

Maximilian von Eisenhart Rothe

**Konzeption und Einführung eines IT-gestützten Produkt-
Konfigurationsmanagements für die technische Information in
der Automobilentwicklung und –herstellung**

Vorsitzender der Promotionskommission:

Prof. Dr. rer. nat. A. Wolter

Hauptberichterstatter:

Prof.-Dr.-Ing. U. Bracht

Berichterstatter:

Prof.-Dr.-Ing. G. Ehinger

Die vorliegende Arbeit ist die inhaltlich unveränderte Wiedergabe der Dissertation, die der Fakultät für Bergbau, Hüttenwesen und Maschinenwesen der Technischen Universität Clausthal am 01. Februar 2002 zur Erlangung des Grades eines Doktor-Ingenieurs von Dipl.-Ing. Maximilian von Eisenhart Rothe vorgelegt wurde.

D 104

Dissertation Clausthal 2002

Innovationen der Fabrikplanung und -organisation

Band 7

Maximilian von Eisenhart Rothe

**Konzeption und Einführung eines IT-gestützten
Produkt-Konfigurationsmanagements für die
technische Information in der
Automobilentwicklung und -herstellung**

D 104 (Diss. TU Clausthal)

Shaker Verlag
Aachen 2002

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

von Eisenhart Rothe, Maximilian:

Konzeption und Einführung eines IT-gestützten Produkt-Konfigurationsmanagements für die technische Information in der Automobilentwicklung und -herstellung/Maximilian von Eisenhart Rothe.

Aachen : Shaker, 2002

(Innovationen der Fabrikplanung und -organisation; Bd. 7; Hrsg. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Bracht)

Zugl.: Clausthal, Techn. Univ., Diss., 2002

ISBN3-8322-0419-9

Copyright Shaker Verlag 2002

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

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-0419-9

ISSN 1615-5211

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

Nur die erfolgreiche Gestaltung und Weiterentwicklung industrieller Wertschöpfung kann auf Dauer unseren Lebensstandard und die Errungenschaften der sozialen Marktwirtschaft absichern. Die Produktion bildet nach wie vor das Rückgrat einer modernen, im globalen Wettbewerb stehenden Industrie-, Dienstleistungs- und Informationsgesellschaft. Umfassendes Wissen und stetig neue Erkenntnisse auf den Gebieten der Fabrikplanung und Produktionsorganisation sind existentiell notwendig.

Die unternehmerische Bedeutung der Fabrikplanung und -organisation ist im gleichen Maße gestiegen, wie sich die Innovationszyklen von Produkten, Fertigungs- und Logistiksystemen sowie der Arbeitsorganisation verkürzt haben. Um die vorhandene Marktposition zu festigen oder um Wettbewerbsvorteile zu erlangen, muss jede Unternehmensleitung neben dem Produkt und der Technologie auch die Produktionsstrukturen ständig analysieren, sie rechtzeitig an die zu erwartenden Marktentwicklungen anpassen und gegebenenfalls erneuern.

Die erhöhten Ansprüche an die Gestaltung und Wandlungsfähigkeit von Produktionsstrukturen im turbulenten Umfeld erfordern ein effizientes Projektmanagement und eine durchgehende rechnergestützte Planungsunterstützung. In der vorliegenden Reihe – Innovationen der Fabrikplanung und -organisation – sollen neue Methoden und Instrumente zur Planung und Optimierung von Produktionssystemen und -abläufen einer breiten Leserschaft in verständlicher Form vorgestellt werden. Es sind Forschungsergebnisse die häufig in enger Zusammenarbeit mit der Industrie am Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit der Technischen Universität Clausthal im Bereich Anlagenprojektierung und Materialflusslogistik entstanden sind.

Ein gemeinsamer systemtechnischer Ansatz kennzeichnet die Fachgebiete Anlagenplanung und Logistik, deren technische, informationstechnische, organisatorische und wirtschaftliche Fragestellungen ganzheitlich und zukunftsweisend zu beantworten sind. Die Lösungsstrategien beinhalten sowohl eine theoretische, planerische und simulierende Seite als auch die konkrete Ausgestaltung von Prozessketten, Organisationsformen und Abläufen.

In der Vergangenheit wurden Produktionsstrategien, Programme und Teilebedarfe nicht selten aufgrund persönlicher Einschätzung und Erfahrung festgelegt. Heute sind mit Hilfe mathematischer, wissensbasierter Modelle hinreichende Prognosen und Szenarien zu entwickeln und das Komplexitätsmanagement muss bereits bei der Entwicklung variantenreicher Serienprodukte einsetzen.

Früher wurden die darauf aufbauenden Produktionsstrukturen in der Regel nur statisch geplant und für dynamische Betrachtungen allenfalls Mittelwerte herangezogen. Um in Zukunft falsche oder überhöhte Investitionen und unnötige Folgekosten zu vermeiden, sind bestehende und zu planende Anlagen umfassend dynamisch zu analysieren und optimieren. Hierfür bietet sich die inzwischen bis zur Virtuellen Realität entwickelte Simulationstechnik an. Mit ihr kann der Planungsprozess entscheidend beschleunigt und verbessert sowie die Planungsqualität und -sicherheit erheblich erhöht werden.

Nicht zuletzt gilt es, die in den Produktions- und Logistiksystemen arbeitenden Menschen wieder stärker in den Mittelpunkt zu stellen, ihre Bedürfnisse zu respektieren und ihnen genügend Raum für Engagement und Verantwortung mit effizienten Formen der Arbeitsorganisation zu geben, die Verschwendung vermeiden und eine stetige Steigerung des Produktionsflusses ermöglichen.

Vorwort des Verfassers

Vorliegende Arbeit entstand während meiner dreijährigen Tätigkeit als Doktorand bei der Volkswagen AG im Bereich *Informationssysteme Produktentstehung* und der Mitarbeit im Forschungsprojekt *integrierte Virtuelle Produktentstehung (iVIP)* im Verlauf dieser Tätigkeit.

Die wissenschaftliche Betreuung erfolgte durch Herrn Prof.-Dr.-Ing. Uwe Bracht, Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit an der Technischen Universität Clausthal.

Ihm gilt mein besonderer Dank für die persönliche Unterstützung und die Förderung meines Promotionsvorhabens. Herrn Prof.-Dr. Ing. Gerd Ehinger danke ich für die Übernahme des Korreferats sowie die zahlreichen fachlichen Anregungen.

Bei Herrn Dr.-Ing. Trac Tang, Leiter *IS-Produktentstehung* und Herrn Otto Joormann, Leiter *Projekt TI-Syncro*, bedanke ich mich für das entgegengebrachte Vertrauen bei der Behandlung des Themengebietes im Rahmen volkswageninterner Projektaktivitäten.

Möglich wurde diese Arbeit erst durch die Unterstützung zahlreicher Kollegen bei der Volkswagen AG. An dieser Stelle gilt mein besonderer Dank Frau Gisela Schulze für die interne Betreuung der Arbeit, dem Variantenstücklisten-Fachbereichs-Team unter der Leitung von Herrn Albert Ritter sowie Herrn Dr.-Ing. Peter Lüders.

Darüber hinaus bedanke ich mich bei allen Partnern des iVIP-Teilprojekts „Komplexitätsmanagement“ und der Teilprojektleiterin Frau Dr. Karin Spors für die gute Zusammenarbeit. Insbesondere Herrn Markus Zscheile danke ich für zahlreiche Diskussionen und sein Engagement bei der Umsetzung der entwickelten Ideen.

Abschließend danke ich meiner Familie für ihre Unterstützung und die kritische Durchsicht der Arbeit.

Braunschweig, im Mai 2002

Maximilian von Eisenhart Rothe

Kurzfassung

Die Erzeugnisbeschreibung in Form von Stücklisten ist eine wesentliche Grundlage für den Wertschöpfungsprozess der industriellen Fertigung. Variantenreiche Erzeugnisse, wie die der Automobilindustrie, werden darüber hinaus häufig durch Definition variabler Merkmale und deren mögliche Ausprägungen in den Varianten verschlüsselt. Beide Informationstypen werden den sogenannten administrativen technischen Produktinformationen zugeordnet. Die Verschlüsselung bildet die Grundlage zur Definition der Erzeugnisvarianten. Um die zu ihrer Herstellung notwendigen Bauteile bestimmen zu können, wird die Stückliste einer Erzeugnisreihe um Konfigurationsinformationen ergänzt, die aus Elementen der Verschlüsselung gebildet werden.

Hohe Variantenvielfalt und häufiges Änderungsaufkommen verursachen einen enormen Aufwand, um die hierdurch entstehende Komplexität der technischen Information zu beherrschen und der Gefahr inkonsistenter Datenbestände entgegenzuwirken.

Eine geringe Datenqualität der administrativen technischen Information als Folge mangelnder Komplexitätsbeherrschung beeinflusst die gesamte Wertschöpfungskette von der Entwicklung über die Logistik bis zur Produktion. So wird beispielweise die Effektivität des Einsatzes virtueller Techniken wie Digital-Mock-Up entscheidend durch die Qualität der technischen Information bestimmt. In der Bedarfsrechnung führen Inkonsistenzen zwischen Verschlüsselung und Stückliste zu fehlerhaften Ergebnissen, deren Folge zu hohe Lagerbestände oder Fehlteile und damit Produktionsstörungen sind.

Aus Literatur und Forschung sind keine Ansätze bekannt, welche sich explizit mit der Konsistenzproblematik der technischen Information in der variantenreichen Serienfertigung auseinandersetzen, so dass diesbezüglich Handlungsbedarf besteht.

Gegenstand der Arbeit ist die umfassende Behandlung dieser Problematik. Dabei wird ein eindeutiges Kriterium für die Konsistenz der technischen Information formuliert und der Prozess zu ihrer Erstellung und Pflege eingehend analysiert. Auf dieser Basis wurde im Anschluss ein Konzept eines IT-gestützten Produkt-Konfigurationsmanagements für die Automobilentwicklung und -produktion erarbeitet mit dem primären Ziel, die Konsistenz der administrativen technischen Information sicherzustellen und den hierzu erforderlichen Aufwand deutlich zu reduzieren.

Kern der Konzeptentwicklung ist die Spezifikation eines Konfigurationsmanagement-Systems, dessen prototypenhafte Realisierung im Rahmen des BMBF-Forschungsprojekts „integrierte virtuelle Produktentstehung“ durch den Projektpartner gedas eine erste Evaluierung des Konzeptes möglich machte.

Durch Integration des Systems in die EDV-Infrastruktur bei einem Automobilhersteller wurde im Rahmen einer Pilotphase auch die Umsetzung des Konzeptes im produktiven Umfeld möglich. Die Erfahrungen aus der Pilotphase zeigen, dass das Konzept in der technischen Information zur Verbesserung der Datenqualität und zu einer erheblichen Aufwandsreduzierung führt. Es zeigt sich jedoch auch, dass das diesbezügliche Potential nicht ausgeschöpft ist und dass eine noch effektivere IT-Unterstützung des Konfigurationsmanagements möglich ist. Die Entwicklung von Optimierungsmöglichkeiten für das vorgestellte Konzept bildet daher den Schluss der Arbeit.

Das hier beschriebene Konfigurationsmanagement-System wird im Volkswagen-Konzern mittlerweile produktiv eingesetzt.

Inhalt

1	EINLEITUNG	1
1.1	Einordnung der Arbeit	1
1.2	Gliederung der Arbeit	4
2	BESCHREIBUNG DES PROBLEUMFELDES	7
2.1	Das Entity-Relationship-Modell	7
2.2	Begriffsdefinition	8
2.3	Stücklistenbeschreibung technischer Gegenstände	9
2.3.1	Stücklistengrundformen	12
2.3.2	Terminierung und Änderungsdokumentation	14
2.4	Variantenreiche Erzeugnisse	17
2.4.1	Klassifizierung variantenreicher Erzeugnisreihen	18
2.4.2	Systematik der technischen Information variantenreicher Erzeugnisreihen	19
2.4.2.1	Erzeugnisreihen sachnummernbestimmter Erzeugnisvarianten	19
2.4.2.2	Erzeugnisreihen auftragsbestimmter Erzeugnisvarianten	20
2.5	Technisches Informationswesen im Volkswagen-Konzern	23
2.5.1	Erzeugnisverschlüsselung	23
2.5.2	Stücklistensystematik	25
2.5.3	Gültigkeitsbeschreibung	27
2.5.4	Prozess der technischen Information in der Produktentstehungsphase	29
3	KONSISTENZPROBLEMATIK DER TECHNISCHEN INFORMATION IM PRODUKT- ENTSTEHUNGSPROZESS VARIANTENREICHER ERZEUGNISREIHEN	37
3.1	Referenz der technischen Information variantenreicher Erzeugnisreihen	38
3.1.1	Referenzprozess der Informationserstellung und -pflege	38
3.1.2	Referenzsystem zur Informationsverwaltung	40

Inhaltsverzeichnis

3.2	Konsistenz der technischen Information im Produktentstehungsprozess	42
3.2.1	Verwendungsstellen-Semantik.....	42
3.2.2	Konsistenzdefinition	48
3.3	Problemanalyse	52
3.4	Bedeutung eines konsistenten Produktdatenmanagements für den Wertschöpfungsprozess der variantenreichen Serienfertigung	60
3.5	Stand des Wissens	62
4	KONZEPTION EINES IT-GESTÜTZTEN PRODUKT-KONFIGURATIONSMANAGEMENTS ZUR KONSISTENZSICHERUNG DER TECHNISCHEN INFORMATION IM PRODUKTENTSTEHUNGSPROZESS VARIANTENREICHER ERZEUGNISREIHEN	65
4.1	Anforderungen	65
4.2	Konzeptentwicklung	66
4.2.1	Datenkonzept des KM-Systems	66
4.2.1.1	Datenspeicherung im KM-System	66
4.2.1.2	Datenfluss zwischen KM-System und Referenzsystem.....	66
4.2.1.3	Konfigurationsmodell des KM-Systems.....	68
4.2.2	Funktionales Konzept	71
4.2.2.1	Unterstützung der Konfigurationserstellung	71
4.2.2.2	Unterstützung von Konfigurationsprüfung und Konfigurationsänderung	77
5	UMSETZUNG UND OPTIMIERUNG DES KONZEPTS IM PRODUKTIVEN UMFELD.....	83
5.1	Architektur und Betrieb eines Pilotsystems im Volkswagen-Konzern	83
5.2	Nutzenbewertung des Konzepts.....	87
5.3	Konzeptoptimierung	92
5.3.1	Automatische Retransformation von Konfigurationsständen	92
5.3.2	Generalisierung der differenzierten Konfigurationsänderung durch DV-gestützten Konfigurationsvergleich.....	95

Inhaltsverzeichnis

5.3.3	Austausch von Konfigurationsinformationen zwischen KM-System und einem erweiterten Referenzsystem	96
6	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	101
7	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	103
8	LITERATURVERZEICHNIS	105
9	ANHANG	111