

Ein Ansatz zur Informationsstrukturierung in durchgängigen Entwurfsumgebungen

Christoph Hübel, Joachim Reinert, Bernd Sutter
Universität Kaiserslautern, Fachbereich Informatik

1. Einleitung und Motivation

Mit der zunehmenden Komplexität von Entwurfsaufgaben und dem steigenden Bedürfnis nach einer flexiblen Produkterstellung werden rechnergestützte Entwurfsumgebungen, die dem Entwerfer eine homogene, durchgängige Unterstützung während des Konstruktionsvorganges anbieten, zu einer unverzichtbaren Grundlage im Entwurfsgeschehen. Die zukünftige Entwicklung von Ingenieursystemen wird daher in fast allen Ingenieurbereichen von der Idee einer durchgängigen, integrierten Systemlösung geprägt. Viele der in solchen integrierten Ingenieursystemen zu realisierenden Funktionen besitzen allgemeinen Charakter. Dies gilt insbesondere für die Funktionen der Datenhaltung, der Ablaufkontrolle sowie der Entwurfsorganisation. Es bietet sich an, existierende Basiskomponenten (z.B. Datenbanksysteme, Kommunikationssysteme) für die erforderlichen Teilfunktionen unmittelbar einzusetzen, oder sie in einer möglichst allgemeinen Form so zu erweitern, daß sie in unterschiedlichen Ingenieurbereichen effizient genutzt werden können. Diese Idee führt zunächst zur Konzeption einer Rahmenarchitektur für integrierte Ingenieursysteme, die eine Einbettung anwendungsspezifischer Komponenten (z.B. spezieller Entwurfswerkzeuge) in einen anwendungsneutralen Systemrahmen vorsehen /DD89, Sm89/.

Ein stärkerer Zuschnitt auf die spezifischen Eigenschaften eines Anwendungsbereiches wird durch eine schematische, formalsprachliche Beschreibung des jeweiligen Anwendungsumfeldes ermöglicht. Ein solcher Ansatz kann als *Modellansatz* bezeichnet werden, da durch die formale Beschreibung ein rechnerinternes Modell einer konkreten Entwurfsumgebung entsteht. Die Abbildung eines solchen Modells auf ein reales Entwurfssystem kann dann durch allgemeine anwendungsunabhängige Mechanismen erfolgen, so daß dieser Ansatz eine hohe Flexibilität und eine leichte Erweiterbarkeit des entstehenden Entwurfssystems verspricht. *Ziel der Entwicklung einer Entwurfsumgebung ist also eine durchgängige Unterstützung des gesamten Entwurfsvorganges*, was eine integrierte Beschreibung der zu entwerfenden *Objekte*, der dabei eingesetzten *Entwurfswerkzeuge*, der jeweils einzuhaltenden *Entwurfsabläufe* sowie der *Entwerfer* selbst, als den eigentlich aktiven Komponenten der Entwurfsumgebung, in *einem Modell* notwendig macht und schließlich deren integrierte Repräsentation in einem Entwurfssystem erfordert.

In Verbindung mit dem Modellansatz sind nun zwei Fragestellungen weiter zu diskutieren:

- Welche Aspekte sind in einem Entwurfsumfeld relevant, und mit welchen Mitteln können diese beschrieben werden? Mit anderen Worten, wie kann ein Modell für eine Entwurfsumgebung, also ein **Entwurfsumgebungsmodell**, gestaltet sein?

- Die zweite Fragestellung betrifft die Abbildung bzw. die Umsetzung eines solchen Entwurfsumgebungsmodells auf ein konkretes Entwurfssystem. Insbesondere interessiert hierbei, welche allgemeinen Hilfsmittel als Basiskomponenten sinnvoll und effizient eingesetzt werden können?

In diesem Beitrag wollen wir ein von uns entwickeltes Entwurfsumgebungsmodell vorstellen. Insbesondere die Frage der Systemabbildung und der technischen Ausgestaltung eines Entwurfssystems werden wir in diesem Beitrag nur am Rande berührt. Dies ist in der Komplexität und dem enormen Umfang, den die Entwicklung derartiger Systeme einnimmt, begründet (vgl. etwa /FKKP90, HS90/). Allerdings werden wir einen möglichen Weg anhand eines ersten von uns entwickelten Prototypsystems näher beleuchten.

2. Ein Ansatz zur Modellbildung von Entwurfsumgebungen

In einem Entwurfsumgebungsmodell sind sowohl der Gegenstand des Entwurfs als auch der Entwurfsvorgang geeignet zu repräsentieren. Die Entwurfsobjekte können i. allg. als komplexe technische Objekte verstanden werden, bei denen es sich je nach Disziplin beispielsweise um eine Getriebeeinheit, eine Elektronikbaugruppe oder ein Gebäude handelt. Eine Beschreibung eines Entwurfsobjekts umfaßt alle relevanten Informationsstrukturen während des gesamten Entwurfsvorganges. Aufgrund der internen komplexen Struktur bietet sich für die Darstellung der Entwurfsobjekte eine Aufgliederung entsprechend den in einem Anwendungsbereich vorherrschenden **Entwurfsaspekten** an. Die Gesamtheit der Entwurfsaspekte ergibt eine umfassende Beschreibung des zu entwerfenden Objekts. Desweiteren gibt es typischerweise mehrere Beschreibungsformen (**Repräsentationen**), in denen ein Entwurfsaspekt dargestellt wird.

Die Struktur der Entwurfsobjekte wird wesentlich durch die einem Entwurfsvorgang inhärenten **Entwurfprinzipien** bestimmt. Darunter sind Lösungsstrategien und Entwurfsmethodiken zu verstehen, die in jedem ingenieurmäßigen Entwurf vorzufinden sind und deshalb in einem allgemeinen Modell berücksichtigt werden sollten. Um Aufgaben in strukturierter Form zu bearbeiten, wird häufig das Konzept der Hierarchiebildung eingesetzt. Eine komplexe Aufgabe wird in mehrere Teilaufgaben zerlegt, die untereinander in Beziehung stehen und zusammen eine Lösung für die Gesamtaufgabe bilden. Desweiteren ist zu beachten, daß der Entwurf und die Entwicklung eines technischen Objektes ein evolutionärer Vorgang ist, der in der Regel eine längere Zeitspanne in Anspruch nimmt. Im Verlauf eines solchen Entwurfsprozesses wird die Objektbeschreibung zunehmend konkreter gefaßt und die Teilergebnisse, die bereits gewisse Anforderungen und Bedingungen erfüllen und auf die sich ein Entwerfer zu einem späteren Zeitpunkt ggf. nochmals beziehen möchte, als Objektversion benannt. Der Einsatz unterschiedlicher Entwurfphilosophien oder die Verwendung verschiedener Technologien führen oftmals dazu, daß von einem Entwurfsobjekt mehrere alternative Lösungen, sog. Alternativen, nebeneinander konstruiert werden. Die Ausgestaltung eines zusammengesetzten technischen Objektes aus einfacheren Komponenten erfordert für jede Komponente die Auswahl einer konkreten Version und Alternative. Die so bestimmte Zusammensetzung wird i. allg. als Konfigu-

ration des Entwurfsobjektes bezeichnet. Eine detaillierte Beschreibung der eingeführten Begriffe findet sich in /HK89/.

Die Struktur des Entwurfsvorgangs kann als eine Folge von Zustandsübergängen verstanden werden, wobei mit den *Zuständen der Entwurfsobjekte* bzw. mit den entsprechenden Übergängen jeweils bestimmte Zusicherungen verbunden sind. Die Einhaltung dieser Zusicherungen und damit die Kontrolle über den Entwurfsvorgang ist die Aufgabe der *Ablaufsteuerung*. Um den Entwurfsvorgang in einem Modell zu repräsentieren, muß daher die Ablaufsteuerung in geeigneter Weise beschrieben werden können. Die Ablaufsteuerung ist eng mit dem Einsatz der *Entwurfswerkzeuge*, mit denen der Entwurfsvorgang vorangetrieben wird, verknüpft. Wesentlicher Bestandteil einer Beschreibung der Werkzeuge ist die mittels der Werkzeuge durchgeführte Transformation der Entwurfsobjekte. Die Ablaufsteuerung hat desweiteren einen engen Bezug zur innerbetrieblichen Organisation, die ebenfalls in dem Modell zu berücksichtigen ist. Die Beschreibung der organisatorischen Aspekte wird im wesentlichen durch die Entwerfer und deren Zuordnung zu Entwerfergruppen und zu Projekten bestimmt und bildet damit die Grundlage für eine kontrollierte projektbezogene Kooperation der Entwerfer.

Es stellt sich nun die Frage, wie die aufgeführten Aspekte, die eine Entwurfsumgebung bestimmen, in einem Entwurfsumgebungsmodell integriert werden können. Bei dem Aufbau eines solchen Modells hat sich in unserem Fall eine Unterscheidung in ein abstraktes Strukturmodell und ein anwendungsorientiertes Bereichsmodell angeboten. Das Strukturmodell beschreibt in allgemeiner, an-wendungsunabhängiger Form die Struktur von Entwurfsumgebungen, während das Bereichsmodell die konkrete Ausgestaltung der zu modellierenden Entwurfsumgebung (etwa der VLSI-Chip-Entwurf) abbildet. Das Bereichsmodell ist also eine "Instanziierung" bzw. Konkretisierung des Strukturmodells für einen gegebenen Entwurfsbereich. Desweiteren wird eine Unterscheidung in ein Objekt-, ein Entwurfs- und ein Organisationsmodell vorgenommen. Das Objektmodell beschreibt die Entwurfsobjekte unter Berücksichtigung der oben erwähnten Entwurfsprinzipien. Das Entwurfsmodell ist zur Beschreibung der Entwurfswerkzeuge und des Entwurfsablaufs gedacht. Im Rahmen des Organisationsmodells wird dann die betriebliche Organisationsform der für das gesamte Entwurfsgeschehen verantwortlichen aktiven Elemente, nämlich der Entwerfer selbst sowie der Projekte, für die diese tätig sind, beschrieben. Bild 1 gibt einen Überblick über den Modellaufbau. Entsprechend den aufgeführten Unterscheidungen in Struktur- und Bereichsmodell bzw. Objekt-, Entwurfs- und Organisationsmodell ist unser Entwurfsumgebungsmodell in ein **Objektstruktur-**, ein

Objektbereichs-, ein **Entwurfsstruktur-**, ein **Entwurfsbereichs-** und schließlich ein **Organisations-struktur-** und **Organisationsbereichsmodell** untergliedert.

	Strukturmodell	Bereichsmodell	
Objektmodell	Objektstrukturmodell	Objektbereichsmodell	Entwurfsobjekt
Entwurfmodell	Entwurfsstrukturmodell	Entwurfsbereichsmodell	Entwurfsablauf
Organisationsmodell	Organisationsstrukturmodell	Organisationsbereichsmodell	Entwurfsprojekt/ Entwerfer

Bild 1: Überblick über den Modellaufbau zur Beschreibung von Entwurfsumgebungen

Die für die Entwurfsumgebung bedeutendsten Aspekte (die Objekte und die Operatoren) sind offensichtlich durch das Objekt- und das Entwurfmodell abgedeckt. In Bild 2 ist ihr interner Aufbau vereinfacht dargestellt und an einem Beispiel verdeutlicht. Das Objektstrukturmodell in Bild 2a stellt die anwendungsunabhängige Struktur eines Entwurfsobjektes dar. Demnach ist ein Entwurfsobjekt in mehrere Entwurfsaspekte untergliedert, die selbst in verschiedenen Repräsentationsformen dargestellt werden können. Das Objektbereichsmodell (Bild 2b) zeigt nun eine Ausgestaltung der Entwurfsobjektstruktur, hier für die Darstellung eines Einzelteils "Welle". In dem Objektbereichsmodell werden der geometrische, der technische und der technologische Aspekt berücksichtigt, wobei für den geometrischen Aspekt zwei Repräsentationsformen (BREP- und CSG-Darstellung) eingeführt werden. In der hier gewählten Darstellung wurden die oben angesprochenen Entwurfsprinzipien noch nicht berücksichtigt. Die

Struktur der eigentlichen Entwurfsobjekte ist durch das Objektbereichsmodell bestimmt, d.h., sie werden über eine weitere "Instanziierung" des Objektbereichsmodells abgebildet.

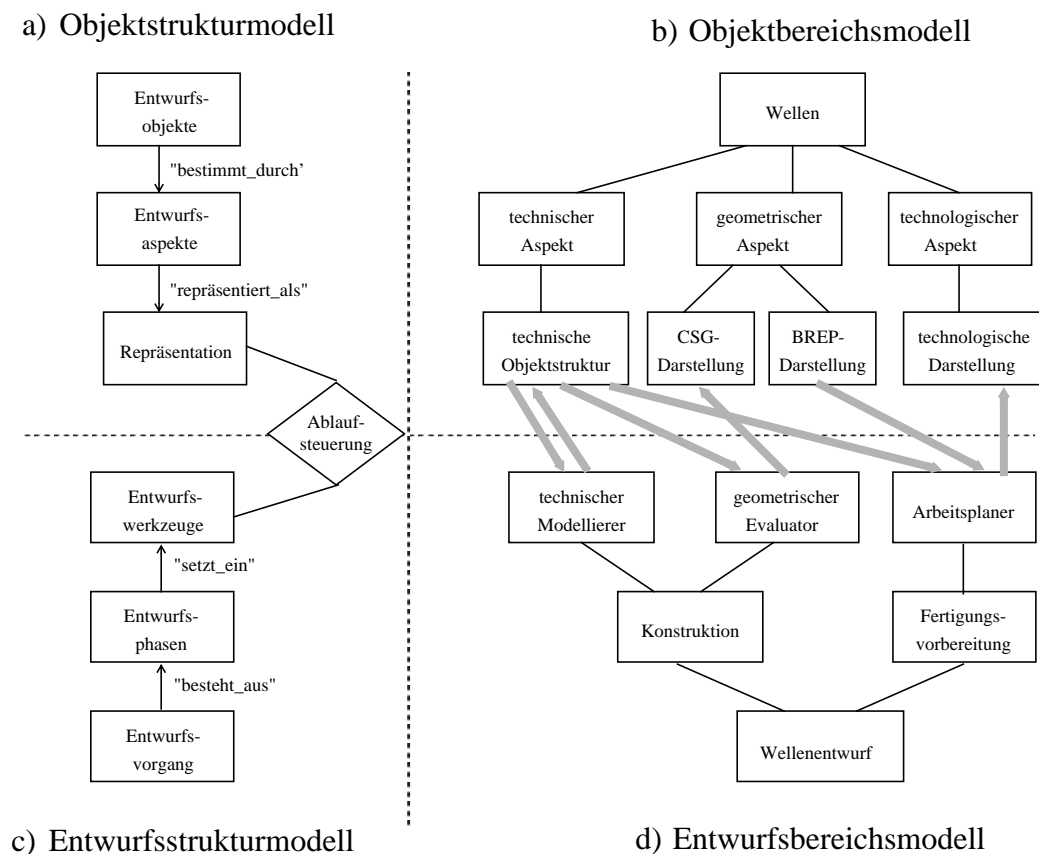


Bild 2: Beispiel eines Struktur- und Bereichsmodells für eine Entwurfsumgebung aus dem mechanischen CAD-Bereich

Das Entwurfsstrukturmodell (Bild 2c) beschreibt in allgemeiner Form die Strukturierung eines Entwurfsvorgangs, der in mehrere Entwurfsphasen aufgeteilt ist. In jeder Entwurfsphase werden spezifische Entwurfswerkzeuge eingesetzt. Zwischen den Entwurfswerkzeugen und den Repräsentationen der Entwurfsobjekte besteht eine Beziehung, die über die Ein- und Ausgabedaten der Werkzeuge bestimmt ist. Die Abfolge der Entwurfsphasen obliegt ebenso wie der Ablauf in einer Entwurfsphase der Ablaufsteuerung. Sie hat somit wesentlichen Einfluß auf die Flexibilität der Abfolge der einzelnen Entwurfsschritte. Das Entwurfsbereichsmodell (Bild 2d) zeigt nun ein Beispiel für eine Entwurfsumgebung zur Konstruktion von Wellen. Es werden nur die Entwurfsphasen "Konstruktion" und "Fertigungsvorbereitung" betrachtet und die Werkzeuge "technischer Modellierer", "geometrischer Evaluator" und "Arbeitsplaner" eingesetzt. Der geometrische Evaluator beispielsweise erwartet als Eingabe eine technische Objektstruktur und generiert daraus eine CSG-Struktur für das Entwurfsobjekt.

Damit haben wir unseren Ansatz zum Aufbau eines Entwurfsumgebungsmodells kurz vorgestellt, wengleich eine Reihe von Detailpunkten aus Platzgründen noch offen bleiben mußte. Eine detailliertere Beschreibung findet sich in /Re90/. Das nächste Kapitel beschäftigt sich nun

mit der Fragestellung, welche Beschreibungsmittel zur Darstellung des Entwurfsumgebungsmodells geeignet sind und wie diese in unserer Prototypentwicklung realisiert werden.

3. Prototypentwicklung eines Entwurfssystems

3.1 Beschreibungsmittel zur Abbildung des vorgestellten Modells

Die bisherige Charakterisierung des Entwurfsumgebungsmodells macht die Heterogenität und die Komplexität der vorherrschenden Informationsstrukturen deutlich und legt es nahe, eine Beschreibung der verschiedenen Modellaspekte auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen und mit den jeweils geeigneten Mechanismen anzustreben. Die Notwendigkeit, verschiedene Beschreibungsmittel einzusetzen, wird offensichtlich, wenn man die auftretenden Informationsarten etwas genauer betrachtet /WL88/.

Zur Modellierung des Entwurfsvorganges müssen dessen funktionalen Zielstellungen und die Entwurfswerkzeuge erfaßt werden. In der Literatur werden eine Vielzahl von Ansätzen zur Modellierung des Entwurfsvorganges vorgeschlagen, die in /HNST90/ übersichtlich dargestellt werden. In den meisten Ansätzen bildet die Information über den Zustand bzw. über die Eigenschaften eines Entwurfsobjektes eine entscheidende Grundlage zur Steuerung des Entwurfsvorganges. Die Spezifikation solcher Objektzustände kann i. allg. einfach mit Hilfe einer prädikativen Sprache erfolgen. Die prädikative Zustandserfassung bietet darüber hinaus den Vorteil, daß sie unabhängig von einer detaillierten Repräsentation der betroffenen Entwurfsobjekte ist, solange die Auswertbarkeit der formulierten Zustandsprädikate sichergestellt ist. Die Auswertung kann beispielsweise über spezielle Test- und Prüfmethoden erfolgen. Insgesamt kann damit die Steuerung und die Kontrolle des Entwurfsprozesses über die Zustandsprädikate auf einer abstrakten Ebene und weitgehend unabhängig von der konkreten Detaildarstellung der Entwurfsobjekte erfolgen. Ebenso wenig müssen die Entwurfswerkzeuge vollständig erfaßt werden; vielmehr müssen lediglich diejenigen funktionalen Aspekte, die die Zustandsprädikate der Entwurfsobjekte ändern, hinreichend genau beschrieben werden.

An den Entwurfsvorgang und damit an die Entwurfsobjektzustände und deren durch den Einsatz der Entwurfswerkzeuge bedingten Zustandsübergänge sind somit Zusicherungen in Form von komplexen Integritäts- und Konsistenzbedingungen geknüpft, zu deren automatischen Überprüfung und Einbeziehung in den Entwurfsvorgang geeignete Beschreibungsmittel erforderlich sind /DHMS90/. Der von uns verfolgte prädikatenorientierte Ansatz ist in Kapitel 3.2 näher beschrieben.

Zur Darstellung der umfangreichen Informationsstrukturen auf der Detailebene der Entwurfsobjekte sind meist komplexe netzwerkartige Datenstrukturen erforderlich /Mi88/. Die strukturellen Beziehungen der Datenstrukturen lassen sich i. allg. durch Referenzen zwischen den Basiselementen beschreiben. Die Verarbeitung der Detaildaten durch die jeweiligen Entwurfswerkzeuge stellt besondere Anforderungen an die Funktionen zur Datenhaltung und Datenbereitstellung. So müssen in der Regel sehr große Datenmengen komplexen Anwen-

Algorithmen verfügbar gemacht werden, was sehr effizient und flexibel erfolgen muß, da viele Entwurfswerkzeuge interaktiv arbeiten und eine ineffiziente Datenversorgung unmittelbar die Akzeptanz des gesamten Entwurfssystems gefährden würde /HS89/.

3.2 Entwicklung eines Prototypsystems

Im Rahmen der bisherigen Arbeiten wurde ein erster Prototyp für eine eng begrenzte Entwurfsumgebung entwickelt. Wir haben ein Beispiel aus dem mechanischen 3D-CAD-Bereich gewählt (vgl. Bild 3). Die Entwurfsumgebung besteht aus einem geometrischen Modellierungssystem (POLY, /LM87/) und einem Berechnungsprogramm zur Volumenbestimmung von geometrischen Körpern. Bis jetzt werden im Prototypen nur einfache Entwurfsobjekte behandelt und die oben erwähnten Entwurfsprinzipien (etwa Hierarchisierung oder Versionierung) noch nicht berücksichtigt (d.h. er realisiert ein stark vereinfachtes Objektstrukturmodell). Auch das Entwurfsbereichsmodell wurde im Prototyp vereinfacht realisiert. Der Schwerpunkt wurde auf die Anwendbarkeit der Entwurfswerkzeuge auf die Entwurfsobjekte (Auswertung der Zustandsinformation) gelegt.

Um in diesem Prototypen die oben erwähnten Anforderungen zu realisieren, wurde eine hybride Systemarchitektur verwirklicht. Von dem vorgestellten Entwurfsumgebungsmodell wurde schwerpunktmäßig die Realisierung des Entwurfsprozesses verfolgt. Zur Handhabung der Detaildaten von Entwurfsobjekten, das sind in der betrachteten Anwendung in erster Linie die geometrischen Datenstrukturen, konnte das Non-Standard-Datenbanksystem (NDBS) PRIMA /Hä88/ vorteilhaft eingesetzt werden. Es erfüllt aufgrund der strukturellen Objektorientierung des zugrundeliegenden Datenmodells (MAD, /Mi88/) die oben angesprochenen Forderungen, insbesondere nach einer angemessenen Strukturmodellierung und einer effizienten Datenversorgung. Um jedoch das gesamte Entwurfsumgebungsmodell geeignet zu unterstützen, müssen Repräsentationsmechanismen, wie z.B. prozedurale Beschreibungsmittel, flexible Mechanismen der Integritätskontrolle (z.B. Trigger oder Dämonen) sowie Mechanismen zur Handhabung und zur Verwendung von prädikatenlogischen Ausdrücken in einer integrierten Weise bereitgestellt werden. In dem hier skizzierten Prototypsystem wurde daher zur Modellierung und Abbildung des Entwurfs- und des Objektbereichs das Wissensbankverwaltungssystem (WBVS) KRISYS eingesetzt /Ma88/.

Die Struktur des Objektbereichsmodell ist mit der in Bild 2 dargestellten Struktur vergleichbar. Im WBVS selbst werden die Entwurfsdaten jedoch nicht explizit abgespeichert, vielmehr findet sich ein Verweis auf die Objekte in der Entwurfsdatenbank.

Der zentrale Punkt des Prototypsystems ist die Steuerung des Entwurfsprozesses. Der Entwurfsprozeß wird in unserem System als Folge von Zustandsübergängen der einzelnen Entwurfsobjekte dargestellt. Dazu sind die Aspekte der Entwurfswerkzeuge, die die Manipulation der Entwurfsobjekte betreiben, in der Abbildung des Entwurfswerkzeuges im WBVS durch sogenannte Vor- und Nachbedingungen dargestellt. Diese Bedingungen beziehen sich auf den Zustand der Entwurfsobjekte, wobei die Vorbedingung angibt, in welchem Zustand das Werkzeug angewendet werden kann, und die Nachbedingung beschreibt, wie sich dieser Zustand

verändert. Um vom Zustand eines Entwurfsobjektes alle notwendigen Einzelheiten zu erfassen, werden Teile der Zustandsinformation im WBVS in einer **Entwurfsobjektrepräsentation (EOR)** explizit erfaßt. Der Umfang dieser Zustandsrepräsentation hängt davon ab, welche Zustandsinformation mit Hilfe der konkreten Entwurfsdaten bestimmt werden kann und für welche dies nicht oder nur auf wenig effiziente Weise möglich ist. Für den Teil der Zustandsinformation, der nicht im EOR erfaßt wird, müssen innerhalb des WBVS Funktionen definiert werden, die es erlauben, diese Zustandsinformation zu testen. Zur Beschreibung der Vor- und Nachbedingungen benutzen wir eine prädikatenlogische Sprache, wobei es für die Formulierung der jeweiligen Bedingungen unerheblich ist, ob die referenzierte Zustandsinformation explizit im EOR enthalten ist oder ob sie über die bereitgestellten Testfunktionen direkt auf dem Entwurfsobjekt ausgewertet wird. Beispielsweise ist die Tatsache, daß ein Objekt X den Zustand "gültig" erreicht hat, durch den String "valid (X)" im EOR des Objektes X angezeigt. Im Gegensatz dazu sind Aussagen über Entwurfsobjekttypen nicht in den EOR enthalten. Daß ein EOR, und damit das Entwurfsobjekt selbst, vom Typ "geometrisches Objekt" ist, ist nicht im EOR enthalten, sondern kann aus der Tatsache abgeleitet werden, daß das EOR Instanz der Klasse der "geometrischen Objekte" ist. Um nun das Prädikat "is_geometric_object" bezüglich eines konkreten Entwurfsobjektes auszuwerten, muß in der Testfunktion, die für dieses Prädikat formuliert werden muß, nur ausgedrückt werden, daß die Instanzenbeziehung des EOR, das zu dem konkreten Entwurfsobjekt gehört, ausgewertet werden muß. Über diesen Mechanismus lassen sich aber auch externe, bereichsspezifische Konsistenzprüfungen realisieren. Mit diesen Formalismen läßt sich nun als Beispiel das Werkzeug zur Volumenberechnung in der Vorbedingung wie folgt beschreiben: $\forall x \text{ is_geometric_object}(x) \wedge \text{valid}(x)$, d.h., das Werkzeug ist auf geometrische Entwurfsobjekte anwendbar, die den Zustand gültig erreicht haben. Ein weiterer wesentlicher Aspekt zur internen Repräsentation der Werkzeuge im Entwurfsmodell ist die Beschreibung des Aufrufs des tatsächlichen Werkzeuges. In unserem Prototypen sind die Entwurfswerkzeuge als eigenständige Prozesse realisiert, die über eine Kooperationskomponente an das Entwurfssystem angeschlossen sind /HKS90/.

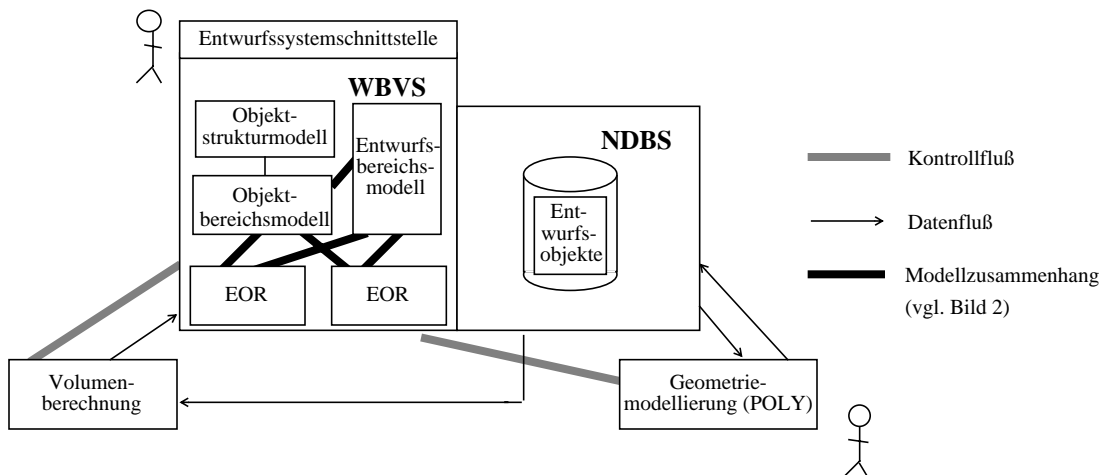


Bild 3: Architektur einer Prototypentwicklung des Entwurfssystems

Im Verlauf einer Arbeitssitzung mit dem System wird zunächst ein zu bearbeitendes Entwurfsobjekt ausgewählt bzw. ein neues Objekt generiert. Danach muß der Entwurfsaspekt, der bearbeitet werden soll, vom Benutzer ausgewählt werden. Nun werden systemseitig alle anwendbaren Werkzeuge ermittelt, indem die jeweiligen Vorbedingungen ausgewertet werden. Der Benutzer wählt eines der Werkzeuge aus und bearbeitet damit das Entwurfsobjekt. Nach erfolgter Bearbeitung werden systemseitig erneut die Werkzeuge ermittelt, die nun auf das geänderte Objekt anwendbar sind.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Die Gestaltung von durchgängigen Entwurfsumgebungen, in denen die unterschiedlichsten Entwurfswerkzeuge über gemeinsam genutzte Daten der Entwurfsobjekte integriert sind, bestimmt eine weitreichende Aufgabe der praktischen Informatik, insbesondere jedoch der Datenbanktechnologie. In diesem Beitrag wurde die Idee eines Modellansatzes vorgestellt, der eine Modellierung einer beliebigen Entwurfsumgebung erlauben soll, und damit eine Abbildung auf ein Entwurfssystem entsprechend unterstützt. Im Rahmen einer ersten Prototypentwicklung wurden als Abbildungsvehikel Systeme mit unterschiedlicher, jeweils angepaßter Modellierungsmächtigkeit verwendet: Zur Handhabung der Detaildaten der Entwurfsobjekte wurde ein NDBS mit struktureller Objektorientierung eingesetzt. Zur Repräsentation der abstrakteren Zustandsbeschreibungen, der funktionalen Aspekte des Entwurfsprozesses sowie zur Beschreibung von Zustands- und Übergangsbedingungen, also zur Kontrolle des Entwurfsablaufs, wurde ein WBVS mit seinen hybriden und vielfältigen Darstellungsmitteln verwendet.

Im weiteren Verlauf unserer Arbeiten soll neben einer umfangreicheren Anwendungsmodellierung, in der dann auch die Entwurfsprinzipien berücksichtigt werden, vor allem die Archi-

tekturfrage weiter untersucht werden. Den Aspekt der Versionierung, der Alternativenbildung und der Konfiguration werden wir durch eine Versionsverwaltungskomponente realisieren, die eine Zusatzebene auf dem eingesetzten NDBS bildet. Daneben bleibt die Frage nach den Hilfsmitteln und Basiskomponenten für eine Abbildung bzw. Umsetzung des beschriebenen Entwurfsumgebungsmodells auf ein konkretes Entwurfssystem. Zur Klärung dieser Frage muß eine eingehende Analyse der in unserem Prototypen durchgeführten Abbildung vorgenommen werden.

5. Literatur

- DD89 Daniell, J., Director, S.W.: An Object Oriented Approach to CAD Tool Control Within a Design Framework, in: 26th ACM/IEEE Design Automation Conference, Las Vegas, June 1989.
- DHMS90 DeBloch, S., Hübel, C., Mattos, N., Sutter, B.: KBMS Support for Technical Modeling in Engineering Systems, in: Proc. of the third International Conf. on Industrial & Engineering Applications of Artificial Intelligence & Expert Systems, Vol. II, pp. 790-799, 1990.
- FKKP90 Kenneth, W.F., Kleinfeldt, S., Kosarchyn, M., Perez, E.B.: Design Methodology Management - A CAD Framework Initiative Perspective, 27th ACM/IEEE Design Automation Conference, 1990.
- Hä88 Härder, T. (ed.): The PRIMA-Project - Design and Implementation of a Non-Standard Database System, Forschungsbericht 26/88 des SFB 124, Universität Kaiserslautern, 1988.
- HK89 Hübel, C., Käfer, W.: Modellierung und Handhabung versionierter Objekte, SFB124, Bericht Nr. 26/89, Universität Kaiserslautern, 1989.
- HNST90 Harrison, D.S., Newton, R., Spickelmier, R.L., Timothy, J.B.: Electronic CAD Frameworks, in: Proceedings of the IEEE, Vol. 78, No. 2, February 1990.
- HS89 Hübel, Ch., Sutter, B.: Verarbeitung komplexer DB-Objekte in Ingenieur Anwendungen, Bericht des Zentrums für Rechnergestützte Ingenieursysteme (ZRI), Nr. 5/89, Kaiserslautern, 1989.
- HKS90 Hübel, C., Käfer, W., Sutter, B.: Ein Client/Server-System als Basiskomponente für ein kooperierendes Datenbanksystem, in: Tagungsband GI/ITG-Fachtagung Kommunikation in verteilten Systemen, Mannheim, 1991.
- HS90 Haabena, J., Steinmueller, B.: The NMP-CADLAB Framework - a Common Framework for Tool Integration and Development, in: Proceedings European Design Automation Conference, March 1990.
- LM87 Loacker, H., Meier, A.: POLY-Computergeometrie für Informatiker und Ingenieure, McGraw-Hill, Hamburg, 1987.
- Ma88 Mattos, N. : KRISYS - A Multi-layered Prototype KBMS Supporting Knowledge Independence, in: Proc. Int. Computer Science Conf. - Artificial Intelligence: Theorie and Applications, Hongkong, Dec. 1988.
- Mi88 Mitschang, B.: Eine Molekül-Atom-Datenmodell für Non-Standard-Anwendungen - Anwendungsanalyse, Datenmodellentwurf, Implementierung, Informatik-Fachberichte, Band 185, Springer-Verlag, Berlin, 1988.
- Re90 Reinert, J.: Ein Modellansatz zur Repräsentation statischer und dynamischer Aspekte beim Entwurf, Universität Kaiserslautern, Diplomarbeit, 1990.
- Sm89 Smith, W.D. et al.: FACE Core Environment: The Model and its Application in CAE/CAD Tool Development, in 26th ACM/IEEE Design Automation Conference, Las Vegas, June 1989.
- WL88 van der Wolf, R., van Leuken, T.G.R.: Object Type Oriented Data Modeling for VLSI Data Management, in: 25th Design Automation Conference, June 1988.