

VERHALTENSBESCHREIBENDE PRODUKTKATALOGE – EIN ANWENDUNGSPOTENTIAL DER SOLUTION PATTERNS DES CPM/PDD- ANSATZES

Sören Wanke, Jan Conrad, Christian Köhler

Zusammenfassung

Seit Mitte der 60er Jahre wird daran gearbeitet, Produkte rechnerunterstützt in Katalogsystemen abzulegen, um sie wieder auffindbar und damit wieder verwendbar zu machen. Die hieraus entstandenen, rechnerunterstützten Katalogsysteme beruhen dabei in erster Linie auf Bauteil bzw. Baugruppe beschreibenden Merkmalen, mit deren Hilfe der Benutzer Bauteile und Baugruppen suchen und auswählen kann. Anhand dieser Merkmale alleine ist es jedoch nicht möglich, auf das Verhalten des Produkts oder auf ungewollte Nebeneffekte wie z.B. nicht geometrische Einbaurestriktionen zu schließen. Diese Informationen können bislang, wenn überhaupt, durch die individualisierte Informationsbereitstellung in Papierkatalogen enthalten sein.

Dieser Beitrag diskutiert das Potential der Lösungsmuster des CPM/PDD-Ansatzes als Basis für ein rechnergestütztes Katalogsystem, mit dessen Hilfe es dem Produktentwickler ermöglicht wird, Lösungen (Bauteile und gesamte Baugruppen) anhand von Merkmalen und insbesondere auch anhand von Eigenschaften, die sowohl das Produktverhalten als auch ungewollte Nebeneffekte beschreiben können, zu suchen.

1 Ausgangssituation

Die andauernde Tendenz, den Produktentwicklungsprozess rechnerunterstützt zu gestalten, hat bereits Ende der 60er Jahre die Idee aufkommen lassen, fertig entwickelte und kommerziell vertriebene Lösungen in Katalogsystemen abzulegen, um sie leichter wieder auffindbar und – damit einhergehend – wieder verwendbar zu machen [1]. Diese Bestrebung wurde zunächst mit der Umsetzung der Norm DIN 4000 in erster Linie für Normteile realisiert, die dann in den 90er Jahren von der ISO 13584 abgelöst wurde [2],[3],[4].

Die hieraus entstandenen, rechnerunterstützten Katalogsysteme sollen dabei dem Produktentwickler zum einen Impulse und Anregungen für die Entwicklung von Produkten geben und zum anderen eine gewisse Sicherheit bei der Produktplanung gewährleisten (z.B. Verfügbarkeit gefertigter und montierter Lösungen, kalkulierbare Kosten, ...).

Bisher konnten sich rechnerunterstützte Katalogsysteme gegenüber den papierbasierten jedoch noch nicht entscheidend durchsetzen. Die durch Rechnerunterstützung erzielten Vorteile wie z.B. der direkte Zugriff auf CAD-Modelle der einzelnen Lösungen unterliegen nach wie vor den Nachteilen der zu geringen Informationsdichte und des generell zu geringen Informationsgehalts bisheriger rechnerunterstützter Katalogsysteme. Dies bestätigt eine kürzlich vom Lehrstuhl für Konstruktionstechnik/CAD durchgeführte Studie in überwiegend kleinen und mittelständischen Unternehmen im südwestdeutschen Raum. Es hat sich dabei gezeigt, dass fast alle Unternehmen trotz der Gefahr der mangelnden Aktualität weiterhin überwiegend auf Papierkataloge zurückgreifen. Rund zwei Drittel der befragten Unternehmen verwenden keinerlei rechnerunterstützte Kataloge. Dieses Ergebnis ist bemerkenswert, da

die Geschäftsfelder dieser Unternehmen v.a. im Anlagenbau, in der Automobilzuliefererindustrie sowie im Sondermaschinenbau liegen, also in Bereichen, in denen eine hohe Nutzung bereits entwickelter Lösungen von Zulieferern zu erwarten wäre.

1.1 Ansätze rechnerunterstützter Katalogsysteme

1.1.1 DIN 4000/4001

Die primäre Zielsetzung der DIN 4000 ist, Produkte mittels Sachmerkmalsleisten zu beschreiben und dadurch eine Recherche auf der Basis von identischen Merkmalen zu ermöglichen. Es handelt sich hierbei um einen Formalismus zur Bildung von Sachmerkmalen.

Sachmerkmale sind eine Gruppierung von Teilen und Teilefamilien und stellen somit eine einstufige Aggregationsrelation dar, in der Teile und Teilefamilien vorgegebene Merkmale besitzen [5]. Als Sachmerkmale können Merkmale von Gegenständen wie z.B. Abmessung oder Form dienen.

Sachmerkmalsleiste DIN 4000									
Kennbuchst.	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Sachmerkmalsbenennung	Höhe	Flanschbreite B1, B2	Flanschdicke	Stegdick		Bördel- oder Abkantlänge	Widerstandsmoment Wx, Wy	Werkstoff	Oberfläche und/ oder Schutzart
Ref.-hinw.									
Einheit	mm	mm	mm	mm	-	mm	cm ³	-	-

Bild 1: Beispiel einer Sachmerkmalleiste [6]

Eine Sachmerkmalsleiste (siehe Bild 1) ist eine Zusammenstellung der Sachmerkmale für eine Gruppe artverwandter Gegenstände. Die Sachmerkmalsausprägungen sind je nach Art des Sachmerkmals die zugehörigen Größenwerte oder attributive Angaben. Sie werden in Sachmerkmalsverzeichnissen aufgelistet [6].

In der Merkmalleiste nach DIN 4001 werden zusätzliche, CAD-relevante Sachmerkmale definiert. Damit wurde die Grundlage für die Erzeugung von Repräsentationen in (2D-) CAD-Systemen geschaffen [7], [8].

1.1.2 ISO 13584 – Parts library

Die ISO 13584 – PLIB (Parts Library) beschreibt einen Standard, der es ermöglicht, Produkte mehrerer Anbieter in einer einzigen Bibliothek zusammenzufassen, was durch die Spezifikationen der DIN 4000 nicht möglich ist. Dabei können die herstellereigenen Systematiken beibehalten werden und dennoch Produkte unterschiedlicher Zulieferer miteinander verglichen werden. Der Austausch, die Verarbeitung und die Anwendung digitaler Teilebibliotheken ist der zentrale Aspekt dieser Norm. [4]

Der wichtigste Vorteil für den Teileanbieter ist hierbei, dass er bei der Beschreibung seiner Produkte nicht auf vordefinierte Merkmale beschränkt bleibt, sondern selbst Merkmale definieren kann [4]. Vor der Einführung der ISO 13584 sind Teilebibliotheken immer auf die gestaltende Phase des Konstruktionsprozesses hin entworfen worden, bei deren Anwendung der Konstrukteur nicht nur im Prinzip weiß, welches Teil er sucht, sondern bereits eine Dimensionierung vorgenommen hat. Die Suchkriterien sind daher sehr eng an die Fragen gebunden, die typisch für die Detaillierungsphase sind und keine Freiheiten in der Wahl des Konstruktionskonzeptes mehr lassen. Mit der Einführung von generischen Familien in der

ISO 13584 kann eine Teilebibliothek auch schon in früheren Phasen des Konstruktionsprozesses eingesetzt werden [9].

Es werden in der ISO 13584 fünf Arten von Beziehungen zur Strukturierung und Definition von Teilen und Teilefamilien einer Teilebibliothek definiert (siehe [4]). Zusätzlich können rudimentäre Beziehungen zwischen Merkmalen¹ selbst durch Tabellen, Algorithmen oder Regeln beschrieben werden. Eine solche Beziehung zwischen zwei Merkmalen kann z.B. der Zusammenhang zwischen der Lebensdauer, der Tragzahl und der äußeren Belastung sein [4]. Diese Verbindungen erlauben allerdings nur oberflächliche und punktuelle Rückschlüsse auf das Verhalten eines Produkts. Dieser Punkt wurde bei der Entwicklung der Richtlinie auch nicht fokussiert.

1.1.3 Diskussion

Die Spezifikationen der DIN 4000 und 4001 beziehen sich lediglich auf Geometrie und lassen zudem nur eine endliche Anzahl an Merkmalen zu. Weiterführende Informationen, die einem Produktentwickler bei der Auswahl hilfreich sein könnten, fehlen.

Trotz einer Vielzahl an interessanten Aspekten wie z.B. die generischen Familien ist auch die ISO 13584 nur bedingt geeignet, einen Produktentwickler bei der Auswahl von Zukaufteilen zu unterstützen. Zudem muss der erhebliche Entwicklungsaufwand für Kataloge nach ISO 13584 durch die Anbieter von Teilebibliotheken umgesetzt werden, was für die Teileanbieter erhebliche Kosten entstehen lässt, die wiederum auf den Endnutzer oder den Teilehersteller abgewälzt werden müssen [9].

Es stellt sich nun die Frage, wie rechnerunterstützte Katalogsysteme geartet sein müssen, um den Benutzern, also den einzelnen Produktentwicklern, einen echten Mehrwert gegenüber Papierkatalogen zu bieten und so deren Akzeptanz zu steigern. Eine mögliche Stoßrichtung, die in diesem Beitrag diskutiert wird, ist die zusätzliche Abbildung des Verhaltens der im Katalog hinterlegten (Teil-)Lösungen.

1.2 Existierende Ansätze zur Beschreibung von Produktverhalten

Das Verhalten eines Systems oder Produkts ist nach [14] das Wandeln von Eingangsgrößen durch ein System oder Produkt in Ausgangsgrößen. Ein- und Ausgangsgrößen können dabei Energie-, Stoff- oder Signalflüsse sein.

Bisherige Ansätze zum Beschreiben von Produktverhalten zielen auf die Entwicklung von Einzelkomponenten oder Systemen ab. Dabei existiert ein Fokus der Verhaltensbeschreibung auf CAD-Applikationen bzw. Simulationswerkzeugen. Sellgren beschreibt z.B. in [10] einen Ansatz, Kinematikmodelle in ein existierendes CAD-Modell zu integrieren, um so das kinematische Verhalten des Produkts überprüfen zu können (siehe auch [11]).

Für das Systemverhalten existieren meist auf Differentialgleichungen basierende Ansätze, die es ermöglichen, die Systemantwort auf aufgebrauchte Eingangsgrößen zu simulieren [12], [13]. Bei der Modellbildung wird die Realität auf charakteristische Größen reduziert. Bei den Modellen, die auf Differentialgleichungen basieren, wird Geometrie dabei zumeist nur bedingt berücksichtigt, da beim Modellierungsprozess lediglich Massen, Dämpfungen, Federwirkungen und konstruktive Randbedingungen eine Rolle spielen. Dies hat zur Folge, dass aus dieser Art von Modellen nur indirekt Informationen über Kollisionen oder konstruktive Schwächen, die das Systemverhalten nicht beeinflussen, abgeleitet werden können.

¹ Hier ist eigentlich nicht die Verknüpfung zwischen Merkmalen sondern zwischen Merkmalen und Eigenschaften gemeint (siehe Kapitel 3)

Zusammenfassend ist zu sagen, dass Ansätze zur Verhaltensbeschreibung aufgrund der hohen Spezialisierung von Simulationswerkzeugen bislang jeweils nur Teildisziplinen betrachten. Für ein Verhalten beschreibendes Katalogsystem können die Ergebnisse solcher Berechnungen jedoch für die Wiederverwendung von (Teil-) Lösungen sehr interessant werden, wenn sie bereits bei deren Suche und Auswahl zur Verfügung gestellt werden. Sie bieten dem Produktentwickler eine umfangreichere Informationsgrundlage und können helfen, Iterationsschleifen bei der weiteren Produktentwicklung zu verringern.

2 Der CPM/PDD-Ansatz

Der an der Universität des Saarlandes entwickelte Ansatz des Characteristic Product Modeling (CPM) bzw. des Property Driven Developments (PDD) wurde bereits bei dieser und anderen Veranstaltungen eingehend vorgestellt [15]-[21]. Hierbei bezieht sich CPM eher auf das bisher weniger im Fokus stehende Produktmodell (siehe auch [22]), während PDD den Produktentwicklungsprozess als Prozessmodell abbildet.

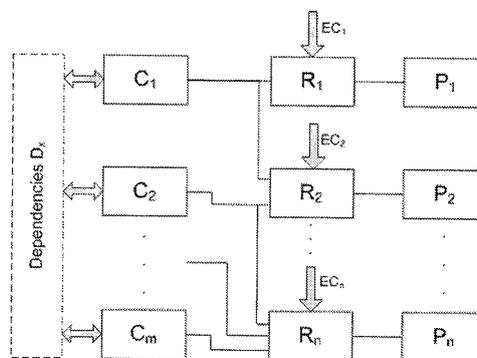


Bild 2: CPM/PDD-Netzwerk

Als Basis dient dabei die strikte Unterscheidung zwischen Merkmalen C_i (characteristics), die vom Produktentwickler direkt beeinflusst werden können (z.B. Geometrie, Werkstoff, Oberflächenbeschaffenheit), und den Eigenschaften P_j (properties), die das Verhalten eines Produktes beschreiben und nur indirekt über die Variation von Merkmalen beeinflusst werden können (z.B. Festigkeit, Geräuschverhalten, Montierbarkeit). Für einen Kunden² sind dabei in erster Linie die Eigenschaften von Interesse, da die Gesamtheit der Eigenschaften eines Produktes dessen Verhalten beschreibt.

Wie Bild 2 zeigt, sind Merkmale und Eigenschaften über Relationen R_j miteinander verbunden, die selbst die Information beinhalten, wie im Einzelnen Merkmale und Eigenschaften miteinander verknüpft sind. Im einfachsten Fall handelt es sich dabei um einfache mathematische Formeln, die Eigenschaftswerte aus Merkmalswerten berechnen. Schwieriger wird es bei Eigenschaften wie z.B. Ästhetik, die sich nur schwer in Werten ausdrücken lassen. Als Verknüpfungsformen innerhalb der Relations sind deshalb neben mathematischen Formeln auch Diagramme, Tabellen, Simulationen, Experimente oder einfach Expertenwissen bzw. Erfahrung möglich.

Zwischen den einzelnen Merkmalen kann es eine Vielzahl an geometrischen Abhängigkeiten geben, die bereits in CAD-Systemen abgebildet werden können. Deren Abbildung im Modell übernehmen die Dependencies D_x .

² Damit kann ein Endverbraucher oder ein Produktentwickler, der die Komponente in seinem Produkt integrieren will, gemeint sein.

Des Weiteren sind die einzelnen Produkte externen Einflüssen wie dem zugrundeliegenden Fertigungssystem oder Richtlinien und Normen unterworfen, die im Modell als external conditions EC_n abgebildet sind.

3 Solution Patterns als Grundlage Verhalten beschreibender Produktkataloge

3.1 Was sind Solution Patterns?

Ist der in Kapitel 2 knapp angerissene, auf der strikten Trennung zwischen Merkmalen und Eigenschaften basierende Produktentwicklungsprozess (PDD) nach Durchlaufen einer Vielzahl an Synthese- und Analyseschritten abgeschlossen, liegt ein umfangreiches, abgeschlossenes Produktmodell auf Basis einer Vielzahl von Merkmalen und Eigenschaften vor, die durch Relationen miteinander verbunden sind.

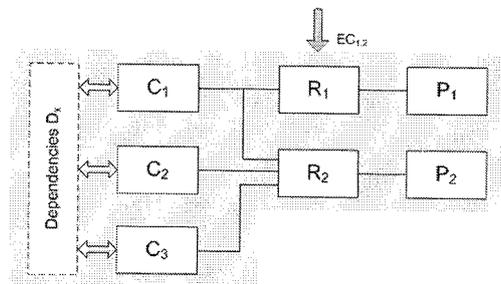


Bild 3: Solution Pattern

Es hat sich gezeigt, dass (Teil-)Lösungen (z.B. Maschinenelemente) wiederkehrende Muster des Merkmal-Relation-Eigenschaft-Netzwerks bilden (siehe Bild 3). Diese Muster entsprechen einer Aggregation von Eigenschaften und Merkmalen eines Produkts und deren Relationen und werden als Lösungsmuster (engl.: Solution Patterns) bezeichnet.

Es sei hier noch erwähnt, dass diese Lösungsmuster neben der hier angesprochenen physischen Repräsentation von Bauteilen und Baugruppen auch eine virtuelle Repräsentation von Informationen wie z.B. Variantenmodule, Features oder Templates sein können, die hier aber nicht weiter betrachtet werden.

3.2 Elemente der Solution Patterns und ihre Rolle in Konstruktionskatalogen

Existierende und bewährte (Teil-)Lösungen können und sollen aus Gründen der Kosten- und Fehlervermeidung während des Produktentwicklungsprozesses wiederverwendet werden [23]. Existieren für diese bewährten Lösungen die dazu gehörenden Lösungsmuster, können sie einfach in den Produktentwicklungsprozess, wie PDD ihn vorgibt, integriert werden. Darüber hinaus ist es aber auch möglich, die Elemente der auf dem CPM-Ansatz basierenden Solution Patterns lediglich als Grundlage für eine Lösungssuche zu nutzen, ohne dass der weitere Produktentwicklungsprozess nach Vorgaben des PDD durchgeführt wird.

Im Folgenden wird diskutiert, wie die einzelnen Elemente des CPM genutzt werden können, um Solution Patterns als Basis für erweiterte Konstruktionskataloge einzusetzen, die den Produktentwicklern eine höhere Informationsdichte zu den Teillösungen bieten und das Verhalten der (Teil-)Lösung wiedergeben können.

3.2.1 Merkmale

Die Merkmale eines Solution Pattern können mit den bisher in Katalogsystemen verwendeten (Sach-)Merkmalen verglichen werden. Ihre Zahl ist jedoch wesentlich größer. Die Menge und die Anordnung der Merkmale, auf denen die Solution Patterns aufbauen, sind nicht so strikt reglementiert, wie es die DIN 4000 vorsieht (vgl. [1]). Hier besteht analog zur ISO 13584 (vgl. [2]) die Freiheit, eine unbegrenzte Anzahl eigener Merkmale zu definieren.

Es kann also gesagt werden, dass die Merkmale bisheriger merkmalsorientierter, rechnerunterstützter Katalogsysteme eine Teilmenge der Merkmale der Solution Patterns sind.

3.2.2 Eigenschaften

Vereinzelt werden in rechnerunterstützten Konstruktionskatalogen Merkmale abgelegt, die in der Terminologie von CPM/PDD Eigenschaften sind. Ein prominentes Beispiel ist hierbei die Lebensdauer von Wälzlagern, die nicht direkt, sondern nur indirekt durch z.B. die Wahl der Wälzkörpergeometrie beeinflusst werden kann.

Eine Trennung zwischen Eigenschaften und Merkmalen ist aber für den Produktentwickler durchaus sinnvoll, da er aufgrund der Struktur der Solution Patterns auf der Merkmalsseite wie in existierenden Katalogsystemen nach direkt beeinflussbaren Größen wie z.B. Anschlussgeometrie suchen kann, während er auf der Eigenschaftsseite nach gewünschtem Produktverhalten sucht. Speziell die Suche nach Produktverhalten verspricht für eine frühe Phase der Produktentwicklung sehr effektiv zu sein. Darin liegt der große Vorteil, Eigenschaften und damit eine Verhaltensbeschreibung der (Teil-)Lösung in einem Konstruktionskatalog abzubilden.

Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass das Modell nicht auf einzelne Verhaltensinseln begrenzt ist. So können z.B. neben dem Geräuschverhalten das Schwingungsverhalten, die Festigkeit usw. in einem Solution Pattern hinterlegt werden. Dabei ist es nicht das Solution Pattern selbst, das diese Ergebnisse erzeugt. Vielmehr werden die Ergebnisse bewährter Simulations- und Berechnungswerkzeuge darin hinterlegt, die dann dem Produktentwickler bereits während der Suche die Möglichkeit bieten, das Produktverhalten einsehen zu können³.

Da Verhalten nicht mit festen Ausgangsgrößen beschrieben werden kann, ist es für eine Abbildung in einem Solution Pattern notwendig, Eigenschaftskurven hinterlegen zu können. Das Wiedergeben von Eigenschaftsausprägungskurven wurde bereits in [24] erprobt.

3.2.3 Relationen

Die Relationen spiegeln das Produktwissen, das Know-how wieder. Hier ist hinterlegt, wie sich Merkmalsänderungen auf die Eigenschaften, sprich das Produktverhalten auswirken. Neben Formeln können hier auch Simulationswerkzeuge (und die dazu gehörenden Modelle) hinterlegt werden, mit denen sich das Produktverhalten bei einer bestimmten Merkmalskonstellation und -ausprägung simulieren lässt. Das Konzept ist dabei aber nicht nur auf Simulationen beschränkt. So können neben Simulationen auch z.B. physikalische Tests oder Expertenwissen hinterlegt werden.

Für Zulieferer, die den Katalog letztendlich mit ihren Solution Patterns befüllen, ist es nicht immer vorteilhaft, ihren Kunden das gesamte Produktwissen über ihre Zuliefererteile zur Verfügung zu stellen. Aus diesem Grunde sollte in einem rechnerunterstützten Katalogsystem, das auf den Solution Patterns aufbaut, die Möglichkeit bestehen, den Inhalt der Relations für nicht autorisierte Nutzer zu verdecken, um einen unkontrollierten Know-how Transfer zu ver-

³ Das spätere Gesamtproduktverhalten lässt hiermit nicht abschätzen.

hindern. Auch bei ausgeblendeten Relations ist eine Suche sowohl nach Merkmalen als auch nach Eigenschaften – und damit nach dem Verhalten – möglich (vgl. Kapitel 3.3).

3.2.4 *External Conditions*

Wie bereits erwähnt, kann das Verhalten eines Produkts als das Wandeln von Eingangsgrößen durch ein System in Ausgangsgrößen beschrieben werden. Die Ausgangsgrößen werden durch die Eigenschaften abgedeckt. Das System wird durch die Merkmale und die Relations repräsentiert. Es fehlen bislang die Eingangsgrößen, die in Ausgangsgrößen gewandelt werden. Dazu können die External Conditions verwendet werden, die der Ort sind, wo z.B. angreifende Kräfte, Drehzahlen, Umgebungsvariablen usw. abgelegt werden können, die auch Grundlagen für die Eigenschaftsausprägung sind.

Neben Eingangsgrößen werden in den External Conditions, wie ursprünglich angedacht, auch entsprechende Normbezeichnungen und dergleichen hinterlegt.

3.2.5 *Dependencies*

Die Dependencies können interne geometrische Abhängigkeiten abbilden, die für die Generierung von parametrischen CAD-Modellen genutzt werden könnten. Dass ein rechnerunterstütztes Katalogsystem dem Benutzer nach Auswahl einer Lösung das entsprechende CAD-Modell zur Verfügung stellen können muss, steht außer Frage.

Inwieweit es sinnvoll ist, CAD-relevante Parameter in Solution Patterns mit abzubilden, sofern sie nicht als Suchkriterien relevant sind, müssen weitere Untersuchungen ergeben. Alternative wäre es, die internen geometrischen Beziehungen ausschließlich im CAD-Modell zu belassen.

3.3 **Suchmöglichkeiten in auf Solution Patterns basierenden Lösungskatalogen**

Bei der Verwendung von Solution Patterns als Grundlage für erweiterte Lösungskataloge ist der Produktentwickler nach wie vor in der Lage, unter anderem nach Werkstoff oder Geometriemerkmalen – also allgemein nach characteristics C_i – zu suchen (siehe Bild 4). Dabei sucht der Produktentwickler nach geforderten Merkmalsausprägungen CR_i (characteristics required). Dies entspricht der Suchmöglichkeit, die bereits existierende Ansätze bieten. Darüber hinaus ist es aber auch möglich, zusätzliche geometrische Bedingungen mit characteristics zu hinterlegen, die Einbaurestriktionen kennzeichnen. So kann z.B. problemlos ein Merkmal definiert werden, das den Durchmesser angibt, der die Überdeckung eines Lagerings mit einer Wellenschulter definiert. Damit ist es auch möglich, neben der Geometrie funktionale Maße zu hinterlegen und danach zu suchen.

Als zweiter Punkt ist eine Suche nach dem geforderten Verhalten möglich. Die Eigenschaften eines Solution Pattern bieten, wie oben beschrieben, die Möglichkeit, Verhalten mit Hilfe der Merkmale (properties) abzulegen. So können Ergebnisse von Simulationen, Versuchen usw., die während der Produktentwicklung der Lösung selbst durchgeführt wurden, durchsucht werden, indem der Produktentwickler sie mit geforderten Merkmalen PR_j (properties required) vergleicht.

Die Suche muss dabei nicht zwangsläufig getrennt nach Eigenschaften und Merkmalen durchgeführt werden. Eine kombinierte Suche ist ebenfalls möglich.

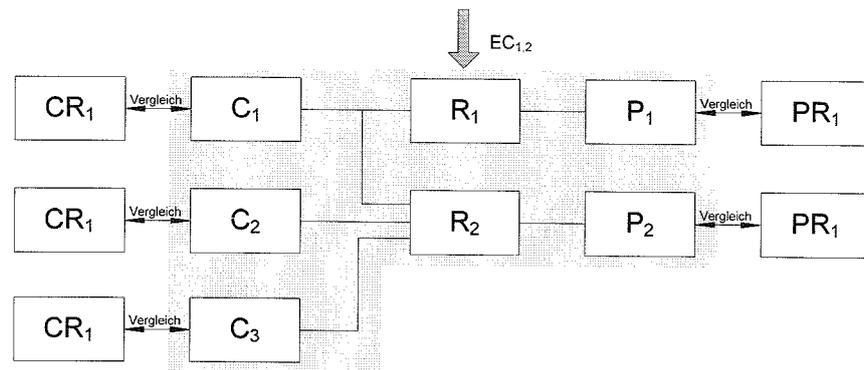


Bild 4: Suchmöglichkeiten innerhalb eines Solution Pattern

Zusätzlich ist es prinzipiell möglich innerhalb der External Conditions nach Randbedingungen wie Kräften, Momenten, Umgebungsvariablen usw. zu suchen, die Ausgangspunkt für die Ermittlung des Lösungsverhaltens sind.

4 Schlussfolgerungen und Ausblick

Es hat sich gezeigt, dass Solution Patterns vielversprechend sind, als Basis für einen Lösungskatalog zu dienen. Durch die zusätzliche Informationsbereitstellung innerhalb eines Solution Pattern, die durch das Ablegen von Eigenschaften, die das Verhalten einer Lösung wiedergeben, ermöglicht wird, werden dem Produktentwickler erweiterte Suchmöglichkeiten angeboten. Damit ist es ihm bereits in frühen Phasen der Entwicklung möglich, das Verhalten der Lösung zu berücksichtigen. Das ist ein erheblicher Mehrwert gegenüber den nach wie vor weit verbreiteten Papierkatalogen, die meist generelle Angaben und Hinweise zu den angebotenen Lösungen beinhalten, die bislang noch nicht in rechnerunterstützten Konstruktionskatalogen hinterlegt sind.

Dennoch existiert noch eine Vielzahl an Fragen, die es zu beantworten gilt. Die Eindeutigkeit von Begriffen ist nach wie vor bei jeder Suche, die auf Sprache basiert, aufgrund deren Uneindeutigkeit schwierig. Abhilfe könnte hier eine Ontologie, wie z.B. in [25] beschrieben, sein. Der Ansatz des kontextsensitiven Suchens, wie in [4] beschrieben, könnte das Problem der uneindeutigen Sprache ebenfalls lösen.

Um die Erstellung von Lösungsmustern, basierend auf dem CPM/PDD-Ansatz strukturiert durchführen zu können, werden in Zukunft Leitfäden entwickelt werden müssen, die die Zulieferer bei der Erstellung ihrer angebotenen Lösung unterstützen können.

5 Literatur

- [1] Krauser, D.: Methodik zur Merkmalbeschreibung technischer Systeme. Dissertation TU Berlin, 1986, Beuth Verlag Berlin
- [2] DIN-Fachbericht 69: Grundlagen für den Aufbau eines Merkmallexikons, 1998, Beuth Verlag Berlin
- [3] ISO 13584-42: Industrial automation systems and integration – Parts library – Part 42: Description methodology: Methodology for structuring part families
- [4] Meerkamm, H.; Mogge, C.; Sander, S.; Das Internet zur kontextsensitiven Bereitstellung von Konstruktionswissen auf Basis der ISO 13584; VDI-Berichte, Band 1362, 1997, VDI-Verlag

- [5] DIN-Fachbericht; Grundlagen für den Aufbau eines Merkmal-Lexikons; Beuth Verlag, 1997, Berlin
- [6] Grabowski, H., Anderl, R.; Produktdatenaustausch und CAD-Normteile; Expert Verlag, 1990
- [7] Bugow, R.; Einbindung der CAD-Normteiledaten in CAD-Systeme; DIN Mitteilungen 72; 1993, Nr.4
- [8] Gausemeier, J., Bugow, R., Frank, T.; CAD Normteiledaten – europäische und internationale Entwicklung; DIN Mitteilungen 72, 1993, Nr.4
- [9] Dietz, P., Ort, A.; Verwendung der ISO 13584 „Parts Library“ unter besonderer Berücksichtigung der Anforderung in der Konstruktion; IMW Institutsmittellungen Nr. 21, 1996, S. 59-66
- [10] Sellgren, U.; Architecting models of technical systems for non-routine simulations, International Conference on Engineering Design 2003 (ICED), Stockholm, 2003
- [11] Sellgren, U.; Simulation-driven design: motives, means, and opportunities, Dissertation, Department of Machine Design, Royal Institute of Technology, Stockholm, 1999
- [12] Merz, L.; Jaschek, H.; Grundkurs der Regelungstechnik – Einführung in die praktischen und theoretischen Methoden; 14. Auflage, R. Oldenbourg Verlag, München, 2003
- [13] Weber, C.; Simulationsmodelle für Maschinenelemente als Komponenten mechatronischer Systeme; 50. Internationales Wissenschaftliches Kolloquium (IWK 2005); Tagungsband; S. 605-606 (Executive Summary), Paper No. 14_0_2 (Full Paper, CD-ROM). Technische Universität Ilmenau 2005
- [14] Rodenacker, W. G.; Methodisches Konstruieren; Konstruktionsbücher; Band 27; 4. überarbeitete Auflage, Springer Verlag; 1991
- [15] Deubel, T.; Steinbach, M.; Weber, C.; Anforderungs- und kostengetriebene Steuerung des Produktentwicklungsprozess, 15. Symposium "Design for X", Neukirchen 14. und 15. Oktober 2004
- [16] Deubel T.; Zenner C.; Bley H.; Weber, C.; Adaptation of a new Design Method for the Requirement-Driven Planning of Manufacturing Systems; The 16th CIRP International Design Seminar: Design & Innovation for a Sustainable Society; Kananaskis (Canada); Paper No. 10061; pp.-534 (Full Paper, CD-ROM, published by P. Gu, D. Xue, A. Ramirez-Serrano, S. Park, & D. Fletcher); 2006
- [17] Deubel T.; Steinbach M.; Weber C.; Requirement- and Cost-Driven Product Development Process; Proceedings of the 15th International Conference on Engineering Design; ICED '05; DS 35; Melbourne; 2005, pp.166-167 (Executive Summary); Paper No. 357.46 (Full Paper, CD-Rom, The Design Society)
- [18] Weber C.; CPM/PDD – An Extended Theoretical Approach to Modelling Products and Products Development Processes; Proceedings of the 2nd German-Israeli Symposium on Advances in Methods and Systems for Development of Products and Processes; TU Berlin; 2005; pp.159-179 (Fraunhofer-IRB-Verlag, Stuttgart)
- [19] Weber C.; Deubel T.; New Theory-Based Concepts for PDM and PLM. Proceedings of the 14th International Conference on Engineering Design; ICED '03; DS 31, Stockholm; 2003; pp.429-430 (Executive Summary); Paper No. 1468 (Full Paper, CD-Rom, The Design Society & the Royal Institute of Technology, Stockholm)
- [20] Weber, C.; Steinbach, M.; Botta, C.; Deubel, T.: Modelling of Product-Service Systems (PSS) based on the PDD Approach. In: Tagungsband Volume 1, Design 2004 – 8th International Design Conference, Design Society, Glasgow, 2004

- [21] Weber C.; Werner H.; Deubel T.; A Different View on PDM and its Future Potentials. *Journal of Engineering Design*, 2003, 14(4), pp.447-464
- [22] Conrad, J.; Deubel, T.; Köhler, C.; Wanke, S.; Weber, C.; Change Impact and Risk Analysis (CIRA) – Combining the CPM/PDD Theory and FMEA-Methodology for an Improved Engineering Change Management; 16th International Conference on Engineering Design – ICED 07; The Design Society; 2007
- [23] Schmitt, R.; Krippner, D., Bethold, M.; Geringere Fehlerkosten, höhere Zuverlässigkeit – Mit Mizenboushi Fehler in Entwicklungsprozessen vermeiden; QZ; Jahrgang 51, Heft 6; Carl Hanser Verlag, München, 2006
- [24] Deubel, T.; Anforderungs-, kosten- und wertgetriebene Steuerung des Produktentwicklungsprozesses; Dissertation; Schriftenreihe Produktionstechnik (Hrsg.: Helmut Bley, Christian Weber); Band 39; Universität des Saarlandes, 2007
- [25] Storga, M.; Andreasen, M. M.; Marjanovic, D.; Towards a formal design model based on a genetic design model system; *Proceedings of the 15th International Conference on Engineering Design; ICED '05*; Melbourne; 2005

Dipl.-Ing. Sören Wanke
Lehrstuhl für Konstruktionstechnik/CAD
Universität des Saarlandes
Campus A4.2, D-66123 Saarbrücken
Tel: +49-681-302-3269
Fax: +49-681-302-4858
Email: wanke@cad.uni-saarland.de
URL: <http://www.cad.uni-saarland.de>