



HERBERT UTZ VERLAG WISSENSCHAFT

FORSCHUNGSBERICHTE

250

Michael Mauderer

**Ein Beitrag zur Planung und Entwicklung von rekonfigurierbaren
mechatronischen Systemen – am Beispiel von starren
Fertigungssystemen**

Michael Mauderer

**Ein Beitrag zur Planung und Entwicklung von
rekonfigurierbaren mechatronischen Systemen – am
Beispiel von starren Fertigungssystemen**

Herbert Utz Verlag · München 2018

Forschungsberichte IWB
Band 250

Ebook (PDF)-Ausgabe:
ISBN 978-3-8316-7377-3 Version: 1 vom 30.05.2018
Copyright© Herbert Utz Verlag 2018

Alternative Ausgabe: Softcover
ISBN 978-3-8316-4126-0
Copyright© Herbert Utz Verlag 2018

Lehrstuhl für
Betriebswissenschaften und Montagetechnik
der Technischen Universität München

**Ein Beitrag zur Planung und Entwicklung von
rekonfigurierbaren mechatronischen Systemen – am Beispiel
von starren Fertigungssystemen**

Michael Mauderer

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Maschinenwesen der
Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen
Grades eines

Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart
2. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Uwe Heisel
Universität Stuttgart

Die Dissertation wurde am 21.04.2010 bei der Technischen Universität
München eingereicht und durch die Fakultät für Maschinenwesen am
04.07.2010 angenommen.

Michael Mauderer

**Ein Beitrag zur Planung und Entwicklung von
rekonfigurierbaren mechatronischen Systemen –
am Beispiel von starren Fertigungssystemen**



Herbert Utz Verlag · München

Forschungsberichte IWB

Band 250

Zugl.: Diss., München, Techn. Univ., 2010

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

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

Copyright © Herbert Utz Verlag GmbH · 2018

ISBN 978-3-8316-4126-0

Printed in Germany
Herbert Utz Verlag GmbH, München
089-277791-00 · www.utzverlag.de

Geleitwort der Herausgeber

Die Produktionstechnik ist für die Weiterentwicklung unserer Industriegesellschaft von zentraler Bedeutung, denn die Leistungsfähigkeit eines Industriebetriebes hängt entscheidend von den eingesetzten Produktionsmitteln, den angewandten Produktionsverfahren und der eingeführten Produktionsorganisation ab. Erst das optimale Zusammenspiel von Mensch, Organisation und Technik erlaubt es, alle Potentiale für den Unternehmenserfolg auszuschöpfen.

Um in dem Spannungsfeld Komplexität, Kosten, Zeit und Qualität bestehen zu können, müssen Produktionsstrukturen ständig neu überdacht und weiterentwickelt werden. Dabei ist es notwendig, die Komplexität von Produkten, Produktionsabläufen und -systemen einerseits zu verringern und andererseits besser zu beherrschen.

Ziel der Forschungsarbeiten des *iwb* ist die ständige Verbesserung von Produktentwicklungs- und Planungssystemen, von Herstellverfahren sowie von Produktionsanlagen. Betriebsorganisation, Produktions- und Arbeitsstrukturen sowie Systeme zur Auftragsabwicklung werden unter besonderer Berücksichtigung mitarbeiterorientierter Anforderungen entwickelt. Die dabei notwendige Steigerung des Automatisierungsgrades darf jedoch nicht zu einer Verfestigung arbeitsteiliger Strukturen führen. Fragen der optimalen Einbindung des Menschen in den Produktentstehungsprozess spielen deshalb eine sehr wichtige Rolle.

Die im Rahmen dieser Buchreihe erscheinenden Bände stammen thematisch aus den Forschungsbereichen des *iwb*. Diese reichen von der Entwicklung von Produktionssystemen über deren Planung bis hin zu den eingesetzten Technologien in den Bereichen Fertigung und Montage. Steuerung und Betrieb von Produktionssystemen, Qualitätssicherung, Verfügbarkeit und Autonomie sind Querschnittsthemen hierfür. In den *iwb* Forschungsberichten werden neue Ergebnisse und Erkenntnisse aus der praxisnahen Forschung des *iwb* veröffentlicht. Diese Buchreihe soll dazu beitragen, den Wissenstransfer zwischen dem Hochschulbereich und dem Anwender in der Praxis zu verbessern.

Vorwort

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (*iwb*) der Technischen Universität München.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh und Herrn Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart, den Leitern dieses Instituts, gilt mein besonderer Dank für die wohlwollende Förderung und großzügige Unterstützung meiner Arbeit.

Bei Herrn Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Uwe Heisel, dem Leiter des Institut für Werkzeugmaschinen der Universität Stuttgart, möchte ich mich für die Übernahme des Korreferates und die aufmerksame Durchsicht der Arbeit sehr herzlich bedanken.

Darüber hinaus bedanke ich mich bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts sowie allen Studenten, die mich bei der Erstellung meiner Arbeit unterstützt haben, recht herzlich.

München,

Michael Mauderer

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1-1
1.1	Ausgangssituation	1-1
1.2	Zielsetzung	1-5
1.3	Vorgehen	1-8
2	ÜBERSICHT ÜBER DIE BETRACHTETEN FERTIGUNGSSYSTEME	2-10
2.1	Einordnung in den Gesamtproduktentstehungsprozess	2-10
2.2	Übersicht über Fertigungssysteme	2-12
2.3	Beschreibung von starr verketteten Fertigungssystemen	2-13
3	ANSÄTZE ZUR WERKZEUGUNTERSTÜTZTEN PLANUNG UND ENTWICKLUNG VON FERTIGUNGSSYSTEMEN	3-19
3.1	Vorgehen nach VDI 2210 bis VDI 2222	3-20
3.2	6-Stufen Methode von REFA	3-22
3.3	Projektierung komplexer Maschinen und Anlagen nach ABmann	3-23
3.4	Projektierung und Entwicklung von Transferstrassen nach Klenk	3-25
3.5	Entwicklungskonstruktion von Werkzeugmaschinen und Baukastenelementen nach Klenk	3-27
3.6	Ganzheitlicher Projektierungsprozess zur Konstruktion von Werkzeugmaschinen nach Weck	3-29
3.7	Methode zur flexiblen Rekonfiguration und Wartungsunterstützung durch mechatronische Module	3-31
3.8	Feature-basierte Produktentwicklung in der Automobilproduktion	3-33
3.9	Methode nach Osmers	3-34

3.10	Weitere Methoden	3-34
3.11	Bewertung der Ansätze	3-35
4	INTEGRIERTES PROZESSMODELL ZUR PLANUNG UND ENTWICKLUNG	4-38
4.1	Grundlagen und Vorarbeiten	4-38
4.2	Beschreibung der beteiligten Rollen	4-40
4.2.1	Interaktion der Rollen	4-41
4.2.2	Aufgabenbereiche der Rollen	4-41
4.2.3	Personelle Besetzung der Rollen	4-43
4.3	Prozessmodell	4-44
4.3.1	Planung mit Simulation	4-45
4.3.2	Gesamtkonzeptentwicklung	4-54
4.3.3	Teilsystementwicklung	4-70
5	BESCHREIBUNG DES INFORMATIONSMODELLS	5-72
5.1	Übersicht über das Modellierungskonzept	5-72
5.2	Abbildung der Kundenanforderungen	5-74
5.3	Definition des Bearbeitungsmodells	5-76
5.4	Beschreibung der Anlagenkomponenten	5-77
5.5	Verknüpfung Bearbeitungs-, Werkstückmodell und Anlagenkomponenten	5-80
5.6	Simulation und Auswertungen	5-81
6	UMSETZUNG IN EINEM RECHNERWERKZEUG	6-83
6.1	Architektur des Werkzeuges	6-83
6.2	Konfiguration des Werkzeuges	6-85
6.3	Struktur der Benutzerschnittstelle	6-89
6.3.1	Bereich: Kundenanforderungen	6-90