

Thomas Hensel

**Modellbasierter Entwicklungsprozess
für Automatisierungslösungen**



Herbert Utz Verlag · München

Forschungsberichte IWB

Band 258

Zugl.: Diss., München, Techn. Univ., 2011

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 · 2013

ISBN 978-3-8316-4167-3

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

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	XI
Abkürzungsverzeichnis	XII
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangssituation	1
1.2 Motivation	4
1.3 Zielsetzung	8
1.4 Herangehensweise und Aufbau der Arbeit	9
2 Begriffsdefinitionen und Grundlagen	11
2.1 Klassifizierung technischer Systeme	11
2.2 Allgemeine Begriffsdefinitionen.....	12
2.3 Aktivitäten der Maschinen- und Anlagenprojektierung	13
2.4 Aufbau von Steuerungssystemen	13
2.4.1 Die Grundstruktur eines SPS-Systems	14
2.4.2 Das Softwaremodell einer SPS.....	16
2.4.3 Das Kommunikationsmodell einer SPS	18
2.4.4 Das MMS-Projekt.....	19
2.4.5 Die Hardwarekonfiguration.....	21
2.4.6 Die Antriebs- oder Fahrkennlinien.....	21
2.5 Besonderheiten von SPS-Software gegenüber konventioneller Software	22

2.6	Qualität von Steuerungssoftware	23
2.7	Modellierung von Systemen	24
2.7.1	Systementwurf und Metamodell	24
2.7.2	Systemtheoretische Grundlagen.....	26
2.8	Datenmodelle	29
2.8.1	eXtensible Markup Language (XML).....	29
2.8.2	Virtual Reality Modeling Language.....	30
3	Konventionelle Methoden und Werkzeuge bei der Entwicklung von Automatisierungsprojekten - Stand der Technik	31
3.1	Veränderung der Entwicklungsprozesse.....	31
3.2	Methoden und Vorgehensmodelle	33
3.2.1	Allgemeines.....	33
3.2.2	Vorgehensmodelle.....	34
3.2.3	Interdisziplinäre Entwicklungsmethoden.....	39
3.2.4	Spezielle Methoden der Software- und Steuerungsentwicklung	42
3.2.5	Virtuelle Inbetriebnahme	47
3.3	Industrielle Steuerungsentwicklung.....	52
3.3.1	Entwurf und Implementierung industrieller Steuerungsprogramme.....	53
3.3.2	Besonderheiten von MMS-Projekten	56
3.3.3	Ansätze zur automatisierten SPS-Programmgenerierung	59
3.4	Zusammenfassung und Identifikation von Handlungsfeldern	64
4	Anforderungen an eine modellbasierte Entwicklungsmethodik für Automatisierungslösungen.....	67

4.1	Allgemeines.....	67
4.2	Erkenntnisse aus Entwicklungsprozessen	68
4.3	Risiken und Automatisierungsumfang	69
4.4	Zukünftige Anforderungen an Entwicklungsumgebungen	70
5	Entwicklung eines Vi-Modells zur modellbasierten, simulationsgestützten Entwicklung von Automatisierungsprojekten ..	71
5.1	Übersicht	71
5.2	Einführung eines Vi-Modells für die Entwicklung vollständiger Automatisierungsprojekte	72
5.2.1	Integration von Entwicklungs-, Generierungs- und Testmöglichkeiten in ein Modell.....	74
5.2.2	Detaillierung und unterschiedliche Modellsichtweisen	77
5.2.3	Phase I: Analyse und Entwurf eines Informations- und Simulationsmodells auf Systemebene	78
5.2.4	Phase II: Analyse und Entwurf eines Steuerungsprojektes auf Subsystemebene	84
5.2.5	Phase III: Projektierung und Implementierung auf Komponentenebene	95
5.2.6	Phase IV: Automatisierte Generierung der Teilaspekte eines Steuerungsprojektes und Integration in die Zielsysteme.....	98
5.2.7	Phase V: Simulation und Optimierung der Automatisierungslösung	100
5.3	Erkenntnisgewinn für Entwicklungs- und Simulationswerkzeuge	105
5.4	Zusammenfassung und Rückschlüsse auf gestellte Anforderungen	106
6	Umsetzung anhand zweier Anwendungsbeispiele.....	109

6.1	Szenario 1, Automatische Generierung einer Hardwarekonfiguration	109
6.1.1	Phase I und II: Analyse und Entwurf des Informationsmodells der Nass- und Trockenseite	110
6.1.2	Phase III: Projektierung der Hardwarekonfiguration auf Komponentenebene	113
6.1.3	Phase IV: Automatisierte Generierung der Hardware-Konfiguration und Integration ins Zielsystem	114
6.2	Szenario 2, Entwicklung der Automatisierung einer Gruppiermaschine	120
6.2.1	Phase I und II: Analyse und Entwurf des Informations- und Simulationsmodells der Gruppiermaschine	122
6.2.2	Phase III: Projektierung des MMS-Projektes, der Verfahrenslinien und der Steuerungslogik	124
6.2.3	Phase IV: Automatische Generierung, Übertragung in Zielsysteme und Aufbau einer Testumgebung	129
6.2.4	Phase V: Simulation und Optimierung	130
6.3	Zusammenfassung der Ergebnisse beider Anwendungsfälle	131
6.4	Wirtschaftliche Bewertung der Ergebnisse	132
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	137
	Literaturverzeichnis	139

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Die Automatisierungstechnik ist die interdisziplinäre Drehscheibe zwischen den Produktions- und Prozessverantwortlichen (Anwendern), den Geräten und Systemherstellern (Zulieferern) sowie den Kompetenzlieferanten (Entwicklern). Diese kommen aus dem Berufszweig der Elektrotechnik, dem Maschinenbau, der Verfahrenstechnik sowie der Informations- und Kommunikationstechnik.

Laut einer Studie der Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik (VDI/VDE 2009) beträgt das Volumen für den weltweiten Markt für Automatisierungstechnik, speziell in der industriellen Anlagentechnik, ca. 228 Mrd. EUR. Davon wurden in Deutschland 2008 auf Herstellerseite etwa 35,2 Mrd. EUR realisiert. In der Anwendung von Automatisierungstechnik liegt Deutschland mit 9% - bei einem weltweiten Gesamtvolumen von ebenfalls 228 Mrd. EUR - bei 20,5 Mrd. EUR.

Abbildung 1-1: Ausgewählte Ergebnisse der VDI/VDE Studie Automation 2020 (VDI/VDE 2009)

Vor diesem Hintergrund stehen der Maschinen- und Anlagenbau vor der Herausforderung, diese Marktanteile zu sichern und weiter auszubauen und das in einem sich sehr schnell verändernden Umfeld der Mitbewerber und deren Automatisierungslösungen. Um trotz der Diskrepanz aus Zeit, Kosten und Qualität eine Ver-

1 Einleitung

besserung in allen drei Bereichen zu erzielen, sind neben einer fortwährenden Weiterbildung von Fach- und Methodenkompetenzen der Mitarbeiter, effizientere Arbeitsabläufe und eine verstärkte Unterstützung der Entwicklungsprozesse durch leistungsstarke Softwaretools nötig. Dies bestätigt auch die VDI/VDE Studie mit ihrer Forderung nach der "Realisierung einer durchgängigen Modellierung", der "Entwicklung von neuen Methoden zum Informations- und Wissensmanagement" und der "Erarbeitung von neuen Methoden zum systematischen Entwurf komplexer Systeme mit gewünschten Eigenschaften" (VDI/VDE 2009, S.20). Zusätzliche Randbedingungen, wie Störungssicherheit und Zuverlässigkeit, stehen ebenfalls im Fokus der Untersuchung.

Das Entwickeln von komplexen Automatisierungen und die Erfahrung der Mitarbeiter in den jeweiligen Ingenieursdisziplinen sind die Kernkompetenzen vieler Hersteller. Eine Studie des Business Technology Office der McKinsey & Company bestätigt die Wichtigkeit der Automatisierung als einen von acht Technologietrends (MCKINSEY & COMPANY 2009). Darin heißt es, dass die heutige Herausforderung in der Verknüpfung von Systemen liegt. Durch die Kombination von Informationen werden so weitere Aufgaben automatisiert. Diese Automatisierung ist jedoch kein Selbstzweck, sondern nur dann eine gute Investition, wenn sie Zeit oder Aufwand spart und damit zusätzlichen Kundennutzen kreiert. Für die Bereiche des Maschinen- und Anlagenbaus bedeutet dies, dass vor allem das Zusammenspiel von Mechanik-, Elektro- und Softwareentwicklung verbessert werden muss, um Entwicklungsprozesse zu beschleunigen und qualitativ hochwertige Anlagen an den Kunden auszuliefern.

Auch der stetige Wandel leistungsfähiger Hard- und Software ist ein Motor für Entwicklungsprozesse. Waren es früher mechanische Lösungen, so wird die Funktionalität heute, aufgrund steigender Rechenleistungen kostengünstiger Prozessoren, softwaretechnisch durch Steuerungsfunktionen realisiert. Dem entsprechend verschiebt sich die Wertschöpfung in Richtung der Steuerungssoftware in (SCHWEIKER 2003). So prognostizierte Bender im Jahr 2000 einen 40 prozentigen Anteil der Steuerungssoftware voraus (BENDER ET AL. 2000). Neueste Prognosen zeigen, dass diese Schätzung zutrifft und der Anstieg bis 2020 auf 50%, angesichts der Vergangenheit und dem Wissen um zukünftige Systeme, realistisch erscheint (VDMA 2011). Abbildung 1-2 stellt die Ergebnisse dar.

*Abbildung 1-2: Entwicklungsanteile mechatronischer Systeme
(nach VDMA 2011, S. 4)*

Die Steuerungssoftware selbst nimmt darüber hinaus aufgrund kundenspezifischer Anforderungen an Komplexität zu (REINHART ET AL. 1998, S. 282-285).

Derzeit existieren spezifische Werkzeuge, die den Entwickler in seinem Fachbereich in die Lage versetzen, ein Maschinen- oder Anlagenkonzept zu erstellen. So konstruieren die Ingenieure des Mechanikbereichs alle Hardwareaufbauten und berechnen Auslegungsparameter für Antriebe und Achsen. Die Entwickler des Elektrobereichs planen und konstruieren alle nötigen Elektrokomponenten und erstellen Schaltpläne der Anlage. Im Softwarebereich werden die in der Elektrifizierung geplanten Automatisierungskomponenten unter Zuhilfenahme zusätzlicher Informationen in ein lauffähiges Steuerungsprojekt umgesetzt. Ein noch heute eingesetzter sequentieller Entwicklungsprozess ist ineffizient und unflexibel bezüglich später Änderungen im Projekt (BATHELT 2007). Um jedoch den Anforderungen komplexer Systeme gerecht zu werden, die Time To Market zu reduzieren und eine abteilungsübergreifende Kooperation der an der Entwicklung beteiligten Fachdisziplinen zu gewährleisten (WECK 2001), ist die Synchronisierung und Parallelisierung der Aktivitäten ein geeignetes Mittel zum Erfolg (LU 2004 und WINNER ET AL 1988).

Neben der Entwicklung methodischer Vorgehensmodelle sind es in der Vergangenheit vor allem innovative Simulations- und Berechnungsprogramme gewesen, welche die praktische Umsetzung verkürzter und parallelisierter Entwicklungsprozesse garantierten (GROBMAN 2002, NEUGEBAUER ET AL. 2003). Durch den Einsatz virtueller Maschinen- und Anlagenmodelle lassen sich zudem kostenin-

1 Einleitung

tensive Prototypen einsparen und Entwicklungsrisiken senken (BLEY 2003, S. 214-220, SCHENK 2003). Voraussetzung zur Veränderung der Prozesse ist jedoch das genaue Wissen über den derzeitigen Stand der eigenen Entwicklung. Einen Ansatz zur Ermittlung dieses Standes, hinsichtlich der Einführung innovativer Entwicklungsmethoden, zeigt RAUCHENBERGER ET AL. (2009) mit einem Reifegradmodell.

Trotz der Bemühungen industrieller Werkzeughersteller ist ein modellbasierter Entwicklungsprozess für Automatisierungslösungen derzeit nicht Stand der Technik. Die Definition des in dieser Arbeit beschriebenen modellbasierten Entwicklungsprozesses ist dem modellbasierten Softwareentwurf entliehen. Dieser beschreibt den Entwurf eines Softwaremodells als wesentlichen Teil eines Softwareentwicklungsprozesses. Demnach werden Modelle vor der eigentlichen Implementierung erstellt und dienen der Analyse der Softwarelösungen (NIERSTRASZ 2006, S. 2). Bei Einsatz konventioneller Vorgehensweisen können simulationsgestützte Verifikationen von Funktionen durch fehlende Beschreibungsmittel, unpräzise Modellierungsmethoden sowie einer fehlenden durchgängigen Entwicklung der Steuerungssoftware nicht genutzt werden (GEWALD & MIKK 2003).

1.2 Motivation

Aufgrund neuer Ansätze der Entwicklungsprozesse kommt es, durch eine fehlende methodische Unterstützung, zu Informationsverlust und Kommunikationsproblemen. Eine eigene Studie mit 20 namhaften Herstellern von Maschinen und Anlagen für die Automobilindustrie, dem Grobkeramikbereich sowie der Verpackungstechnik zeigt in den folgenden Ergebnissen den derzeitigen Stand der interdisziplinären Zusammenarbeit, den Reifegrad von methodischen Entwicklungsprozessen im industriellen Einsatz sowie die Auswirkungen fehlender simulativer Unterstützung für die Entwicklung von Steuerungsprojekten. Die Ergebnisse wurden im geführten Interviewverfahren mit Leitern von Entwicklungsabteilungen erarbeitet. Die aufgeführten Schwachstellen werden analysiert und dienen der Beschreibung der Motivation dieser Arbeit sowie der Ableitung der Ziele. Thematisch wurden folgende Bereiche angesprochen:

- Systems Engineering,
- Steuerungssoftwareentwicklung,
- Test, Verifikation und Validierung sowie

- zukünftige Tendenzen.

Die Fragen zum System Engineering beschäftigten sich mit dem Systementwurf und den damit verbundenen Aktivitäten. Beispielsweise wurde nach der Auswirkung schwankender Mitarbeiteranzahlen in den Projektteams, dem Wissen über die Kostenverteilung sowie der Dokumentation von Entscheidungsbegründungen gefragt. Die Relevanz der einzelnen Themen spiegelt sich in Abbildung 1-3 wieder. Werden die Ergebnisse des System Engineering zusammengefasst, so wird klar, dass eine Vielzahl von Einflussgrößen für ein erfolgreiches Entwicklungsprojekt existieren. Alle damit verbundenen Aktivitäten gilt es in einem Entwicklungsvorgehen zu berücksichtigen, um Qualität, Kosten und Kundenzufriedenheit zu gewährleisten.

Abbildung 1-3: Umfrageergebnisse zum Fragenteil "System Engineering"

Der zweite Block beschäftigte sich mit Fragestellungen zur Steuerungssoftwareentwicklung. Es wurde ein besonderer Fokus auf die Anforderungen an das zu entwickelnde System gelegt. Weiterhin wurde untersucht, welchen Umfang moderne Steuerungsprojekte besitzen. Diese sind nicht mehr auf die reine Software beschränkt, sondern werden um Visualisierungsanteile sowie Hardwarekonfigurationen der Automatisierungskomponenten ergänzt. Bei der Befragung, wie der Anforderung an komplexe Systeme entgegen wird, konnte die Erkenntnis gewonnen werden, dass die Einführung neuer Richtlinien kein geeignetes Mittel ist. Ebenso werden moderne Ablaufsprachen für die Softwareprogrammierung kaum

1 Einleitung

eingesetzt. Eine neu zu entwickelnde Methodik muss daher die im industriellen Einsatz befindlichen Beschreibungs- und Programmiersprachen berücksichtigen. Abbildung 1-4 stellt die Ergebnisse des zweiten Themenschwerpunktes dar.

Abbildung 1-4: Umfrageergebnisse zum Fragenteil "Steuerungssoftwareentwicklung"

Im dritten Teil der Befragung wurde der Fokus auf den Test und die Verifikation der Steuerungssoftware gelegt. Die Ergebnisse sind der Abbildung 1-5 zu entnehmen. Die Darstellung zeigt, dass in den Bereichen der Planung von Testfällen sowie beim Einsatz von Simulationswerkzeugen Verbesserungspotential besteht. Eine Notwendigkeit einer formalen Verifikation der Software, bspw. das Prüfen auf Syntaxfehler, besteht dagegen nicht.

Abbildung 1-5: Umfrageergebnisse zum Fragenteil "Test und Verifikation"

Im letzten Teil der Studie wurden die Firmen nach zukünftigen Tendenzen befragt. Es wurde nach der Berücksichtigung des Know-how-Schutzes bereits in der Entwicklung, der Datenkonsistenz- und -durchgängigkeit, Chancen neuer Beschreibungsmittel, der Bereitschaft zur Veränderung von Entwicklungsprozessen sowie nach dem Aufwand nach Übergabe der Anlage an den Kunden gefragt. Die Ergebnisse dieses Frageteils sind in Abbildung 1-6 dargestellt. Hier stellte sich heraus, dass vor allem der Know-how-Schutz sowie konsistente und durchgängig Daten eine zentrale Rolle spielen.

Abbildung 1-6: Umfrageergebnisse zum Fragenteil „Zukünftige Tendenzen“

1 Einleitung

Zusammenfassend lassen sich die Ergebnisse so interpretieren, dass die Anforderungen moderner Anlagen erfasst und für die Automatisierungsentwicklung berücksichtigt werden müssen. Neueste Technologien zur Unterstützung der Entwicklungsschritte sind zwar vorhanden, werden aber zu wenig eingesetzt. Die Bereitschaft für neue Beschreibungsmittel und Methoden sowie das Potenzial, aktuelle Themen wie Know-How-Schutz in die Entwicklung zu integrieren, sind vorhanden.

1.3 Zielsetzung

Das Ziel der Arbeit ist es, mit Hilfe einer neuartigen Entwicklungsmethode auf Basis eines V-Modells sowie mit kommerziellen als auch mit prototypischen Werkzeugen den Prozess des Entwurfs, der Spezifikation und des Entwickelns eines Automatisierungsprojektes zu verbessern. Der Fokus liegt dabei methodisch darauf, wie sich Entwicklungsvorgänge durch den Einsatz neuer Technologien verändern müssen. Die technische Umsetzung basiert auf einer simulationsgestützten Entwicklungsumgebung. Die Anwender des hier vorgestellten Prozesses sind sowohl Mitarbeiter aus den Bereichen Mechanik und Elektrik, als auch Softwareentwickler für Automatisierungen. Ein wesentliches Teilziel besteht darin, alle Aspekte eines Steuerungsprojektes zu betrachten, diese zu entwickeln und aufwandsarm automatisch zu erstellen. Damit ließen sich serielle Entwicklungsprozesse weiter parallelisieren und die Qualität der Entwicklungsdaten für die Ingenieure der einzelnen Disziplinen erhöhen. Abbildung 1-7 zeigt den Fokus auf den Untersuchungsbereich mit den jeweiligen Prozessergebnissen.

Abbildung 1-7: Parallelisierter Entwicklungsprozess und jeweilige Ergebnisse

1.4 Herangehensweise und Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in sieben Kapitel, die in Abbildung 1-8 dargestellt sind. In einem Grundlagenkapitel 2 werden alle, für das Verständnis wichtigen, Begriffe definiert und beschrieben. Auch erfolgt hier eine Abgrenzung des Untersuchungsraums.

Kapitel 3 beschäftigt sich mit den konventionellen Methoden und Werkzeugen bei der Entwicklung von Automatisierungsprojekten und stellt somit das Kapitel zum Stand der Technik und der Wissenschaft dar. Am Ende dieses Kapitels werden die speziellen Handlungsfelder identifiziert. Diese bieten die Grundlage, um im Kapitel 4 die Anforderungen an die neu zu entwickelnde Methode und die Werkzeuge zu definieren. Dabei obliegt diesem Kapitel die Aufgabe, den Ansatz möglichst für ein breites Anwendungsfeld zu entwickeln. Für die Erfassung der Anforderungen dienen die Ergebnisse der Umfragestudie. Im anschließenden Kapitel 5 wird das Konzept zur simulationsgestützten Entwicklung von Automatisierungsprojekten beschrieben. Kapitel 6 setzt dann diese

1 Einleitung

Methodik mit Hilfe von zwei industriellen Anwendungsprojekten um. Beide Projekte sind aus dem Bereich des Sondermaschinenbaus, wobei der Fokus eines Projektes auf der frühen Phase einer Entwicklung liegt, der des zweiten Projektes auf der Phase der Maschinenentwicklung. Kapitel 7 schließt die Arbeit mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick ab.

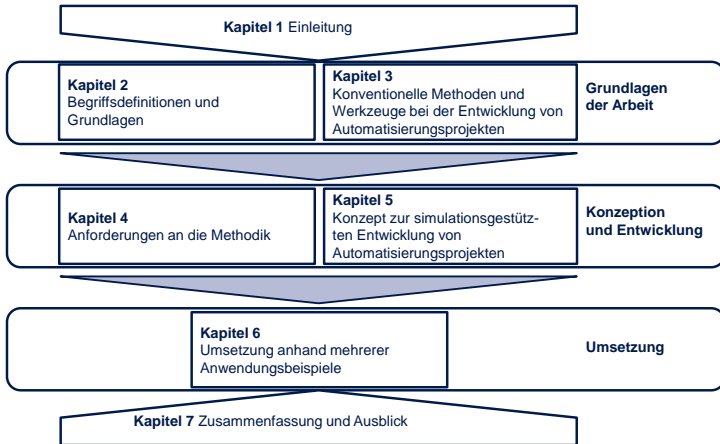


Abbildung 1-8: Aufbau der Arbeit

Seminarberichte iwb

herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart und Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh,
Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften der Technischen Universität München

Seminarberichte iwb sind erhältlich im Buchhandel oder beim
Herbert Utz Verlag, München, Fax 089-277791-01, info@utzverlag.de, www.utzverlag.de

- 1 **Innovative Montagesysteme - Anlagengestaltung, -bewertung und -überwachung**
115 Seiten - ISBN 3-931327-01-9
- 2 **Integriertes Produktmodell - Von der Idee zum fertigen Produkt**
82 Seiten - ISBN 3-931327-02-7
- 3 **Konstruktion von Werkzeugmaschinen - Berechnung, Simulation und Optimierung**
110 Seiten - ISBN 3-931327-03-5
- 4 **Simulation - Einsatzmöglichkeiten und Erfahrungsberichte**
134 Seiten - ISBN 3-931327-04-3
- 5 **Optimierung der Kooperation in der Produktentwicklung**
95 Seiten - ISBN 3-931327-05-1
- 6 **Materialbearbeitung mit Laser - von der Planung zur Anwendung**
86 Seiten - ISBN 3-931327-06-0
- 7 **Dynamisches Verhalten von Werkzeugmaschinen**
80 Seiten - ISBN 3-931327-77-9
- 8 **Qualitätsmanagement - der Weg ist das Ziel**
130 Seiten - ISBN 3-931327-78-7
- 9 **Installationstechnik an Werkzeugmaschinen - Analysen und Konzepte**
120 Seiten - ISBN 3-931327-79-5
- 10 **3D-Simulation - Schneller, sicherer und kostengünstiger zum Ziel**
90 Seiten - ISBN 3-931327-10-8
- 11 **Unternehmensorganisation - Schlüssel für eine effiziente Produktion**
110 Seiten - ISBN 3-931327-11-6
- 12 **Autonome Produktionssysteme**
100 Seiten - ISBN 3-931327-12-4
- 13 **Planung von Montageanlagen**
130 Seiten - ISBN 3-931327-13-2
- 14 **Nicht erschienen – wird nicht erscheinen**
- 15 **Flexible fluide Kleb-/Dichtstoffe - Dosierung und Prozeßgestaltung**
80 Seiten - ISBN 3-931327-15-9
- 16 **Time to Market - Von der Idee zum Produktionsstart**
80 Seiten - ISBN 3-931327-16-7
- 17 **Industriekeramik in Forschung und Praxis - Probleme, Analysen und Lösungen**
80 Seiten - ISBN 3-931327-17-5
- 18 **Das Unternehmen im Internet - Chancen für produzierende Unternehmen**
165 Seiten - ISBN 3-931327-18-3
- 19 **Leittechnik und Informationslogistik - mehr Transparenz in der Fertigung**
85 Seiten - ISBN 3-931327-19-1
- 20 **Dezentrale Steuerungen in Produktionsanlagen – Plug & Play – Vereinfachung von Entwicklung und Inbetriebnahme**
105 Seiten - ISBN 3-931327-20-5
- 21 **Rapid Prototyping - Rapid Tooling - Schnell zu funktionalen Prototypen**
95 Seiten - ISBN 3-931327-21-3
- 22 **Mikrotechnik für die Produktion - Greifbare Produkte und Anwendungspotentiale**
95 Seiten - ISBN 3-931327-22-1
- 24 **EDM Engineering Data Management**
195 Seiten - ISBN 3-931327-24-8
- 25 **Rationelle Nutzung der Simulationstechnik - Entwicklungstrends und Praxisbeispiele**
152 Seiten - ISBN 3-931327-25-6
- 26 **Alternative Dichtungssysteme - Konzepte zur Dichtungsmontage und zum Dichtmittelauftrag**
110 Seiten - ISBN 3-931327-26-4
- 27 **Rapid Prototyping - Mit neuen Technologien schnell vom Entwurf zum Serienprodukt**
111 Seiten - ISBN 3-931327-27-2
- 28 **Rapid Tooling - Mit neuen Technologien schnell vom Entwurf zum Serienprodukt**
154 Seiten - ISBN 3-931327-28-0
- 29 **Installationstechnik an Werkzeugmaschinen - Abschlußseminar**
156 Seiten - ISBN 3-931327-29-9
- 30 **Nicht erschienen – wird nicht erscheinen**
- 31 **Engineering Data Management (EDM) - Erfahrungsberichte und Trends**
183 Seiten - ISBN 3-931327-31-0
- 32 **Nicht erschienen – wird nicht erscheinen**
- 33 **3D-CAD - Mehr als nur eine dritte Dimension**
181 Seiten - ISBN 3-931327-33-7
- 34 **Laser in der Produktion - Technologische Randbedingungen für den wirtschaftlichen Einsatz**
102 Seiten - ISBN 3-931327-34-5
- 35 **Ablaufsimulation - Anlagen effizient und sicher planen und betreiben**
129 Seiten - ISBN 3-931327-35-3
- 36 **Moderne Methoden zur Montageplanung - Schlüssel für eine effiziente Produktion**
124 Seiten - ISBN 3-931327-36-1
- 37 **Wettbewerbsfaktor Verfügbarkeit - Produktivitätssteigerung durch technische und organisatorische Ansätze**
95 Seiten - ISBN 3-931327-37-X
- 38 **Rapid Prototyping - Effizienter Einsatz von Modellen in der Produktentwicklung**
128 Seiten - ISBN 3-931327-38-8
- 39 **Rapid Tooling - Neue Strategien für den Werkzeug- und Formenbau**
130 Seiten - ISBN 3-931327-39-6
- 40 **Erfolgreich kooperieren in der produzierenden Industrie - Flexibler und schneller mit modernen Kooperationen**
160 Seiten - ISBN 3-931327-40-X
- 41 **Innovative Entwicklung von Produktionsmaschinen**
146 Seiten - ISBN 3-89675-041-0
- 42 **Stückzahlflexible Montagesysteme**
139 Seiten - ISBN 3-89675-042-9
- 43 **Produktivität und Verfügbarkeit - ...durch Kooperation steigern**
120 Seiten - ISBN 3-89675-043-7
- 44 **Automatisierte Mikromontage - Handhaben und Positionieren von Mikrobautteilen**
125 Seiten - ISBN 3-89675-044-5
- 45 **Produzieren in Netzwerken - Lösungsansätze, Methoden, Praxisbeispiele**
173 Seiten - ISBN 3-89675-045-3
- 46 **Virtuelle Produktion - Ablaufsimulation**
108 Seiten - ISBN 3-89675-046-1

- 47 Virtuelle Produktion - Prozeß- und Produktsimulation
131 Seiten - ISBN 3-89675-047-X
- 48 Sicherheitstechnik an Werkzeugmaschinen
106 Seiten - ISBN 3-89675-048-8
- 49 Rapid Prototyping - Methoden für die reaktionsfähige Produktentwicklung
150 Seiten - ISBN 3-89675-049-6
- 50 Rapid Manufacturing - Methoden für die reaktionsfähige Produktion
121 Seiten - ISBN 3-89675-050-X
- 51 Flexibles Kleben und Dichten - Produkt- & Prozeßgestaltung, Mischverbindungen, Qualitätskontrolle
137 Seiten - ISBN 3-89675-051-8
- 52 Rapid Manufacturing - Schnelle Herstellung von Klein- und Prototypenserien
124 Seiten - ISBN 3-89675-052-6
- 53 Mischverbindungen - Werkstoffauswahl, Verfahrensauswahl, Umsetzung
107 Seiten - ISBN 3-89675-054-2
- 54 Virtuelle Produktion - Integrierte Prozess- und Produktsimulation
133 Seiten - ISBN 3-89675-054-2
- 55 e-Business in der Produktion - Organisationskonzepte, IT-Lösungen, Praxisbeispiele
150 Seiten - ISBN 3-89675-055-0
- 56 Virtuelle Produktion - Ablaufsimulation als planungsbegleitendes Werkzeug
150 Seiten - ISBN 3-89675-056-9
- 57 Virtuelle Produktion - Datenintegration und Benutzerschnittstellen
150 Seiten - ISBN 3-89675-057-7
- 58 Rapid Manufacturing - Schnelle Herstellung qualitativ hochwertiger Bauteile oder Kleinserien
169 Seiten - ISBN 3-89675-058-7
- 59 Automatisierte Mikromontage - Werkzeuge und Fügetechnologien für die Mikrosystemtechnik
114 Seiten - ISBN 3-89675-059-3
- 60 Mechatronische Produktionssysteme - Genauigkeit gezielt entwickeln
131 Seiten - ISBN 3-89675-060-7
- 61 Nicht erschienen - wird nicht erscheinen
- 62 Rapid Technologien - Anspruch - Realität - Technologien
100 Seiten - ISBN 3-89675-062-3
- 63 Fabrikplanung 2002 - Visionen - Umsetzung - Werkzeuge
124 Seiten - ISBN 3-89675-063-1
- 64 Mischverbindungen - Einsatz und Innovationspotenzial
143 Seiten - ISBN 3-89675-064-X
- 65 Fabrikplanung 2003 - Basis für Wachstum - Erfahrungen Werkzeuge Visionen
136 Seiten - ISBN 3-89675-065-8
- 66 Mit Rapid Technologien zum Aufschwung - Neue Rapid Technologien und Verfahren, Neue Qualitäten, Neue Möglichkeiten, Neue Anwendungsfelder
185 Seiten - ISBN 3-89675-066-6
- 67 Mechatronische Produktionssysteme - Die Virtuelle Werkzeugmaschine: Mechatronisches Entwicklungsvorgehen, Integrierte Modellbildung, Applikationsfelder
148 Seiten - ISBN 3-89675-067-4
- 68 Virtuelle Produktion - Nutzenpotenziale im Lebenszyklus der Fabrik
139 Seiten - ISBN 3-89675-068-2
- 69 Kooperationsmanagement in der Produktion - Visionen und Methoden zur Kooperation - Geschäftsmodelle und Rechtsformen für die Kooperation - Kooperation entlang der Wertschöpfungskette
134 Seiten - ISBN 3-98675-069-0
- 70 Mechatronik - Strukturndynamik von Werkzeugmaschinen
161 Seiten - ISBN 3-89675-070-4
- 71 Klebtechnik - Zerstörungsfreie Qualitätssicherung beim flexibel automatisierten Kleben und Dichten
ISBN 3-89675-071-2 - vergriffen
- 72 Fabrikplanung 2004 Erfolgsfaktor im Wettbewerb - Erfahrungen - Werkzeuge - Visionen
ISBN 3-89675-072-0 - vergriffen
- 73 Rapid Manufacturing Vom Prototyp zur Produktion - Erwartungen - Erfahrungen - Entwicklungen
179 Seiten - ISBN 3-89675-073-9
- 74 Virtuelle Produktionssystemplanung - Virtuelle Inbetriebnahme und Digitale Fabrik
133 Seiten - ISBN 3-89675-074-7
- 75 Nicht erschienen - wird nicht erscheinen
- 76 Berührungslose Handhabung - Vom Wafer zur Glaslinse, von der Kapsel zur aseptischen Ampulle
95 Seiten - ISBN 3-89675-076-3
- 77 ERP-Systeme - Einführung in die betriebliche Praxis - Erfahrungen, Best Practices, Visionen
153 Seiten - ISBN 3-89675-077-7
- 78 Mechatronik - Trends in der interdisziplinären Entwicklung von Werkzeugmaschinen
155 Seiten - ISBN 3-89675-078-X
- 79 Produktionsmanagement
267 Seiten - ISBN 3-89675-079-8
- 80 Rapid Manufacturing - Fertigungsverfahren für alle Ansprüche
154 Seiten - ISBN 3-89675-080-1
- 81 Rapid Manufacturing - Heutige Trends - Zukünftige Anwendungsfelder
172 Seiten - ISBN 3-89675-081-X
- 82 Produktionsmanagement - Herausforderung Variantenmanagement
100 Seiten - ISBN 3-89675-082-8
- 83 Mechatronik - Optimierungspotenzial der Werkzeugmaschine nutzen
160 Seiten - ISBN 3-89675-083-6
- 84 Virtuelle Inbetriebnahme - Von der Kür zur Pflicht?
104 Seiten - ISBN 978-3-89675-084-6
- 85 3D-Erfahrungsforum - Innovation im Werkzeug- und Formenbau
375 Seiten - ISBN 978-3-89675-085-3
- 86 Rapid Manufacturing - Erfolgreich produzieren durch innovative Fertigung
162 Seiten - ISBN 978-3-89675-086-0
- 87 Produktionsmanagement - Schlang im Mittelstand
102 Seiten - ISBN 978-3-89675-087-7
- 88 Mechatronik - Vorsprung durch Simulation
134 Seiten - ISBN 978-3-89675-088-4
- 89 RFID in der Produktion - Wertschöpfung effizient gestalten
122 Seiten - ISBN 978-3-89675-089-1
- 90 Rapid Manufacturing und Digitale Fabrik - Durch Innovation schnell und flexibel am Markt
100 Seiten - ISBN 978-3-89675-090-7
- 91 Robotik in der Kleinserienproduktion - Die Zukunft der Automatisierungstechnik
ISBN 978-3-89675-091-4
- 92 Rapid Manufacturing - Ressourceneffizienz durch generative Fertigung im Werkzeug- und Formenbau
ISBN 978-3-89675-092-1
- 93 Handhabungstechnik - Innovative Greiftechnik für komplexe Handhabungsaufgaben
136 Seiten - ISBN 978-3-89675-093-8
- 94 iwB Seminarreihe 2009 Themengruppe Werkzeugmaschinen
245 Seiten - ISBN 978-3-89675-094-5
- 95 Zuführtechnik - Herausforderung der automatisierten Montage!
111 Seiten - ISBN 978-3-89675-095-2
- 96 Risikobewertung bei Entscheidungen im Produktionsumfeld - Seminar »Risiko und Chance«
151 Seiten - ISBN 978-3-89675-096-9
- 97 Seminar Rapid Manufacturing 2010 - Innovative Einsatzmöglichkeiten durch neue Werkstoffe bei Schichtbauverfahren
180 Seiten - ISBN 978-3-89675-097-6

- 98 Handhabungstechnik · Der Schlüssel für eine automatisierte Herstellung von Composite-Bauteilen
260 Seiten · ISBN 978-3-89675-098-3
- 99 Abschlussveranstaltung SimuSint 2010 · Modulares Simulationssystem für das Strahlenschmelzen
270 Seiten · ISBN 978-3-89675-099-0
- 100 Additive Fertigung: Innovative Lösungen zur Steigerung der Bauteilqualität bei additiven Fertigungsverfahren
200 Seiten · ISBN 978-3-8316-4114-7
- 101 Mechatronische Simulation in der industriellen Anwendung
91 Seiten · ISBN 978-3-8316-4149-9
- 102 Wissensmanagement in produzierenden Unternehmen
ISBN 978-3-8316-4169-7
- 103 Additive Fertigung: Bauteil- und Prozessauslegung für die wirtschaftliche Fertigung
ISBN 978-3-8316-4188-8
- 104 Ressourceneffizienz in der Lebensmittelkette
ISBN 978-3-8316-4192-5
- 105 Werkzeugmaschinen: Leichter schwer zerspanen! Herausforderungen und Lösungen für die Zerspanung von Hochleistungswerkstoffen
120 Seiten · ISBN 978-3-8316-4217-5
- 106 Batterieproduktion – Vom Rohstoff bis zum Hochvoltspeicher
108 Seiten · ISBN 978-3-8316-4221-2
- 107 Batterieproduktion – Vom Rohstoff bis zum Hochvoltspeicher
150 Seiten · ISBN 978-3-8316-4249-6

Forschungsberichte iwb

herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart und Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh,
Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften der Technischen Universität München

Band 1–121, herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. J. Milberg und Prof. Dr.-Ing. G. Reinhart, sind im Springer Verlag, Berlin, Heidelberg erschienen

Forschungsberichte iwb ab Band 122 sind erhältlich im Buchhandel oder beim
Herbert Utz Verlag, München, Fax 089-277791-01, info@utzverlag.de, www.utzverlag.de

- 122 *Burghard Schneider*: Prozesskettenorientierte Bereitstellung nicht formstabiler Bauteile
183 Seiten · ISBN 978-3-89675-559-9
- 123 *Bernd Goldstein*: Modellgestützte Geschäftsprozessgestaltung in der Produktentwicklung
170 Seiten · ISBN 978-3-89675-546-9
- 124 *Helmut E. Mößner*: Methode zur simulationsbasierten Regelung zeitvarianter Produktionssysteme
164 Seiten · ISBN 978-3-89675-585-8
- 125 *Ralf-Gunter Gräser*: Ein Verfahren zur Kompensation temperaturinduzierter Verformungen an Industrierobotern
167 Seiten · ISBN 978-3-89675-603-9
- 126 *Hans-Jürgen Trossin*: Nutzung der Ähnlichkeitstheorie zur Modellbildung in der Produktionstechnik
162 Seiten · ISBN 978-3-89675-614-5
- 127 *Doris Kugelmann*: Aufgabenorientierte Offline-Programmierung von Industrierobotern
168 Seiten · ISBN 978-3-89675-615-2
- 128 *Ralf Diesch*: Steigerung der organisatorischen Verfügbarkeit von Fertigungszellen
160 Seiten · ISBN 978-3-89675-618-3
- 129 *Werner E. Lulay*: Hybrid-hierarchische Simulationsmodelle zur Koordination teilautonomer Produktionsstrukturen
190 Seiten · ISBN 978-3-89675-620-6
- 130 *Otto Murr*: Adaptive Planung und Steuerung von integrierten Entwicklungs- und Planungsprozessen
178 Seiten · ISBN 978-3-89675-636-7
- 131 *Michael Macht*: Ein Vorgehensmodell für den Einsatz von Rapid Prototyping
170 Seiten · ISBN 978-3-89675-638-1
- 132 *Bruno H. Mehler*: Aufbau virtueller Fabriken aus dezentralen Partnerverbänden
152 Seiten · ISBN 978-3-89675-645-9
- 133 *Knut Heitmann*: Sichere Prognosen für die Produktionsptimierung mittels stochastischer Modelle
146 Seiten · ISBN 978-3-89675-675-6
- 134 *Stefan Blessing*: Gestaltung der Materialflußsteuerung in dynamischen Produktionsstrukturen
160 Seiten · ISBN 978-3-89675-690-9
- 135 *Can Abay*: Numerische Optimierung multivariater mehrstufiger Prozesse am Beispiel der Hartbearbeitung von Industriekeramik
159 Seiten · ISBN 978-3-89675-697-8
- 136 *Stefan Brandner*: Integriertes Produktdaten- und Prozeßmanagement in virtuellen Fabriken
172 Seiten · ISBN 978-3-89675-715-9
- 137 *Arnd G. Hirschberg*: Verbindung der Produkt- und Funktionsorientierung in der Fertigung
165 Seiten · ISBN 978-3-89675-729-6
- 138 *Alexandra Reek*: Strategien zur Fokuspositionierung beim Laserstrahlschweißen
193 Seiten · ISBN 978-3-89675-730-2
- 139 *Khalid-Alexander Sabbah*: Methodische Entwicklung störungstoleranter Steuerungen
148 Seiten · ISBN 978-3-89675-739-5
- 140 *Klaus U. Schiffenbacher*: Konfiguration virtueller Wertschöpfungsketten in dynamischen, heterarchischen kompetenznetzwerken
187 Seiten · ISBN 978-3-89675-754-8
- 141 *Andreas Sprenzel*: Integrierte Kostenkalkulationsverfahren für die Werkzeugmaschinenentwicklung
144 Seiten · ISBN 978-3-89675-757-9

- 142 **Andreas Gallasch:** Informationstechnische Architektur zur Unterstützung des Wandels in der Produktion
150 Seiten - ISBN 978-3-89675-781-4
- 143 **Ralf Cuiper:** Durchgängige rechnergestützte Planung und Steuerung von automatisierten Montagevorgängen
174 Seiten - ISBN 978-3-89675-783-8
- 144 **Christian Schneider:** Strukturmechanische Berechnungen in der Werkzeugmaschinenkonstruktion
180 Seiten - ISBN 978-3-89675-789-0
- 145 **Christian Jonas:** Konzept einer durchgängigen, rechnergestützten Planung von Montageanlagen
183 Seiten - ISBN 978-3-89675-870-5
- 146 **Ulrich Willnecker:** Gestaltung und Planung leistungsorientierter manueller Fließmontagen
194 Seiten - ISBN 978-3-89675-891-0
- 147 **Christof Lehner:** Beschreibung des Nd:YAG-Laserstrahlschweißprozesses von Magnesiumdruckguss
205 Seiten - ISBN 978-3-8316-0004-5
- 148 **Frank Rick:** Simulationsgestützte Gestaltung von Produkt und Prozess am Beispiel Laserstrahlschweißen
145 Seiten - ISBN 978-3-8316-0008-3
- 149 **Michael Höhn:** Sensorgeführte Montage hybrider Mikrosysteme
185 Seiten - ISBN 978-3-8316-0012-0
- 150 **Jörn Böhl:** Wissensmanagement im Klein- und mittelständischen Unternehmen der Einzel- und Kleinserienfertigung
190 Seiten - ISBN 978-3-8316-0020-5
- 151 **Robert Bürgel:** Prozessanalyse an spanenden Werkzeugmaschinen mit digital geregelten Antrieben
185 Seiten - ISBN 978-3-8316-0021-2
- 152 **Stephan Dürrschmidt:** Planung und Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme in der variantenreichen Serienproduktion
194 Seiten - ISBN 978-3-8316-0023-6
- 153 **Bernhard Eich:** Methode zur prozesskettenorientierten Planung der Teilbereitstellung
136 Seiten - ISBN 978-3-8316-0028-1
- 154 **Wolfgang Rudorfer:** Eine Methode zur Qualifizierung von produzierenden Unternehmen für Kompetenznetzwerke
207 Seiten - ISBN 978-3-8316-0037-3
- 155 **Hans Meier:** Verteilte kooperative Steuerung maschinennaher Abläufe
166 Seiten - ISBN 978-3-8316-0044-1
- 156 **Gerhard Nowak:** Informationstechnische Integration des industriellen Service in das Unternehmen
208 Seiten - ISBN 978-3-8316-0055-7
- 157 **Martin Werner:** Simulationsgestützte Reorganisation von Produktions- und Logistikprozessen
191 Seiten - ISBN 978-3-8316-0058-8
- 158 **Bernhard Lenz:** Finite Elemente-Modellierung des Laserstrahlschweißens für den Einsatz in der Fertigungsplanung
162 Seiten - ISBN 978-3-8316-0094-6
- 159 **Stefan Grunwald:** Methode zur Anwendung der flexiblen integrierten Produktentwicklung und Montageplanung
216 Seiten - ISBN 978-3-8316-0095-3
- 160 **Josef Gartner:** Qualitätssicherung bei der automatisierten Applikation hochviskoser Dichtungen
165 Seiten - ISBN 978-3-8316-0096-0
- 161 **Wolfgang Zeller:** Gesamtheitliches Sicherheitskonzept für die Antriebs- und Steuerungstechnik bei Werkzeugmaschinen
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-0100-4
- 162 **Michael Loferer:** Rechnergestützte Gestaltung von Montagesystemen
178 Seiten - ISBN 978-3-8316-0118-9
- 163 **Jörg Führer:** Ganzheitliche Optimierung des indirekten Metall-Lasersinterprozesses
176 Seiten - ISBN 978-3-8316-0124-0
- 164 **Jürgen Höppner:** Verfahren zur berührungslosen Handhabung mittels leistungsstarker Schallwandler
144 Seiten - ISBN 978-3-8316-0125-7
- 165 **Hubert Götte:** Entwicklung eines Assistenzrobotersystems für die Knieendoprothetik
258 Seiten - ISBN 978-3-8316-0126-4
- 166 **Martin Weißenberger:** Optimierung der Bewegungsdynamik von Werkzeugmaschinen im rechnergestützten Entwicklungsprozess
210 Seiten - ISBN 978-3-8316-0138-7
- 167 **Dirk Jacob:** Verfahren zur Positionierung unterseitenstrukturierter Bauelemente in der Mikrosystemtechnik
200 Seiten - ISBN 978-3-8316-0142-4
- 168 **Ulrich Roßgoderer:** System zur effizienten Layout- und Prozessplanung von hybriden Montageanlagen
175 Seiten - ISBN 978-3-8316-0154-7
- 169 **Robert Klingel:** Anziehfverfahren für hochfeste Schraubverbindungen auf Basis akustischer Emissionen
164 Seiten - ISBN 978-3-8316-0174-5
- 170 **Paul Jens Peter Ross:** Bestimmung des wirtschaftlichen Automatisierungsgrades von Montageprozessen in der frühen Phase der Montageplanung
144 Seiten - ISBN 978-3-8316-0191-2
- 171 **Stefan von Praun:** Toleranzanalyse nachgiebiger Baugruppen im Produktentstehungsprozess
250 Seiten - ISBN 978-3-8316-0208-5
- 172 **Florian von der Hagen:** Gestaltung kurzfristiger und unternehmensübergreifender Engineering-Kooperationen
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-0208-7
- 173 **Oliver Kramer:** Methode zur Optimierung der Wertschöpfungskette mittelständischer Betriebe
212 Seiten - ISBN 978-3-8316-0211-7
- 174 **Winfried Dohmen:** Interdisziplinäre Methoden für die integrierte Entwicklung komplexer mechatronischer Systeme
200 Seiten - ISBN 978-3-8316-0214-8
- 175 **Oliver Anton:** Ein Beitrag zur Entwicklung telepräzenter Montagesysteme
158 Seiten - ISBN 978-3-8316-0215-5
- 176 **Welf Broser:** Methode zur Definition und Bewertung von Anwendungsfeldern für Kompetenznetzwerke
224 Seiten - ISBN 978-3-8316-0217-9
- 177 **Frank Breitingner:** Ein ganzheitliches Konzept zum Einsatz des indirekten Metall-Lasersinterns für das Druckgießen
156 Seiten - ISBN 978-3-8316-0227-8
- 178 **Johann von Pieveling:** Ein Vorgehensmodell zur Auswahl von Konturfertigungsverfahren für das Rapid Tooling
163 Seiten - ISBN 978-3-8316-0230-8
- 179 **Thomas Baudisch:** Simulationsumgebung zur Auslegung der Bewegungsdynamik des mechatronischen Systems Werkzeugmaschine
190 Seiten - ISBN 978-3-8316-0249-0
- 180 **Heinrich Schieferstein:** Experimentelle Analyse des menschlichen Kausystems
132 Seiten - ISBN 978-3-8316-0251-3
- 181 **Jochim Berlak:** Methodik zur strukturierten Auswahl von Auftragsabwicklungssystemen
244 Seiten - ISBN 978-3-8316-0258-2
- 182 **Christian Meierloh:** Konzept zur rechnergestützten Integration von Produktions- und Gebäudeplanung in der Fabrikgestaltung
181 Seiten - ISBN 978-3-8316-0292-6
- 183 **Volker Weber:** Dynamisches Kostenmanagement in kompetenzzentrierten Unternehmensnetzwerken
230 Seiten - ISBN 978-3-8316-0330-5
- 184 **Thomas Bongardt:** Methode zur Kompensation betriebsabhängiger Einflüsse auf die Absolutgenauigkeit von Industrierobotern
170 Seiten - ISBN 978-3-8316-0332-9

- 185 **Tim Angerer:** Effizienzsteigerung in der automatisierten Montage durch aktive Nutzung mechatronischer Produktkomponenten
180 Seiten - ISBN 978-3-8316-0336-7
- 186 **Alexander Krüger:** Planung und Kapazitätsabstimmung stückzahlflexibler Montagesysteme
197 Seiten - ISBN 978-3-8316-0371-8
- 187 **Matthias Meindl:** Beitrag zur Entwicklung generativer Fertigungsverfahren für das Rapid Manufacturing
236 Seiten - ISBN 978-3-8316-0465-4
- 188 **Thomas Fusch:** Betriebsbegleitende Prozessplanung in der Montage mit Hilfe der Virtuellen Produktion am Beispiel der Automobilindustrie
190 Seiten - ISBN 978-3-8316-0467-8
- 189 **Thomas Mosandl:** Qualitätssteigerung bei automatisiertem Klebstoffauftrag durch den Einsatz optischer Konturfolgssysteme
182 Seiten - ISBN 978-3-8316-0471-5
- 190 **Christian Patron:** Konzept für den Einsatz von Augmented Reality in der Montageplanung
150 Seiten - ISBN 978-3-8316-0474-6
- 191 **Robert Cisek:** Planung und Bewertung von Rekonfigurationsprozessen in Produktionssystemen
200 Seiten - ISBN 978-3-8316-0475-3
- 192 **Florian Auer:** Methode zur Simulation des Laserstrahlsschweißens unter Berücksichtigung der Ergebnisse vorangegangener Umformsimulationen
160 Seiten - ISBN 978-3-8316-0485-2
- 193 **Carsten Selke:** Entwicklung von Methoden zur automatischen Simulationsmodellgenerierung
137 Seiten - ISBN 978-3-8316-0495-1
- 194 **Markus Seefried:** Simulation des Prozessschrittes der Wärmebehandlung beim Indirekten-Metall-Lasersintern
216 Seiten - ISBN 978-3-8316-0503-3
- 195 **Wolfgang Wagner:** Fabrikplanung für die standortübergreifende Kostensenkung bei marktnaher Produktion
208 Seiten - ISBN 978-3-8316-0586-6
- 196 **Christopher Ulrich:** Erhöhung des Nutzungsgrades von Laserstrahlquellen durch Mehrfach-Anwendungen
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-0590-3
- 197 **Johann Härtl:** Prozessgaseinfluss beim Schweißen mit Hochleistungsdiodenlasern
148 Seiten - ISBN 978-3-8316-0611-5
- 198 **Bernd Hartmann:** Die Bestimmung des Personalbedarfs für den Materialfluss in Abhängigkeit von Produktionsfläche und -menge
208 Seiten - ISBN 978-3-8316-0615-3
- 199 **Michael Schlip:** Auslegung und Gestaltung von Werkzeugen zum berührungslosen Greifen kleiner Bauteile in der Mikromontage
180 Seiten - ISBN 978-3-8316-0631-3
- 200 **Florian Manfred Grätz:** Teilautomatische Generierung von Stromlauf- und Fluidplänen für mechatronische Systeme
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-0643-6
- 201 **Dieter Eireiner:** Prozessmodelle zur statischen Auslegung von Anlagen für das Friction Stir Welding
114 Seiten - ISBN 978-3-8316-0650-4
- 202 **Gerhard Volkwein:** Konzept zur effizienten Bereitstellung von Steuerungsfunktionalität für die NC-Simulation
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-0668-9
- 203 **Sven Roeren:** Komplexitätsvariable Einflussgrößen für die bauteilbezogene Struktursimulation thermischer Fertigungsprozesse
224 Seiten - ISBN 978-3-8316-0680-1
- 204 **Henning Rudolf:** Wissensbasierte Montageplanung in der Digitalen Fabrik am Beispiel der Automobilindustrie
200 Seiten - ISBN 978-3-8316-0697-9
- 205 **Stella Clarke-Gribsch:** Overcoming the Network Problem in Telepresence Systems with Prediction and Inertia
150 Seiten - ISBN 978-3-8316-0701-3
- 206 **Michael Ehrenstraßer:** Sensoreinsatz in der telepräsenten Mikromontage
180 Seiten - ISBN 978-3-8316-0743-3
- 207 **Rainer Schack:** Methodik zur bewertungsorientierten Skalierung der Digitalen Fabrik
260 Seiten - ISBN 978-3-8316-0748-8
- 208 **Wolfgang Sudhoff:** Methodik zur Bewertung standortübergreifender Mobilität in der Produktion
300 Seiten - ISBN 978-3-8316-0749-5
- 209 **Stefan Müller:** Methodik für die entwicklungs- und planungsbegleitende Generierung und Bewertung von Produktionsalternativen
260 Seiten - ISBN 978-3-8316-0750-1
- 210 **Ulrich Kohler:** Methodik zur kontinuierlichen und kostenorientierten Planung produktionstechnischer Systeme
246 Seiten - ISBN 978-3-8316-0753-2
- 211 **Klaus Schlickeneder:** Methodik zur Prozessoptimierung beim automatisierten elastischen Kleben großflächiger Bauteile
204 Seiten - ISBN 978-3-8316-0776-1
- 212 **Niklas Möller:** Bestimmung der Wirtschaftlichkeit wandlungsfähiger Produktionssysteme
260 Seiten - ISBN 978-3-8316-0778-5
- 213 **Daniel Siedl:** Simulation des dynamischen Verhaltens von Werkzeugmaschinen während Verfahrenbewegungen
226 Seiten - ISBN 978-3-8316-0779-2
- 214 **Dirk Ansoerg:** Auftragsabwicklung in heterogenen Produktionsstrukturen mit spezifischen Planungsfreiräumen
150 Seiten - ISBN 978-3-8316-0785-3
- 215 **Georg Wünsch:** Methoden für die virtuelle Inbetriebnahme automatisierter Produktionssysteme
238 Seiten - ISBN 978-3-8316-0795-2
- 216 **Thomas Oertli:** Strukturmehranalytische Berechnung und Regelungssimulation von Werkzeugmaschinen mit elektromechanischen Vorschubantrieben
194 Seiten - ISBN 978-3-8316-0798-3
- 217 **Bernad Petzold:** Entwicklung eines Operatorarbeitsplatzes für die telepräsente Mikromontage
234 Seiten - ISBN 978-3-8316-0805-8
- 218 **Loucas Papadakis:** Simulation of the Structural Effects of Welded Frame Assemblies in Manufacturing Process Chains
260 Seiten - ISBN 978-3-8316-0813-3
- 219 **Mathias Mürtl:** Ressourcenplanung in der variantenreichen Fertigung
228 Seiten - ISBN 978-3-8316-0820-1
- 220 **Sebastian Weig:** Konzept eines integrierten Risikomanagements für die Ablauf- und Strukturgestaltung in Fabrikplanungsprojekten
252 Seiten - ISBN 978-3-8316-0823-2
- 221 **Tobias Hornfeck:** Laserstrahlbigen komplexer Aluminiumstrukturen für Anwendungen in der Luftfahrtindustrie
150 Seiten - ISBN 978-3-8316-0826-3
- 222 **Hans Egermeier:** Entwicklung eines Virtual-Reality-Systems für die Montagesimulation mit kraftrückkoppelnden Handschuhen
230 Seiten - ISBN 978-3-8316-0833-1
- 223 **Matthäus Sigl:** Ein Beitrag zur Entwicklung des Elektronenstrahlintensiters
200 Seiten - ISBN 978-3-8316-0841-6
- 224 **Mark Harfensteller:** Eine Methodik zur Entwicklung und Herstellung von Radiumtargets
198 Seiten - ISBN 978-3-8316-0849-2
- 225 **Jochen Werner:** Methode zur roboterbasieren förderbandsynchronen Fließmontage am Beispiel der Automobilindustrie
210 Seiten - ISBN 978-3-8316-0857-7
- 226 **Florian Hagemann:** Ein formflexibles Werkzeug für das Rapid Tooling beim Spritzgießen
244 Seiten - ISBN 978-3-8316-0861-4

- 227 **Haitham Rashidy:** Knowledge-based quality control in manufacturing processes with application to the automotive industry
226 Seiten - ISBN 978-3-8316-0862-1
- 228 **Wolfgang Vogl:** Eine interaktive räumliche Benutzerschnittstelle für die Programmierung von Industrierobotern
248 Seiten - ISBN 978-3-8316-0869-0
- 229 **Sonja Schedl:** Integration von Anforderungsmanagement in den mechatronischen Entwicklungsprozess
176 Seiten - ISBN 978-3-8316-0874-4
- 230 **Andreas Trautmann:** Bifocal Hybrid Laser Welding - A Technology for Welding of Aluminium and Zinc-Coated Steels
314 Seiten - ISBN 978-3-8316-0876-8
- 231 **Patrick Neise:** Managing Quality and Delivery Reliability of Suppliers by Using Incentives and Simulation Models
226 Seiten - ISBN 978-3-8316-0878-2
- 232 **Christian Habicht:** Einsatz und Auslegung zeitenfensterbasierter Planungssysteme in überbetrieblichen Wertschöpfungsketten
204 Seiten - ISBN 978-3-8316-0891-1
- 233 **Michael Spitzweg:** Methode und Konzept für den Einsatz eines physikalischen Modells in der Entwicklung von Produktionsanlagen
180 Seiten - ISBN 978-3-8316-0931-4
- 234 **Ulrich Münzert:** Bahnplanungsalgorithmen für das robotergestützte Remote-Laserstrahlschweißen
176 Seiten - ISBN 978-3-8316-0948-2
- 235 **Georg Völlner:** Rührreibschweißen mit Schwerlast-Industrierobotern
232 Seiten - ISBN 978-3-8316-0955-0
- 236 **Nils Müller:** Modell für die Beherrschung und Reduktion von Nachfrageschwankungen
270 Seiten - ISBN 978-3-8316-0992-5
- 237 **Franz Decker:** Unternehmensspezifische Strukturierung der Produktion als permanente Aufgabe
180 Seiten - ISBN 978-3-8316-0996-3
- 238 **Christian Lau:** Methodik für eine selbstoptimierende Produktionssteuerung
204 Seiten - ISBN 978-3-8316-4012-6
- 239 **Christoph Rimpau:** Wissensbasierte Risikobewertung in der Angebotskalkulation für hochgradig individualisierte Produkte
268 Seiten - ISBN 978-3-8316-4015-7
- 240 **Michael Loy:** Modulare Vibrationswendelförderer für flexiblen Teilezuführung
190 Seiten - ISBN 978-3-8316-4027-0
- 241 **Andreas Eursch:** Konzept eines immersiven Assistenzsystems mit Augmented Reality zur Unterstützung manueller Aktivitäten in radioaktiven Produktionsumgebungen
226 Seiten - ISBN 978-3-8316-4029-4
- 242 **Florian Schwarz:** Simulation der Wechselwirkungen zwischen Prozess und Struktur bei der Drehbearbeitung
282 Seiten - ISBN 978-3-8316-4030-0
- 243 **Martin Georg Prasch:** Integration leistungsgewandelter Mitarbeiter in die variantenreiche Serienmontage
261 Seiten - ISBN 978-3-8316-4033-1
- 244 **Johannes Schlip:** Adaptive Montagesysteme für hybride Mikrosysteme unter Einsatz von Telepräsenz
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-4063-8
- 245 **Stefan Lutzmann:** Beitrag zur Prozessbeherrschung des Elektronenstrahlschmelzens
242 Seiten - ISBN 978-3-8316-4070-6
- 246 **Gregor Branner:** Modellierung transienter Effekte in der Struktursimulation von Schichtbauverfahren
230 Seiten - ISBN 978-3-8316-4071-3
- 247 **Josef Ludwig Zimmermann:** Eine Methodik zur Gestaltung berührungslos arbeitender Handhabungssysteme
186 Seiten - ISBN 978-3-8316-4091-1
- 248 **Clemens Pörnbacher:** Modellgetriebene Entwicklung der Steuerungssoftware automatisierter Fertigungssysteme
280 Seiten - ISBN 978-3-8316-4108-6
- 249 **Alexander Lindworsky:** Teilautomatische Generierung von Simulationsmodellen für den entwicklungsbegleitenden Steuerungstest
294 Seiten - ISBN 978-3-8316-4125-3
- 250 **Michael Mauderer:** Ein Beitrag zur Planung und Entwicklung von rekonfigurierbaren mechatronischen Systemen – am Beispiel von starren Fertigungssystemen
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4126-0
- 251 **Roland Mark:** Qualitätsbewertung und -regelung für die Fertigung von Karosserieteilen in Presswerken auf Basis Neuronaler Netze
228 Seiten - ISBN 978-3-8316-4127-7
- 252 **Florian Reichl:** Methode zum Management der Kooperation von Fabrik- und Technologieplanung
232 Seiten - ISBN 978-3-8316-4128-4
- 253 **Paul Gebhard:** Dynamisches Verhalten von Werkzeugmaschinen bei Anwendung für das Rührreibschweißen
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4129-1
- 254 **Michael Heinz:** Modellunterstützte Auslegung berührungsloser Ultraschallgreifsysteme für die Mikrosystemtechnik
302 Seiten - ISBN 978-3-8316-4147-5
- 255 **Pascal Krebs:** Bewertung vernetzter Produktionsstandorte unter Berücksichtigung multidimensionaler Unsicherheiten
244 Seiten - ISBN 978-3-8316-4156-7
- 256 **Gerhard Straßer:** Greiftechnologie für die automatisierte Handhabung von technischen Textilien in der Faserverbundfertigung
290 Seiten - ISBN 978-3-8316-4161-1
- 257 **Frédéric-Felix Lacour:** Modellbildung für die physikbasierte Virtuelle Inbetriebnahme materialflussintensiver Produktionsanlagen
222 Seiten - ISBN 978-3-8316-4162-8
- 258 **Thomas Hensel:** Modellbasierter Entwicklungsprozess für Automatisierungslösungen
184 Seiten - ISBN 978-3-8316-4167-3
- 259 **Sherif Zaidan:** A Work-Piece Based Approach for Programming Cooperating Industrial Robots
212 Seiten - ISBN 978-3-8316-4175-8
- 260 **Hendrik Schellmann:** Bewertung kundenspezifischer Mengenflexibilität im Wertschöpfungsnetz
224 Seiten - ISBN 978-3-8316-4189-5
- 261 **Marwan Radi:** Workspace scaling and haptic feedback for industrial telepresence and teleaction systems with heavy-duty teleoperators
172 Seiten - ISBN 978-3-8316-4195-6
- 262 **Markus Rühstorfer:** Rührreibschweißen von Rohren
206 Seiten - ISBN 978-3-8316-4197-0
- 263 **Rüdiger Daub:** Erhöhung der Nahttiefe beim Laserstrahl-Wärmeleitungsschweißen von Stählen
182 Seiten - ISBN 978-3-8316-4199-4
- 264 **Michael Ott:** Multimaterialverarbeitung bei der additiven strahl- und pulverbettbasierten Fertigung
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4201-4
- 265 **Martin Ostgathe:** System zur produktbasierten Steuerung von Abläufen in der auftragsbezogenen Fertigung und Montage
278 Seiten - ISBN 978-3-8316-4206-9
- 266 **Imke Nora Kellner:** Materialsysteme für das pulverbettbasierte 3D-Drucken
208 Seiten - ISBN 978-3-8316-4223-6
- 267 **Florian Oefele:** Remote-Laserstrahlschweißen mit brillanten Laserstrahlquellen
238 Seiten - ISBN 978-3-8316-4224-3
- 268 **Claudia Anna Ehinger:** Automatisierte Montage von Faserverbund-Vorförmlingen
252 Seiten - ISBN 978-3-8316-4233-5

- 269 **Tobias Zeilinger**: Laserbasierte Bauteillagebestimmung bei der Montage optischer Mikrokomponenten
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4234-2
- 270 **Stefan Krug**: Automatische Konfiguration von Robotersystemen (Plug&Produce)
208 Seiten - ISBN 978-3-8316-4243-4
- 271 **Marc Lotz**: Erhöhung der Fertigungsgenauigkeit beim Schwungrad-Reibschweißen durch modellbasierte Regelungsverfahren
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4245-8
- 272 **William Brice Tekouo Moutchiho**: A New Programming Approach for Robot-based Flexible Inspection systems
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4247-2
- 273 **Matthias Waibel**: Aktive Zusatzsysteme zur Schwingungsreduktion an Werkzeugmaschinen
158 Seiten - ISBN 978-3-8316-4250-2