

**Erweiterung der PDM-Technologie zur  
Unterstützung verteilter kooperativer  
Produktentwicklungsprozesse**

Dissertation  
zur  
Erlangung des Grades  
Doktor-Ingenieur

der  
Fakultät für Maschinenbau  
der Ruhr-Universität Bochum

von  
Detlef Gerhard  
aus Diemelstadt

Bochum 2000



Schriftenreihe Institut für Konstruktionstechnik

Heft 00.3

**Detlef Gerhard**

**Erweiterung der PDM-Technologie  
zur Unterstützung verteilter kooperativer  
Produktentwicklungsprozesse**

Shaker Verlag  
Aachen 2000

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

*Gerhard, Detlef:*

Erweiterung der PDM-Technologie zur Unterstützung verteilter kooperativer Produktentwicklungsprozesse / Detlef Gerhard.

Aachen : Shaker, 2000

(Schriftenreihe Institut für Konstruktionstechnik ; Bd. 2000,3)

Zugl.: Bochum, Univ., Diss., 2000

ISBN 3-8265-8231-4

Copyright Shaker Verlag 2000

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8265-8231-4

ISSN 1616-5497

Shaker Verlag GmbH • Postfach 1290 • 52013 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • eMail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

## Vorwort des Herausgebers

Kooperationen im Bereich der Produktentwicklung nehmen im Maschinen- und Anlagenbau sowie in der Automobilindustrie ständig zu, um auf die geänderten Randbedingungen und die Herausforderungen aufgrund der Globalisierung und des Technologiefortschritts reagieren zu können. Dabei werden virtuelle Kooperationen, d.h. projektbezogene Zusammenschlüsse verschiedener, sich ergänzender Partner immer wichtiger, da sie ein dynamisches Reagieren auf Markterfordernisse ermöglichen.

Im verteilten Produktentwicklungsprozess entsteht eine enorme Menge an produkt- und prozessbezogenen Daten bzw. Informationen, die allen Partnern in einem Kooperationsverbund transparent, zeitnah und qualitativ hochwertig zur Verfügung stehen müssen. Produktdatenmanagementsysteme (PDM-Systeme), die sich bereichs- bzw. standortbezogen als Werkzeug für das Datenmanagement und die Integration verschiedener CAX-Werkzeuge im Produktentwicklungsprozess etabliert haben, besitzen bezogen auf die besonderen Anforderungen virtueller Kooperationen deutliche Schwachstellen und können daher nicht effizient für derartige Kooperationen eingesetzt werden. Der Grund dafür liegt insbesondere in der fehlenden Flexibilität in Bezug auf die Implementierung heterogener Daten- und Organisationsstrukturen und in der Art des Integrationsansatzes, der davon ausgeht, dass alle beteiligten IT-Subsysteme auf Datenebene vereinheitlicht und über ein zentrales Integrationswerkzeug zusammengeführt werden können.

Die vorliegende Arbeit liefert ein alternatives Konzept für das notwendige übergreifende Informationsmanagement und die Integration verschiedener CAX-Anwendungen innerhalb virtueller Kooperationsformen auf Basis einer Erweiterung der PDM-Technologie. Das Konzept umfasst sowohl eine Anwendungsmethodik als auch eine softwaretechnische Umsetzung erforderlicher Funktionalitäten. Der Kerngedanke besteht darin, eine flexible und anwenderzentrierte Lösung unter Nutzung der Web-Technologie bereitzustellen, die das Zusammenwirken verschiedener IT-Systeme auf gleichberechtigter Ebene ermöglicht und dabei die Autonomie der Einzelsysteme nicht beschränkt. Dazu wurde die vorhandene PDM-Technologie um zusätzliche Funktionsmodule erweitert, die einen projektbasierten föderierten Zusammenschluss heterogener Systeme an verschiedenen Standorten erlauben. Bisher vorhandene Integrationsansätze gehen von einem zentralen Führungssystem, einer hierarchischen Ordnung der gesamten IT-Systemlandschaft und einer harmonisierten Semantik der Informationsmodelle aus, die jedoch insbesondere innerhalb virtueller Kooperationen nicht realisierbar ist. Die vorliegende Arbeit liefert einen Lösungsansatz, der dieses Defizit beseitigt. Für die Konzeption wurden auf Basis von zwei Fallbeispielen aus der Industrie die Anforderungen ermittelt. Die Validierung der Umsetzung erfolgte anhand von Anwendungsszenarien im Rahmen von Projektarbeiten.



## Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand neben meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Maschinenbauinformatik der Ruhr-Universität Bochum und wurde von der dortigen Fakultät für Maschinenbau als Dissertation angenommen.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Michael Abramovici danke ich für seine wissenschaftliche Unterstützung, die zahlreichen Anregungen, das mir entgegengebrachte Vertrauen und die Förderung dieser Arbeit.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Sándor Vajna vom Lehrstuhl für Maschinenbauinformatik der Otto-von-Guericke Universität in Magdeburg danke ich für das Interesse an der Arbeit und die Übernahme des Koreferats sowie den daraus resultierenden wertvollen Hinweisen.

Ebenso danke ich allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Lehrstuhls für Maschinenbauinformatik sowie den studentischen Hilfskräften und Studenten für die Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit. Das harmonische Arbeitsumfeld hat sicher wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Mein besonderer Dank gilt meiner Frau Antje sowie meinen Söhnen Jan Philipp und Jonathan, die auf eine Menge gemeinsamer Zeit mit mir verzichtet und mir den Freiraum und Rückhalt für die Anfertigung dieser Arbeit gegeben haben.

Dissertation eingereicht am: 18.04.2000

Tag der mündlichen Prüfung: 24.07.2000

Erster Bericht: Prof. Dr.-Ing. Michael Abramovici

Zweiter Bericht: Prof. Dr.-Ing. Sándor Vajna

Diemelstadt, Oktober 2000

Detlef Gerhard



*Für meine Eltern*



## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
1.1	Ausgangssituation.....	2
1.2	Problemstellung .....	5
1.3	Zielsetzung und Vorgehensweise.....	7
2	Verteilte kooperative Prozesse in der Produktentwicklung .....	11
2.1	Einordnung der Produktentwicklung in den Produktlebenszyklus.....	12
2.2	Informationsmanagement.....	13
2.3	Methodiken, Organisationsmaßnahmen und Strategien .....	17
2.4	Kooperation und Verteilung von Prozessen.....	20
2.5	Fallbeispiele .....	24
3	Stand der Technik und der Forschung.....	33
3.1	Unterstützung verteilter Produktentwicklungsprozesse durch PDM- Systeme.....	33
3.1.1	Analyse der anwendungsbezogenen PDM-Funktionen.....	40
3.1.2	Ansätze für die systemtechnische Verteilung von Daten.....	44
3.1.3	Weitere Forschungsansätze zur Erweiterung der PDM- Technologie.....	49
3.2	Weitere IT-Systeme zur Unterstützung verteilter Produktentwicklungsprozesse .....	51
3.2.1	CAx-Verfahren.....	51
3.2.2	CSCW-Systeme.....	54
3.2.3	Web-basierte Informationssysteme .....	56
3.3	Relevante Standards für Integration und Datenaustausch.....	60
3.4	Ansätze für die feingranulare Integration verschiedener IT-Systeme .....	68
3.5	Handlungsbedarf.....	73
4	Konzept einer Web-basierten föderierten PDM-Umgebung .....	77
4.1	Anforderungen .....	79
4.2	Auswahl geeigneter Basistechnologien .....	83
4.2.1	Internet- und Web-Technologie.....	83
4.2.2	Virtual Private Networks.....	87
4.2.3	Agententechnologie .....	89

---

4.3 Anwendungsmethodik: Föderiertes Produktinformationsmanagement.....	91
4.3.1 Systemföderation und Dezentralisierung.....	91
4.3.2 Nutzung der Informationsressource Web.....	93
4.3.3 Anwendung aus Sicht der Benutzer.....	94
4.3.4 Dreistufiges Föderierungskonzept.....	95
4.3.5 Ablageorganisation.....	96
4.3.6 Semantisches Mapping.....	99
4.4 Anwendungsszenarien für Assistenzdienste.....	101
5 Assistenzdienste für eine föderierte Web-basierte PDM-Umgebung .....	105
5.1 Auswahl geeigneter Basisdienste und Werkzeuge.....	105
5.2 Navigationsunterstützungsdienst.....	107
5.3 Föderierter Suchdienst.....	110
Informationsaustauschdienst.....	113
5.5 Notifizierungsdienst.....	120
6 Prototypische Umsetzung der PDM-Systemerweiterungen.....	125
7 Verifikation und Bewertung.....	133
8 Zusammenfassung und Ausblick .....	137
9 Quellen.....	141

## Abbildungsverzeichnis

<b>Bild 1-1:</b>	Anwendungsbereiche der PDM-Technologie.....	5
<b>Bild 1-2:</b>	Entwicklungsrichtungen heutiger PDM-Systeme .....	6
<b>Bild 1-3:</b>	Betrachtungsschwerpunkt der Arbeit.....	8
<b>Bild 1-4:</b>	Integration durch übergeordnetes System versus Integration gleichberechtigter Systeme.....	8
<b>Bild 1-5:</b>	Schematische Darstellung der Gliederung der Arbeit.....	9
<b>Bild 2-1:</b>	Abgrenzung des Untersuchungsbereichs .....	11
<b>Bild 2-2:</b>	Der Produktlebenszyklus .....	12
<b>Bild 2-3:</b>	Makro- und Mikrosicht der Begriffe Kooperation und Verteilung .....	20
<b>Bild 2-4:</b>	Zusammenhang zwischen Art der Verteilung und Merkmalen verteilter Produktentstehungsprozesse .....	23
<b>Bild 2-5:</b>	Darstellung der Kooperationssituation einer kooperativen Produktentwicklung .....	26
<b>Bild 2-6:</b>	Darstellung der Kooperationssituation in der technischen Dokumentation .....	29
<b>Bild 3-1:</b>	Abgrenzung des Untersuchungsbereichs .....	33
<b>Bild 3-2:</b>	Dimensionen bzw. Ausprägungsmöglichkeiten von PDM- Systemen.....	34
<b>Bild 3-3:</b>	Abgrenzung zwischen PDM-Systemen und betriebswirtschaftlicher Standardsoftware (nach Vajna) .....	35
<b>Bild 3-4:</b>	Trennung Metadaten- und Nutzdaten in PDM-Systemen .....	36
<b>Bild 3-5:</b>	Prinzipieller Aufbau eines PDM-Systems.....	39
<b>Bild 3-6:</b>	Beispielszenario einer verteilten PDM-Lösung .....	45
<b>Bild 3-7:</b>	Klassifikation verschiedener Ansätze für verteilte PDM- Systeme.....	46
<b>Bild 3-8:</b>	Beispielszenario einer föderierten PDM-Lösung.....	47
<b>Bild 3-9:</b>	Eignungsmatrix für verteilte PDM Lösungen (vgl. Bild 2-4) .....	49
<b>Bild 3-10:</b>	Grundkonzeption der iViP PDM-Basisdienste (nach [EiZ99]).....	51
<b>Bild 3-11:</b>	Rechnerunterstützung in der Produktentwicklung (nach Abramovici).....	52
<b>Bild 3-12:</b>	Einordnung verschiedener Werkzeuge zur Unterstützung der Kooperation .....	54
<b>Bild 3-13:</b>	Kategorisierung von Web-Informationssystemen für den Ingenieurbereich.....	57
<b>Bild 3-14:</b>	Standards für PDM-Datenaustausch .....	63
<b>Bild 4-1:</b>	Schematische Darstellung der Bestandteile des Konzepts .....	78
<b>Bild 4-2:</b>	Taxonomie von Agentensystemen (vgl. [Fra96], [CaH98]) .....	90

<b>Bild 4-3:</b>	Schematische Darstellung einer föderierten Systemlandschaft im Bereich der verteilten kooperativen Produktentwicklung .....	93
<b>Bild 4-4:</b>	Komplementäre Komponenten der Integration innerhalb einer Kooperation .....	95
<b>Bild 4-5:</b>	Dreistufiges Konzept für die Föderierung .....	95
<b>Bild 4-6:</b>	Direkte versus indirekte Referenzierung externer Objekte .....	97
<b>Bild 4-7:</b>	Klassifizierungsstruktur für Bauteileinformationen .....	98
<b>Bild 4-8:</b>	Klassifizierungsstruktur für Informationen technischer Regelwerke .....	99
<b>Bild 4-9:</b>	Problematik bei der Übernahme von Informationen im PDM-Bereich .....	100
<b>Bild 5-1:</b>	Schematische Darstellung der GUI des Navigationsunterstützungsdienstes .....	108
<b>Bild 5-2:</b>	Prinzipbild der Funktionalität des Navigationsunterstützungsdienstes .....	109
<b>Bild 5-3:</b>	Datenmodell der gefilterten Informationen des Proxy für die Navigationsunterstützung .....	110
<b>Bild 5-4:</b>	Schematische Darstellung der Funktionalität des föderierten Suchdienstes .....	111
<b>Bild 5-5:</b>	Beispielhaft umgesetzte DTD für den Austausch von Produktstrukturdaten .....	115
<b>Bild 5-6:</b>	UML-Aktivitätsdiagramm des Export-Mechanismus' .....	117
<b>Bild 5-7:</b>	UML-Aktivitätsdiagramm des Import-Mechanismus' .....	119
<b>Bild 5-8:</b>	Alternativen der Referenzierung von Objekten aus externen Systemen .....	121
<b>Bild 5-9:</b>	UML-Sequenz-Diagramm der Update-Funktion des Notifizierungsdienstes .....	123
<b>Bild 6-1:</b>	Beispiel für die Erstellung von neuen Sachmerkmals-Familien .....	126
<b>Bild 6-2:</b>	Erstellung von neuen Merkmalen .....	127
<b>Bild 6-3:</b>	Beispiel: Auswahl einer Internet-Ressource durch Navigationsfenster .....	128
<b>Bild 6-4:</b>	Beispiel für eine föderierte Suchanfrage und die Ergebnisdarstellung .....	129
<b>Bild 6-5:</b>	Beispiel für den Import einer Baugruppe mit semantischem Mapping .....	130
<b>Bild 6-6:</b>	Geänderte Benutzungsoberfläche für die Update-Funktion des Notifizierungsdienstes .....	131