kategorisierung/Einordnung der Methode ermöglichen
Näheres Verständnis, wenn Methode in der Theorie in etwa umrissen wurde	Anschauliche, praxisnahe Beispiele, Best Practices (knapp und/oder ausführlich), Links zu relevanter Literatur
Anwendung einer Methode für die Bearbeitung einer konkreten Aufgabe	Konkrete Anwendungsbeschreibung (Vorgehen, Tipps etc.), Beispiele, Checklisten, Formulare, Arbeitsdokumente

Bild 5: Nutzerbedürfnisse in Bezug auf Methodeninformation und Lösungsansätze

Es wurden die Methodenbeschreibungen bei einer Reihe von Methodenportalen im Internet, die standardisierte Methodenbeschreibungen mit explizit aufgeführten Kriterien enthielten, analysiert (u. a. [16], [17], [18]). Aus diesem Vergleich der Portale wurde eine Liste an Kriterien abgeleitet (in Ausschnitten in Bild 6 dargestellt), welche eine Erfüllung der beschriebenen Nutzerbedürfnisse ermöglichen soll. Es wurde großer Wert auf eine exakte Definition gelegt, welche Funktion die Kriterien im Rahmen des Methodeneinsatzes haben (Identifikation, Vergleich, Auswahl, Anwendung, Vertiefung etc.) und wie sie dementsprechend zu formulieren sind. Die Identifikation geeigneter Methoden findet im Wesentlichen über die Merkmale Zweck und Wirkung statt. Der Vergleich und die Auswahl zwischen einer gewissen Menge an identifizierten Methoden für einen Zweck kann über das Kriterium Situation erfol-

gen. Weitere Kriterien (Vorgehen, Werkzeuge, Literatur etc.) sind erst dann von Relevanz, wenn die Methode angewandt oder näher vertieft werden soll. Einzelne Zugriffskriterien können dabei tendenziell redundante Information zur Methode enthalten (z. B. Zweck: „Lösungsideen finden“; Wirkung: „Lösungsideen gefunden“). Dennoch repräsentieren die Kriterien unterschiedliche Zugänge zu den Methoden, insofern hat diese Redundanz keine Nachteile.

Kriterium	Definition	Beispiel (Brainstorming)	Funktion
Zweck	unterstützte Tätigkeit im Entwicklungsprozess	Neue Lösungsideen finden	Identifikation, Vergleich, Auswahl
Wirkung	Typische Ergebnisse der Methodenanwendung	Vielzahl an Lösungsideen	
Situation	Rahmenbedingungen für die Anwendung	Fixierung auf Bekanntes	
Vorgehen	Einzelne Arbeitsschritte, Regeln etc.	Ziele klären, Teilnehmer ...	Anwendung, Vertiefung
Werkzeuge	Arbeitsdokumente, Checklisten, Software etc.	Pinnwand, Kärtchen etc.	
Literatur	Quellen mit weiterführenden Informationen	Bücher, Weblinks etc.	

Bild 6: Kriterien zur Methodenbeschreibung und deren Funktion

#### 4.4 Gesamtansatz: Verknüpfung der Themenbereiche

Es wurde ein Prozessbaukasten erstellt, der ca. 30 Prozessbausteine umfasst [19]. Außerdem wurde für einen Pool an ca. 80 Arbeitsmethoden der Produktentwicklung nach Lindemann [2] die Beschreibung in der oben präsentierten Form erstellt. Die Verknüpfung von Entwicklungssituationen (kurz: Situationen), Prozessbausteinen und Methoden geschieht anhand der definierten Merkmale (siehe Bild 7). Beispielsweise sind Prozessbausteine und Methoden auf unterschiedliche Weisen verlinkt. Zum einen existiert eine Verknüpfung über die Merkmale Aktivität bzw. Zweck (formuliert als Tätigkeiten, z. B. „Neue Lösungsideen ermitteln“). Andere Verknüpfungsmechanismen beinhalten die Merkmale Output bzw. Wirkung (formuliert als Objekte und deren Eigenschaften, z. B. „Lösungsideen in hoher Anzahl“) und Input bzw. Situation. Die letztgenannten Merkmale stellen auch die Verbindung von Prozessbausteinen und Methoden zum Themenbereich Entwicklungssituation her.

Neben der Erarbeitung der allgemeinen Struktur wurde der Lösungsansatz an Inhalten aus studentischen Entwicklungsprojekten gespiegelt, welche eine konkrete Datengrundlage darstellten und zur Prüfung des generischen Ansatzes hinsichtlich Plausibilität dienen. Dazu wurde der Ansatz prototypisch in einem web-basierten Rechnerwerkzeug (relationale Datenbank) umgesetzt. Schließlich wurde eine Vorgehensweise erarbeitet, welche die Anwendung dieses Prozess- und Methodenbaukastens für die situationsgerechte Unterstützung von Prozessen ermöglicht. Im Vorfeld der Anwendung ist zunächst die Befüllung der Struktur (Einpfelegen von Daten zu Situationen, Prozessbausteinen und Methoden sowie die Herstellung der konkreten Verknüpfungen) notwendig. In konkreten Anwendungssituationen sind danach die Schritte der Situationsanalyse, Vorgehensauswahl, Methodenauswahl und Methodenanwendung zyklisch zu durchlaufen.

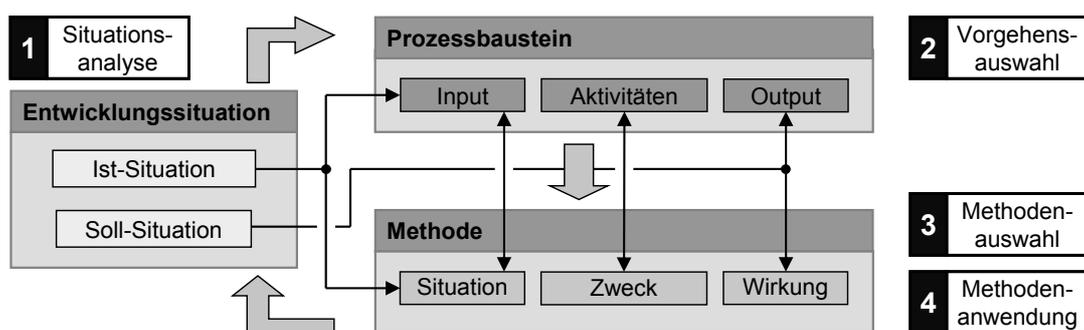


Bild 7: Verknüpfung von Entwicklungssituation, Prozessbausteinen und Methoden

## 5 Diskussion und Fazit

Der Lösungsansatz zeichnet sich durch eine Definition relevanter Merkmale von Situationen, Vorgehensschritten (Prozessbausteinen) und Methoden, sowie deren konsistente Verknüpfung in einem Gesamtansatz aus. Der erste Schritt in der Anwendung des Lösungsansatzes ist die Situationsanalyse, auf welche die Auswahl eines Prozessbausteins und schließlich die Auswahl und Anwendung geeigneter Methoden folgt, bevor der Zyklus von Neuem beginnt. Die Umsetzung und Überprüfung des Ansatzes erfolgte exemplarisch am Themenbereich Konzipieren/Konzeptentwicklung (Konzeptphase), der lediglich einen Teilbereich der gesamten Produktentwicklung bzw. eines Produktlebenslaufs darstellt. Der Ansatz kann aber allgemein auch auf andere Anwendungsgebiete übertragen werden. Hierfür ist die Formulierung jeweils angepasster Situationsmerkmale, Prozessbausteine und Methoden notwendig.

In der Praxis wird es vermutlich nicht nach jedem Arbeitsschritt notwendig sein, eine ausführliche Situationsanalyse durchzuführen um verschiedene Handlungsoptionen gegenseitig abzuwägen. Im Rahmen mehrerer konstruktiver Studienarbeiten hat sich herausgestellt, dass sich viele Prozessschritte als „logische Konsequenz“ aus vorangegangenen Schritten ergeben. Somit müsste es möglich sein, größere Ketten mehrerer Prozessbausteine als vordefinierte Module zu definieren, und gewisse Prozessmuster im Voraus als Art „Standards“ zu generieren. Die Weiterführung dieser Gedanken hätte den Rahmen dieser Forschungsarbeit gesprengt, bietet sich aber als Folgearbeit an. Daher ist zu betonen, dass dieser Ansatz keine echte Prozesskonfiguration darstellt. Dennoch bietet er die Möglichkeit, aus der operativen Entwicklungssituation heraus das weitere Vorgehen im Prozess zu definieren, wodurch sich eine bessere Operationalisierung existierender Vorgehensmodelle ergibt.

Neben der Bereitstellung allgemeiner Informationen zu Vorgehen und Methoden soll eine Verknüpfung zu Beispielen konkreter Entwicklungsprozesse und Methodenanwendungen („Stories“ als anschauliche Anwendungsbeispiele) realisiert werden, was Bestandteil aktueller Forschungsarbeiten zur Erweiterung des Methodenportals CiDaD (Competence in Design and Development) [18] ist. Schließlich ist die Grundvoraussetzung für die Implementierung eines derartigen Ansatzes, dass Entwickler in ihrem Prozess über ihre Situation reflektieren – die Situationsanalyse stellt den „Einstieg“ in die Anwendung des Ansatzes dar. In einem am Lehrstuhl für Produktentwicklung organisierten Workshop zur Diskussion der Methodenanwendung in der Industrie wurde darauf hingewiesen, dass die Bereitschaft zur Reflexion der Entwicklungssituation (also im Prozess inne zu halten, um über das eigentliche Problem nachzudenken etc.) bei Entwicklern in der Praxis oft nicht grundsätzlich gegeben sei. Auf die Frage hin, wie daher Entwickler zur aktiven Situationsreflexion motiviert werden könnten, wurden unter anderem die Vorschläge genannt, dass den Entwicklern zum einen der Nutzen dieser Reflexion klar sein müsse, zum anderen praxisgerechte Hilfsmittel zur Verfügung gestellt werden müssten. Denkbar sei z. B. eine einfache Checkliste mit Fragen wie: „Was ist erreicht? Was fehlt? Vorschläge?“ In diesem Sinne erhofft sich der Autor, mit dem vorgestellten Ansatz einen Beitrag in diese Richtung geleistet zu haben.

## 6 Literatur

- [1] Paetzold, K.: Workflow-Systeme im Produktentwicklungsprozess. In: Meerkamm, H. (Hrsg.): 15. Symposium „Design for X“, Erlangen: Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Konstruktionstechnik 2004.
- [2] Lindemann, U.: Methodische Entwicklung technischer Produkte – Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden. 2. Auflage. Berlin: Springer 2006.
- [3] Birkhofer, H.; Jänsch, J.; Klobardanz, H.: An extensive and detailed view of the application of design methods and methodology in industry. In: Samuel, A.; Lewis, W. (Eds.): Proceedings of the ICED 2005. Barton: Institution of Engineers Australia 2005.

- [4] Zanker, W.: Situative Anpassung und Neukombination von Entwicklungsmethoden. Aachen: Shaker 1999.
- [5] Braun, T.: Methodische Unterstützung der strategischen Produktplanung in einem mittelständisch geprägten Umfeld. München: Dr. Hut 2005.
- [6] Badke-Schaub, P.; Frankenberger, E.: Management kritischer Situationen. Produkte erfolgreich gestalten. Berlin: Springer 2004.
- [7] Hales, C.; Gooch, S.: Managing Engineering Design. London: Springer 2004.
- [8] Meißner, M.; Gericke, K.; Gries, B.; Blessing, L.: Eine adaptive Produktentwicklungsmethodik als Beitrag zur Prozessgestaltung in der Produktentwicklung. In: Meerkamm, H. (Hrsg.): 16. Symposium "Design for X". Erlangen: Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Konstruktionstechnik 2005.
- [9] Weigt, M.: An information-centred approach to the development and implementation of design methods. In: Samuel, A.; Lewis, W. (Eds.): Proceedings of the ICED 2005. Barton: Institution of Engineers Australia 2005.
- [10] VDI-Richtlinie 2221: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte. Düsseldorf: VDI-Verlag 1993.
- [11] Daenzer, W. F.; Büchel, A.: Systems Engineering. Zürich: Verlag für industrielle Organisation 2002.
- [12] Ehrlenspiel, K.: Integrierte Produktentwicklung – Methoden für Prozessorganisation, Produkterstellung und Konstruktion. München: Hanser 2003.
- [13] Ponn, J.; Lindemann, U.: Navigation durch die Produktkonkretisierung. In: Meerkamm, H. (Hrsg.): 16. Symposium "Design for X". Erlangen: Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Konstruktionstechnik 2005.
- [14] Eversheim, W. (Hrsg.): Innovationsmanagement für technische Produkte. Berlin: Springer 2003.
- [15] Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K.H.: Pahl/Beitz: Konstruktionslehre. Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung. Methoden und Anwendung. Berlin: Springer 2003.
- [16] <http://www.uni-karlsruhe.de/~map/> (entnommen am 14.09.2006)
- [17] <http://user.gina-net.de/main/> (entnommen am 14.09.2006)
- [18] <http://www.cidad.de/> (entnommen am 14.09.2006)
- [19] Ponn, J.; Lindemann, U.: Characterization of Design Situations and Processes and a Process Module Set for Product Development. In: Samuel, A.; Lewis, W. (Eds.): Proceedings of the ICED 2005. Barton: Institution of Engineers Australia 2005.
- [20] Weber, C.; Werner, H.; Deubel, T.: A Different View on PDM and its Future Potentials. In: Marjanovic, D. (Ed.): International Design Conference – Design 2002. Zagreb (Croatia): Sveucilisna tiskara 2002
- [21] Schroda, F.: Über das Ende wird am Anfang entschieden. Berlin: TU, Diss. 2000.

Dipl.-Ing. Josef Ponn,  
Lehrstuhl für Produktentwicklung  
Technische Universität München  
Boltzmannstraße 15 - D-85748 Garching  
Tel: ++49 / 89 / 289-15141  
Fax: ++49 / 89 / 289-15144  
Email: [ponn@pe.mw.tum.de](mailto:ponn@pe.mw.tum.de)  
URL: <http://www.pe.mw.tum.de>