

Eine Integrierte Plattform für Semantische Standards und Softwarekomponenten zur Unterstützung Unternehmensübergreifender Produktentwicklungsprozesse

Zur Erlangung des akademischen Grades eines

DOKTORS DER INGENIEURWISSENSCHAFTEN

von der Fakultät für Maschinenbau der
Universität Karlsruhe
genehmigte

DISSERTATION

von

Dipl.-Inform. Alex Ehrler

aus:

Ruit/Ostfildern

Tag der mündlichen Prüfung:

2004-07-02

Hauptreferent:

o. Prof. em. Prof. E.h. Dr.-Ing. Dr. h.c. H. Grabowski

Korreferent:

Prof. Dr.-Ing. R. Anderl

RPK

**Forschungsberichte
aus
dem Institut
für Rechneranwendung
in Planung
und Konstruktion
der
Universität Karlsruhe**

Alex Ehrler

**Eine Integrierte Plattform für Semantische
Standards und Softwarekomponenten zur
Unterstützung Unternehmensübergreifender
Produktentwicklungsprozesse**

Herausgeberin: Frau o. Prof. Dr. Dr.-Ing. J. Ovtcharova

Band 2/2004

Shaker Verlag

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Zugl.: Karlsruhe, Univ., Diss., 2004

Copyright Shaker Verlag 2004

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

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-3294-X

ISSN 0945-5787

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

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

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Vorwort des Herausgebers

Unternehmen, die im Zeitalter der Globalisierung ihre Wettbewerbsfähigkeit sichern und ausbauen wollen, müssen neue, individuell auf die Zielmärkte zugeschnittene Produkte in immer kürzeren Innovationszyklen entwickeln, herstellen und vertreiben. Viele Unternehmen beantworten diese Herausforderung mit der Gründung von Joint Ventures, unternehmensübergreifenden Wirtschaftseinheiten, die die Unternehmen in die Lage versetzen sollen, die Anforderungen der Märkte nach kostengünstigen, innovativen und individuellen Produkten zu erfüllen. Um sich kurzfristig bietende Marktchancen nutzen zu können, sollen die Joint Ventures die Entwicklungsdauer für neue Produkte oder Produktvarianten deutlich reduzieren.

Das in der vorliegenden Arbeit vorgestellte Konzept einer integrierten Plattform für semantische Standards und Softwarekomponenten trägt dazu bei, die in Joint Ventures und anderen unternehmensübergreifenden Organisationsformen gestiegenen Anforderungen an die IT-Unterstützung hinsichtlich Effizienz und Flexibilität erfolgreich umzusetzen.

Die ganzheitliche Architektur der Plattform, die Informationsmodelle und Softwarekomponenten unterschiedlicher Kategorien auf Basis gemeinsamer Abstraktionen gleichberechtigt behandelt, ermöglicht es einerseits, die für die Produktentwicklungsprozesse relevanten Informationen unterschiedlicher Quellen zu integrieren, andererseits, die notwendige Softwarefunktionalität weitgehend durch Einsatz von Standardkomponenten zur Verfügung zu stellen.

So können beispielsweise Informationsstrukturen, die die zusätzliche Varianz der Produkte aufgrund unterschiedlicher Zielmärkte und regionaler Herstellungsbedingungen abbilden, mit geringem technischen Aufwand realisiert und den Entwicklungspartnern über Internet-Technologie in einem Engineering-Portal zur Verfügung gestellt werden. Die existierenden Informationsmodelle können auf Basis des Plattform-Metamodells effizient und werkzeugunterstützt den sich im Verlauf der Produktentwicklung ändernden Anforderungen entsprechend erweitert werden, ohne die Softwarefunktionen, die größtenteils durch generische Services bereitgestellt werden, zu beeinträchtigen. So können letztendlich alle für die Produktentwicklung relevanten Informationen explizit digital verfügbar gemacht werden, was in unternehmensübergreifenden Konstellationen um so wichtiger ist, da implizites Wissen über unternehmensinterne, etablierte Prozesse an Bedeutung verliert.

Die vorgestellte Plattformarchitektur eignet sich nicht nur für den industriellen Einsatz. Sie dient ebenso als Grundlage weiterführender Forschungstätigkeiten, insbesondere im Bereich WebService-basierender Kooperations-Szenarien.

Hans Grabowski

Vorwort

Die vorliegende Dissertation entstand neben meiner Tätigkeit als Entwicklungsleiter des Bereichs Internet Solutions bei der PDTec GmbH in Karlsruhe. Maßgebliche Konzepte dieser Arbeit konnte ich im Rahmen des von der EU geförderten Forschungsprojekts DRAGON – Development of an interRActive EnGineering Portal for Open Networks – entwickeln und validieren.

Meinem Hauptreferenten, Herrn Professor Dr.-Ing. Dr. h.c. Hans Grabowski gilt mein besonderer Dank für das Interesse am Thema der Arbeit und die hervorragende und unkomplizierte wissenschaftliche Betreuung. Für die Übernahme des Korreferats, die konstruktive Kritik und wertvolle Verbesserungsvorschläge bedanke ich mich herzlich bei Herrn Professor Dr.-Ing. Rainer Anderl. Vielen Dank Herr Professor Dr.-Ing. Jörg Wauer für die Übernahme des Vorsitzes bei der Promotionsprüfung!

Ein erfolgreiches Forschungsprojekt setzt auch immer ein kreatives und produktives Umfeld voraus. Deshalb möchte ich mich bei meinen Kollegen bei PDTec bedanken. Dr.-Ing. Anna Wasmer, Dr.-Ing. Günter Staub und Dr.-Ing. Oliver Hornberg danke ich besonders für die konstruktive Kritik und viele gute Hinweise bei der Durchsicht des Manuskripts. Miro Stychlok und Vladimir Yanakov haben wichtige Komponenten der konzipierten Softwareplattform realisiert und somit die erfolgreiche Umsetzung der Theorie in die industrielle Praxis ermöglicht. Herzlichen Dank!

Beim DRAGON-Team des RPK an der Universität Karlsruhe, Alexander Mahl, Matthias Sander und Oliver Klar bedanke ich mich besonders für die interessante und produktive Zusammenarbeit während der letzten drei Jahre.

Karlsruhe, im Juli 2004

Alex Ehrler

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Ausgangssituation und Motivation	2
1.2	Zielsetzung	5
2	Grundlagen und Analyse bestehender Ansätze.....	7
2.1	Definitionen und Begriffsabgrenzungen	7
2.1.1	Plattform, Informationsmodell, Semantischer Standard.....	7
2.1.2	Produktdatentechnologie	9
2.1.3	Portal	11
2.2	Rechnerunterstützung für die Produktentwicklung.....	12
2.2.1	Unterstützende Funktionen.....	13
2.2.2	PDM / PLM-Systeme	14
2.2.3	Integrationsmethoden	16
2.3	Produktentwicklung in Joint Ventures	17
2.3.1	Dynamische Produktentwicklungsprozesse	18
2.3.2	Komplexere und umfangreichere Informationsmodelle	21
2.3.3	Erweiterte Softwarefunktionen.....	22
2.3.4	Verteilung der Entwicklungsstandorte	24
2.3.5	Systemvielfalt und Integrations-Herausforderungen.....	26
2.4	Softwarelösungen für dynamische Entwicklungspartnerschaften.....	26
2.4.1	Klassische Ansätze	28
2.4.2	Aktuelle Ansätze aus der Forschung	29
2.4.3	Bewertung	39

2.5	Entwicklung Semantischer Standards	43
2.5.1	De facto-Standards	43
2.5.2	Aufbau und Integration von Produktmodellen	44
2.5.3	Der semantische Produktdatenstandard STEP	45
2.5.4	Bewertung	48
2.6	Internet-Basistechnologien	49
2.6.1	XML	50
2.6.2	WebServices	52
2.7	Konzepte aus der Informatik	53
2.7.1	Konzepte des objektorientierten Softwareentwurfs.....	54
2.7.2	Modellierungssprachen (UML)	55
2.7.3	Modularisierungskonzepte	56
2.7.4	Design Patterns.....	60
2.8	Software-Entwicklungsplattformen	61
2.9	Schlussfolgerung und Handlungsbedarf	61
3	Anforderungen an die Plattform	63
3.1	Analyse relevanter IT-Aspekte in Joint Ventures	63
3.1.1	Komplexitätsverringering und -beherrschung	63
3.1.2	Produktivitätssteigerung	64
3.1.3	Generische Funktionen	65
3.2	Dimensionen einer IT-Lösung	66
3.3	Verteilungsaspekte und Optimierungsstrategien.....	68
3.3.1	Mögliche Varianten	68
3.3.2	Entscheidungsverfahren	69

3.3.3	Fazit	73
3.4	Anforderungen an das Plattform-Konzept	73
4	Konzeption der Integrierten Plattform.....	77
4.1	Komponentenorientierte Plattformarchitektur	78
4.1.1	Kombinierbarkeit und Lösungsarchitektur.....	81
4.2	Metamodell und Notation	84
4.2.1	Syntaktische Konstrukte	85
4.2.2	Objekte und Attribute.....	86
4.2.3	Beziehungen zwischen Objekten.....	88
4.2.4	Orthogonale Strukturierung.....	93
4.2.5	Paketkonzept	95
4.3	Architektur der semantischen Informationsmodelle	96
4.3.1	Metamodell.....	98
4.3.2	Referenzmodell-Pakete.....	99
4.3.3	Anwendungs-Informationsmodelle	100
4.3.4	Eigenschaften der Architektur.....	100
4.3.5	Methodik zur Modellierung der Schemata.....	103
4.4	Semantische Standards und Datenaustauschformate	109
4.4.1	Entwicklung Semantischer Standards	109
4.4.2	Informationsrepräsentation auf Basis von XML	110
4.5	Softwarearchitektur	113
4.5.1	Softwareschnittstellen des Metamodells	113
4.5.2	Datenbankintegration	119
4.5.3	Generische Services.....	122

4.5.4	Architektur der Objektmodule.....	123
4.5.5	Modellierungswerkzeuge	135
4.6	WebServices.....	136
4.7	Schlussfolgerung.....	139
5	Realisierung und Validierung des Ansatzes	141
5.1	Realisierung der Plattform	141
5.1.1	Technologieauswahl	141
5.1.2	Implementierung der Plattform	144
5.1.3	Entwicklung integrierter Informationsmodelle für DRAGON.....	151
5.1.4	Implementierung und Nutzung von Referenzmodell-Methoden	152
5.1.5	Produktdatenintegration	153
5.2	IT-Lösungen auf Basis der integrierten Plattform.....	155
5.2.1	DRAGON Engineering-Portal.....	155
5.2.2	Integration in die DRAGON-Umgebung	158
5.2.3	Beispielszenario für den Einsatz von Plattform-Lösungen	167
5.2.4	Prototypische Realisierung weiterer Anwendungen.....	174
5.3	IT-Lösungen für dynamische Entwicklungspartnerschaften.....	181
5.3.1	Effizienz	181
5.3.2	Flexible Erweiterbarkeit	184
5.3.3	Standardisierung.....	186
5.4	Weiterer Handlungsbedarf und Ausblick.....	187
6	Zusammenfassung.....	191
7	Literatur.....	195