

Christoph Schaich

**Informationsmodell zur fachübergreifenden  
Beschreibung intelligenter Produktionsmaschinen**

Herausgegeben von

**Prof. Dr.-Ing. Klaus Bender**  
**Technische Universität München**

in der Reihe

**Informationstechnik im Maschinenwesen**



Herbert Utz Verlag · Wissenschaft  
München 2001

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Ein Titeldatensatz für diese Publikation ist  
bei Der Deutschen Bibliothek erhältlich

Zugleich: Dissertation, München, Techn. Univ., 2001

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben – auch bei nur auszugsweiser Verwendung – vorbehalten.

Copyright © Herbert Utz Verlag GmbH 2001

ISBN 3-8316-0080-5

Printed in Germany

Herbert Utz Verlag GmbH, München

Tel.: 089/277791-00 – Fax: 089/277791-01

**»Stell Dich.«**

Ich bin ein großartiger Ingenieur.

Du bist ein großartiger Computerfachmann.

Keiner pfuscht dem anderen ins Handwerk, okay?

Nein! Wer große Lösungen will, muß raus aus seinem Kasten.

Muß gemeinsam denken.

Ingenieurkunst trifft Informationstechnologie.

Dann ist auch der Weg frei für eine neue Qualität.

*aus einer Personalanzeige von ABB*



# Inhalt

<b>1 Einführung und Überblick.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Fortgeschrittene Formen der Produktentwicklung im Maschinenbau ...3</b>	
2.1 <i>Tendenzen in der allgemeinen Produktentwicklung</i> .....	3
2.1.1 Mechatronische Produkte .....	3
2.1.2 Virtuelle Produktentstehung .....	5
2.1.3 Weitere Veränderungen .....	6
2.2 <i>Auswirkungen auf den Erstellungsprozeß von Produktionsmaschinen</i> .....	8
2.2.1 »Intelligente« Maschinen und Anlagen .....	9
2.2.2 Gewichtsverlagerung im Engineering.....	14
2.3 <i>Defizite bei der Auftragsabwicklung</i> .....	21
2.3.1 Unvollständige Produkt-/Prozeßbeschreibung .....	22
2.3.2 Konsequenzen für die Auftragsabwicklung .....	24
2.4 <i>Handlungsbedarf</i> .....	28
2.4.1 Schlußfolgerung.....	28
2.4.2 Aufgabenstellung und Lösungsansatz .....	29
<b>3 Existierende Ausprägungsformen von Engineering-Daten.....</b>	<b>33</b>
3.1 <i>Projektierungsdaten im Maschinenbau</i> .....	33
3.1.1 Bereich Mechanik .....	33
3.1.2 Bereich Automatisierungstechnik.....	36
3.1.3 Fachübergreifende Ansätze.....	38
3.2 <i>Modellierung mechatronischer Systeme</i> .....	41
3.3 <i>Beschreibungsmittel der Informatik</i> .....	42
3.4 <i>Wertung</i> .....	44
3.4.1 Anforderungen.....	44
3.4.2 Anforderungserfüllung.....	48
3.4.3 Restimee.....	50
<b>4 Referenzmodell zur Beschreibung intelligenter Maschinen .....</b>	<b>51</b>
4.1 <i>Modellierungsmethodik</i> .....	51
4.2 <i>Das abstrakte Produktionssystem</i> .....	54
4.2.1 Theorie technischer Systeme .....	54
4.2.2 Spezialisierung und Kategorisierung .....	58
4.2.3 Das Produktionssystem in Betrieb .....	63
4.2.4 Das Produktionssystem in der Projektierung.....	85

## Inhalt

4.3	<i>Statisches Modell</i> .....	94
4.3.1	Modellstruktur .....	94
4.3.2	Abbildung der Beschreibungskonzepte .....	95
4.4	<i>Anwendungsfallanalyse</i> .....	100
<b>5</b>	<b>Strategie für die softwaretechnische Umsetzung</b> .....	<b>109</b>
5.1	<i>Entwurfsmethodik</i> .....	109
5.2	<i>Flexibilitätsanforderungen</i> .....	110
5.3	<i>Entwurf des Frameworks</i> .....	113
5.3.1	Definition von Bausteinen .....	113
5.3.2	Verarbeitung von Parameterwerten .....	118
<b>6</b>	<b>Anwendungsbeispiele</b> .....	<b>121</b>
6.1	<i>Erstellung von Simulationsmodellen</i> .....	121
6.2	<i>Bedienen und Beobachten eines Simulators</i> .....	124
6.3	<i>Service-Informationssystem</i> .....	125
6.4	<i>Bewertung</i> .....	126
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>129</b>
<b>8</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>131</b>

## 1 Einführung und Überblick

Technische Produkte aller Art, wie Fahrzeuge, Geräte der Datenverarbeitung oder Haushaltsmaschinen, enthalten heute sehr oft mechatronische Teilsysteme, in denen Mechanik, Elektronik und Software integriert sind und gemeinsam eine Funktion erbringen. Unter dem Begriff Virtual Engineering setzen sich neue Formen der Produktentwicklung durch, bei denen die Eigenschaften des Produkts auf Basis einer digitalen Produktbeschreibung vorab simuliert und optimiert werden.

Diese allgemeinen Entwicklungstendenzen machen sich zunehmend auch im Investitionsgüterbereich bemerkbar: Produktionsmaschinen werden zu flexiblen Verbänden intelligenter Komponenten mit hohem Software-Anteil. Simulationstechnik und Produktdatenmodelle sind im Begriff, sich in der industriellen Praxis zu etablieren.

Als Begleiterscheinung der Veränderungen gewinnen einige in der Vergangenheit bereits latente Probleme heute stark an Bedeutung: Qualität und Effizienz der Auftragsabwicklung leiden darunter, daß viele für das Verständnis der Funktionsweise einer Maschine erforderlichen Aspekte nicht dokumentiert werden – und mit dem Einsatz der Simulation nimmt der Bedarf an solchen Informationen noch zu. Die technischen Möglichkeiten für den Informationsaustausch zwischen den verschiedenen Fachabteilungen sind nicht zufriedenstellend – während durch die Integration von Mechanik und Informationstechnik die interdisziplinäre Zusammenarbeit immer wichtiger wird.

Das dadurch gegebene Verbesserungspotential ist beachtlich, da gerade bei kundenspezifisch erstellten Maschinen der Anteil des Engineerings am Gesamtaufwand relativ hoch ist und mit wachsendem Softwareanteil weiter ansteigen wird. Vom Vertrieb bis zur Inbetriebnahme können alle Phasen der Auftragsabwicklung von einer verbesserten digitalen Maschinenbeschreibung profitieren.

Während Lösungsansätze für die Kopplung von CAD-Systemen zur Unterstützung der Steuerungsprogrammierung u. a. existieren, besteht nach wie vor ein großes Defizit in bezug auf die detaillierte technische Spezifikation des gewünschten Prozeßverhaltens und das exakte Verhalten der Maschinenkomponenten, wie sie z. B. für die steuerungorientierte Simulation der Maschine benötigt werden.

Im Rahmen dieser Arbeit wird deshalb ein Ansatz zur Erfassung und abteilungsübergreifenden Nutzbarmachung der bisher nicht erfaßten Daten entwickelt. Ausgangsszenario ist die kundenspezifische Auftragsabwicklung von Produktionsmaschinen, die nach dem Baukastenprinzip aufgebaut sind.

Im ersten Lösungsschritt wird ein allgemein verwendbarer Ansatz zur verhaltensorientierten Beschreibung intelligenter Maschinen entwickelt. Die erarbeiteten Konzepte werden dann zu einem objektorientierten Referenzmodell verdichtet, welches die Struktur konkreter Maschinenbeschreibungen vorgibt. Der abschließende dritte Teil des Lösungsansatzes beschreibt eine Strategie für die softwaretechnische Umsetzung des Referenzmodells.

Die erarbeitete Lösung ermöglicht eine neuartige Arbeitsweise bei der Maschinenentwicklung: Die benötigten Informationen werden nur einmal eingegeben. Ausgehend von einer ersten Beschreibung können sie schrittweise vervollständigt werden. Dabei werden für den mechanischen und den informationstechnischen Anteil der Maschinenkomponenten dieselben Beschreibungskonzepte verwendet, so daß eine interdisziplinäre Sicht auf die Maschine unterstützt wird.