

Florian Geiger

**System zur wissensbasierten
Maschinenbelegungsplanung auf Basis
produktsspezifischer Auftragsdaten**



Herbert Utz Verlag · München

Forschungsberichte IWB

Band 311

Zugl.: Diss., München, Techn. Univ., 2015

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 · 2015

ISBN 978-3-8316-4537-4

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.

Gunther Reinhart

Michael Zäh

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Verzeichnis der Abkürzungen	V
Verzeichnis der Formelzeichen	IX
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangssituation.....	1
1.2 Problembeschreibung	2
1.3 Zielstellung der Arbeit.....	5
1.4 Aufbau der Arbeit.....	7
2 Grundlagen	11
2.1 Übersicht.....	11
2.2 Flexibilität in der Produktion.....	11
2.2.1 Allgemeines.....	11
2.2.2 Definition Flexibilität.....	11
2.2.3 Arten der Flexibilität	12
2.3 Produktionsplanung und -steuerung	13
2.3.1 Allgemeines.....	13
2.3.2 Produktionsplanung.....	15
2.3.3 Produktionssteuerung	17
2.3.4 Zielsystem der Produktionsplanung und -steuerung.....	17
2.3.5 Datenverwaltung in der Produktionsplanung und -steuerung.....	21
2.3.6 Systeme zur Produktionsplanung und -steuerung	23
2.4 Daten- und Informationsmanagement in der auftragsbezogenen Produktion.	24
2.4.1 Allgemeines.....	24
2.4.2 Betriebsdatenerfassung	25
2.4.3 Informations- und Kommunikationstechnik	26
2.5 Kennzahlen und Kennzahlensysteme	28

2.6	Technische Wissensverarbeitung.....	29
2.6.1	Allgemeines	29
2.6.2	Wissensbasierte Systeme	33
2.6.2.1	Allgemeines.....	33
2.6.2.2	Architektur eines wissensbasierten Systems.....	34
2.6.2.3	Wissensrepräsentation.....	36
2.6.3	Knowledge Discovery in Databases	39
2.7	Zusammenfassung und Fazit.....	42
3	Stand der Forschung und Technik.....	43
3.1	Übersicht	43
3.2	Ansätze zur Betriebsdatenerfassung mit intelligenten Produkten	43
3.3	Ansätze zur Steigerung der Stammdatenqualität	47
3.4	Ansätze zur Optimierung der Maschinenbelegung.....	50
3.5	Fazit und resultierender Handlungsbedarf	53
4	Übersicht über das System zur wissensbasierten Maschinenbelegungsplanung.....	57
5	Aufnahme und Verarbeitung produktspezifischer Auftragsdaten	61
5.1	Übersicht	61
5.2	Datenmodell für die wissensbasierte Maschinenbelegungsplanung.....	62
5.2.1	Allgemeines	62
5.2.2	Graphenbasierte Modellierung von Arbeitsvorgangsfolgen	63
5.2.3	Auftragsmodell	66
5.2.4	Ressourcenmodell.....	69
5.2.5	Produktionsmodell	71
5.3	Aufnahme produktspezifischer Auftragsdaten	73
5.3.1	Allgemeines	73
5.3.2	Systemelemente des Offline-Betriebsdatenerfassungssystems	73
5.3.3	Funktionen des Offline-Betriebsdatenerfassungssystems	75
5.3.3.1	Übersicht	75
5.3.3.2	Funktion Erfassung Auftragsdaten.....	75

5.3.3.3	Funktion Bewertung Produktionszustand	80
5.4	Analyse produktspezifischer Auftragsdaten.....	85
5.4.1	Allgemeines.....	85
5.4.2	Funktionen des Auftragsdaten-Analysesystems	86
5.4.2.1	Übersicht	86
5.4.2.2	Funktion Bereitstellung Stammdaten	87
5.4.2.3	Funktion Ableitung Produktionswissen.....	93
5.5	Zusammenfassung und Fazit	106
6	Wissensbasierte Maschinenbelegungsplanung.....	109
6.1	Übersicht.....	109
6.2	Systemelemente der wissensbasierten Maschinenbelegungsplanung	109
6.3	Ablauf der wissensbasierten Maschinenbelegungsplanung	112
6.4	Funktionen der wissensbasierten Maschinenbelegungsplanung	114
6.4.1	Übersicht	114
6.4.2	Funktion Planung Maschinenbelegung	114
6.4.3	Funktion Prädiktion Produktionszustand	118
6.4.4	Funktion Adaption Durchlaufzeit-Anteil	119
6.5	Zusammenfassung und Fazit	126
7	Umsetzung und Bewertung.....	127
7.1	Übersicht.....	127
7.2	Prototypische Umsetzung des Systems zur wissensbasierten Maschinenbelegungsplanung	127
7.2.1	Systemübersicht des Hard- und Software-Demonstrators	127
7.2.2	Produktionstechnische Versuchsanlage	129
7.2.3	Simulationsmodell der produktionstechnischen Versuchsanlage	130
7.3	Anwendung des Systems zur wissensbasierten Maschinenbelegungsplanung	132
7.3.1	Allgemeines.....	132
7.3.2	Modellierungsphase	132
7.3.3	Anwendungsphase.....	136
7.3.3.1	Allgemeines	136

7.3.3.2	Offline-Betriebsdatenerfassung mit intelligenten Produkten	136
7.3.3.3	Generierung der dynamischen Stammdaten	138
7.3.3.4	Generierung des Produktionswissens.....	140
7.3.3.5	Wissensbasierte Maschinenbelegungsplanung	143
7.4	Simulationstechnische Validierung	151
7.5	Bewertung	153
7.5.1	Allgemeine Bewertung.....	153
7.5.2	Wirtschaftliche Bewertung.....	155
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	157
9	Literatur	161
10	Anhang	189
10.1	Verzeichnis betreuter Studienarbeiten	189
10.2	Verwendete Softwareprodukte.....	190

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Das produzierende und im Speziellen das verarbeitende Gewerbe sind die wichtigsten Wirtschaftsbereiche in Deutschland und bilden somit den Kern der volkswirtschaftlichen Leistungsfähigkeit (THE BOSTON CONSULTING GROUP 2006, ZÄH ET AL. 2006). So erwirtschaftete das produzierende Gewerbe im Jahr 2013 25,5 % des Bruttoinlandsproduktes der Bundesrepublik (STATISTISCHES BUNDESAMT 2014). Zu den ca. 7,7 Millionen direkt Beschäftigten in diesem Bereich kommen noch ca. 7 Millionen im angrenzenden Dienstleistungssektor sowie etwa in gleicher Anzahl induzierte Beschäftigte hinzu (MCKINSEY & COMPANY 2009). Somit sind über die Hälfte der Arbeitsplätze in Deutschland direkt oder indirekt von der Produktion abhängig. Mit einer Exportquote von ca. 76,7 % im Jahr 2013 der Waren im Bereich des Maschinenbaus unterstreicht Deutschland zudem seine Stärke auf dem Weltmarkt in der Produktionstechnik (STATISTA 2014). Auch im internationalen Vergleich wird deutlich, dass keine andere westliche Industrienation so stark auf die Produktion ausgerichtet ist wie Deutschland (UN DATA 2012).

Mit dem Ziel, die skizzierte Stellung auch an einem Hochlohnstandort wie Deutschland in Zukunft innezuhaben, sind Unternehmen im produzierenden Gewerbe heutzutage mehr denn je besonderen Herausforderungen ausgesetzt. Diese sind u. a. Globalisierung, Dynamisierung der Produktlebenszyklen, Durchdringung mit neuen Technologien, Ressourcenverknappung, Risiko der Instabilität und demografischer Wandel (ABELE & REINHART 2011). Des Weiteren konnte ein kontinuierlicher Anstieg des Anspruchsniveaus der Kunden beobachtet werden (LINDEMANN ET AL. 2006). Dies hat u. a. zu einer deutlichen Steigerung der Variantenzahlen bei sinkendem Mengenvolumen, verkürzten Lieferzeiten, intransparenten Entwicklungs- und Herstellungskosten sowie einer höheren Anfälligkeit der Produkte und Produktionsprozesse gegenüber äußeren Einflüssen (z. B. Nachfrageschwankungen, technische Änderungen) geführt (WESTKÄMPER 2003, LINDEMANN ET AL. 2006, WILDEMANN 2012). Folglich ist das Unternehmensumfeld aufgrund seiner dynamischen Natur und der vielen Einflussgrößen hochkomplex und kann als turbulent bezeichnet werden (WARNECKE 1996, CALANTONE ET AL. 2003, WIENDAHL 2006) und erschwert zunehmend die Erstellung verlässlicher Produktionsprogramme (LÖDDING 2008).

Die Konkurrenzfähigkeit deutscher Betriebe ist infolge der Studie *Untersuchung über die Zukunft der Produktion in Deutschland* des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung ISI maßgeblich auf die Fähigkeit, „*mit technologisch führenden Produkten und einer flexiblen und leistungsfähigen Produktion kundenspezifische Produkte höchster Qualität herstellen zu können*“ (SCHIRRMEISTER ET AL. 2003, S. 72), zurückzuführen. Die Erfüllung der Kundenwünsche beinhaltet aber zudem einen Anstieg der hierfür erforderlichen variablen spezifischen Komponenten und hat eine Reduzierung von standardisierten Bauteilen zur Folge (ADAM 1998). Mit der steigenden Produktkomplexität (BIENIEK 2001) findet ebenfalls ein Wandel von standardisierten zu individualisierten Produktionsabläufen statt (WIENDAHL 2002) und führt zu neuen Produkterstellungsprozessen und damit auch zu veränderten Anforderungen an die Fabrik (GÜNTHER ET AL. 2006). Somit bestehen im Bereich der Produktion erhöhte Anforderungen an die Flexibilität (REINHART & HABICHT 2001). Für die Fertigung und Montage bedingt dies Produktionssysteme, die eine schnelle und effiziente strukturelle Anpassung der Produktion ermöglichen (BROWNE ET AL. 1984, SETHI & SETHI 1990, WIENDAHL ET AL. 2007, NYHUIS ET AL. 2008). Die Anpassungsfähigkeit an sich ständig wandelnde Anforderungen ist nach WESTKÄMPFER (2003) somit ein Maß des wirtschaftlichen Erfolges sowie der Wettbewerbsfähigkeit von produzierenden Unternehmen.

1.2 Problembeschreibung

Auf Basis der zuvor dargestellten Rahmenbedingungen führt das zu der Forderung, durch eine adäquate Planung und Steuerung und den Einsatz angemessener Technologien, eine Flexibilität der gesamten Produktion zu realisieren (KLEINE ET AL. 2007). Die Flexibilität in der Produktion ist demnach neben der Produktqualität das wichtigste Differenzierungskriterium kleiner und mittelständischer Unternehmen, um sich von Wettbewerbern abzuheben und gleichzeitig Kosten- nachteile zu kompensieren (SEIDEL & GARREL 2011). Im Speziellen umfasst dies die Flexibilität hinsichtlich Varianten, Mengen und Produkten, welche am wirtschaftlichsten durch den Organisationstyp der Werkstattfertigung¹ (Verrichtungsprinzip) realisiert werden kann (BRINZER 2005, KLÜBemann 2009). Bedingt

¹ Die Werkstattfertigung ist nach dem VDI VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E. V. (1992, S. 184) als „*stufenweise Fertigung von Material oder Erzeugnissen in räumlich zusammenhängenden und entsprechend der Arbeitsaufgabe angeordneten ortsgebundenen Arbeitsplätzen eines Teilbereichs bei vorgegebener Artenteilung und unter Einsatz von verschiedenen Arbeitskräften, die während der Arbeitsausführung die Arbeitsplätze wechseln*“ definiert.

durch die hohe verfügbare Flexibilität weist dieser Organisationstyp allerdings eine geringere Produktivität als bei hohen Beständen und langen Durchlaufzeiten (DLZ) auf (ADAM 1998). Bezogen auf den Durchschnitt des verarbeitenden Gewerbes liegt diese nach LAY ET AL. (2009) bei der Einzel- und Kleinserienfertigung bei -5,1 % (vgl. Großserienfertigung 5,0 %) sowie bei der Kundenauftragsfertigung bei -3,6 % (vgl. Produktion auf Lager 17,0 %). Die Kompensation dieser Nachteile durch eine effiziente Abwicklung von Produktionsaufträgen stellt folglich die größte Herausforderung dar, um in der Einzel- oder Kleinserienfertigung kundenindividuelle Produkte in einem turbulenten Marktumfeld termingerecht und zu vertretbaren Kosten zu produzieren.

Zur Beherrschung der beschriebenen kundeninduzierten Komplexität, lassen sich nach WIENDAHL (2006) zwei Grundphilosophien ableiten, die in einer hohen Liefertreue resultieren. Erstens bedarf es einer *differenzierteren Planung*, die eine höhere Aussagekraft aufweist und somit zu realistischen Lieferterminen führt. Zweitens ist eine *reaktionsschnellere Steuerung* erforderlich, um die Erfüllung der zugesagten Liefertermine trotz unerwarteter Vorfälle im Produktionsprozess sicherzustellen. Demgegenüber stehen die von SCHUH & WESTKÄMPER (2006) in der Studie *Liefertreue im Maschinen- und Anlagenbau* identifizierten wesentlichen Stolpersteine in der Lieferterminermittlung wie auch -erfüllung (vgl. Abbildung 1). Unter den 80 befragten Unternehmen, die hauptsächlich aus dem Maschinen- und Anlagenbau stammen, wurden ungenügende Stamm- und Rückmeldedaten sowie eine inkonsistente Auftragssteuerung als wesentliche Hemmnisse genannt.

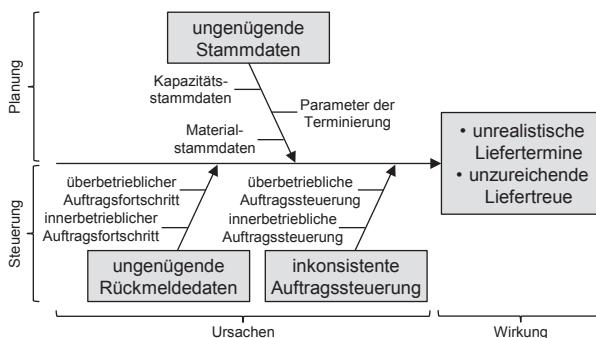


Abbildung 1: Stolpersteine in der Lieferterminermittlung und -erfüllung (nach SCHUH & WESTKÄMPER 2006)

Gerade die hohe Volatilität in der auftragsbezogenen Produktion in Verbindung mit darauf nicht angepassten Stammdaten² (Kapazitäts- und Materialstammdaten sowie Parameter der Terminierung) führt zwangsläufig zu unrealistischen Produktionsplänen und damit zu unrealistischen Lieferterminen. Nach KURBEL (2005) liegt ein Grund darin, dass Durchschnitts- oder Erfahrungswerte zur Planung herangezogen werden. Diese berücksichtigen jedoch nicht, dass die Durchführung der Produktionsaufträge von vielen Faktoren (z. B. Kapazitätsbelastung zum Zeitpunkt der Auftragsfreigabe, Bearbeitungsreihenfolgen an den einzelnen Betriebsmitteln) beeinflusst wird und somit eine unsichere Planungsgrundlage darstellt (KLETTI 2006). Des Weiteren haben z. B. Inkonsistenzen zwischen Terminierungsparametern und der Realität (z. B. Plan-Durchlaufzeit 10 Stunden; Ist-Durchlaufzeit 14 Stunden) wie auch zu hoch angenommene Kapazitäten zu frühe, nicht einhaltbare Liefertermine zur Folge. Gründe für die fehlende Aktualität der Stammdaten sind mangelnde Pflegehäufigkeit, keine definierte Verantwortlichkeit und eine fehlende softwaretechnische Unterstützung zur regelmäßigen Stammdatenüberprüfung. So gaben nur 28 % der befragten Unternehmen an eine regelmäßige, 47 % eine unregelmäßige und 21 % keine Aktualisierung der Terminierungsparameter durchzuführen (SCHUH & WESTKÄMPER 2006). Zum Controlling der Stammdaten werden vornehmlich Rückmelde Daten aus der Produktionsebene verwendet (KURBEL 2005). Die daraus ableitbare Forderung an die hierfür notwendige hohe Datenqualität stellt Unternehmen heutzutage allerdings noch vor große Schwierigkeiten (LÜSSEM 2011). Dies wird vor dem Hintergrund deutlich, dass nur etwa die Hälfte der befragten Unternehmen überhaupt Systeme zur Betriebsdatenerfassung (BDE) verwenden. Untersuchungen von BECKERT & HUDETZ (2002) belegen zudem, dass ca. 60 % der eingesetzten BDE-Systeme als reine Insellösungen für statistische Auswertungen betrieben werden. Eine direkte Verwendung der Betriebsdaten für Planungs- und Steuerungstätigkeiten findet demnach nur selten statt. Aktuell werden etwa 7 % der erfassten Daten für die Steuerung von Unternehmensabläufen eingesetzt (BERNARD 2011). Des Weiteren verhindert ein falsch eingestelltes Rückmelde-raster überdies eine rechtzeitige Reaktion auf unvorhergesehene Situationen (SCHUH & WESTKÄMPER 2006).

² Stammdaten sind nach ISO/TS 8000-1:2011 „*Daten einer Organisation, welche Entitäten beschreiben die gleichzeitig unabhängig und fundamental für diese Organisation sind und die referenziert werden müssen, um Transaktionen durchzuführen*“.

Gerade bei der Maschinenbelegungsplanung, die die Reihenfolge der durchzuführenden Arbeitsvorgänge der Produktionsaufträge auf eine oder mehrere Betriebsmittel festlegt, ergeben sich durch die steigende Anzahl individualisierter Produkte auch zwangsläufig zu berücksichtigende individualisierte Abläufe (WIENDAHL 2002, KURBEL 2005). Dies betrifft vornehmlich die DLZ-Anteile (Bearbeitungs-, Rüst-, Transport- und Liegezeit), welche zum einen von der Arbeitsaufgabe selbst und zum anderen von den Umständen (z. B. Effektivität), unter denen die Arbeitsaufgabe durchgeführt wird, abhängen (REINHART & GEIGER 2011). Erschwerend kommt hinzu, dass bei der Verwendung von Stammdaten zur Maschinenbelegung, die auf Betriebsdaten aus der Vergangenheit basieren, diese nur Gültigkeit haben, wenn sich die Bedingungen in der Produktion (z. B. Kapazitätsauslastung) nicht verändert haben (NYHUIS & WIENDAHL 2003). Folglich ist in der auftragsbezogenen Produktion die Berücksichtigung des Produktionszustandes bei der Maschinenbelegungsplanung essentiell und erfordert somit eine kontextsensitive Bereitstellung der Stammdaten. Allerdings ist eine zufriedenstellende Lösung der gerade beschriebenen Herausforderungen durch den Einsatz konventioneller Planungs- und Steuerungsmethoden in den meisten Fällen nicht möglich. Bestehende Systeme zur Produktionsplanung und -steuerung (PPS) und die darin enthaltenden Algorithmen sind zu starr und werden der vom Markt induzierten Dynamik nicht gerecht (SCHOLZ-REITER ET AL. 2008). Demnach lässt sich die Forderung nach lernfähigen PPS-Systemen formulieren, welche die Fähigkeit aufweisen, sich kontinuierlich an veränderte Bedingungen anzupassen. Es wird deutlich, dass das *Lernen* der technischen Systeme, der Organisationen sowie der Mitarbeiter ein entscheidender Erfolgsfaktor ist und dies die schnelle Adaption zum einen an dynamische Märkte und zum anderen an interne Produkt- und Prozessinnovationen ermöglicht (SAVAGE 1996).

1.3 Zielstellung der Arbeit

Wie im vorherigen Abschnitt erläutert, determiniert die Maschinenbelegungsplanung wesentlich die Erfüllung von Lieferterminen und somit auch den wirtschaftlichen Erfolg von produzierenden Unternehmen. Daraus ergibt sich als übergeordnetes Ziel dieser Arbeit ein System zu entwickeln, welches umsetzbare Maschinenbelegungspläne erzeugt und damit zu einem hohen Lieferterminerfüllungsgrad führt. Hierzu sind im Prozess der Maschinenbelegungsplanung der zu erwartende Zustand in der Produktion, unter dem die einzelnen Arbeitsvorgänge durchgeführt werden, wie auch auftragsfolgebezogene Abhängigkeiten zu berücksichtigen und Terminierungsparameter entsprechend zu wählen bzw. bereit-

zustellen. Zur Realisierung der beschriebenen Zielsetzung sind die folgenden Teilziele umzusetzen:

- *Durchgängig einsetzbares Datenmodell:*

Das zu entwickelnde System muss die Fähigkeit aufweisen, sich selbstständig an wandelnde Bedingungen in der Produktionsebene anzupassen. Dies erfordert ein Datenmodell, welches von der Planung der Maschinenbelegung über die Datenaufnahme im Produktionsprozess bis hin zur Datenanalyse und Ableitung des Produktionswissens eingesetzt werden kann. Dies setzt die strukturierte Verwaltung der Daten als auch die Erweiterbarkeit des Datenmodells voraus.

- *Produktbasierte Aufnahme von Auftragsdaten und Ableitung von Wissen:*

Durch die Verwendung von intelligenten Produkten (vgl. Abschnitt 2.4) ist eine automatisierte, skalierbare Betriebsdatenerfassung zu realisieren. Mit ihrer Hilfe sollen während des Produktionsprozesses alle relevanten Daten aufgenommen und durch eine anschließende Verarbeitung zu einem vollständigen Wissen (u. a. Produktionszustand je DLZ-Anteil) über die Produkterstellung führen. Hierbei sind sowohl die Bereitstellung von Stammdaten als auch die Identifikation von impliziten Zusammenhängen zu betrachten.

- *Algorithmus zur wissensbasierten Maschinenbelegungsplanung:*

Es ist ein Algorithmus erforderlich, welcher unter Berücksichtigung des zu erwartenden Produktionszustandes und weiterer impliziter Zusammenhänge einen qualitativ hochwertigen Maschinenbelegungsplan mit einer hohen Eintrittswahrscheinlichkeit erzeugt. Hierbei ist es zudem entscheidend, die in den Terminierungsparametern enthaltenen Unsicherheiten in einer geeigneten Form zu berücksichtigen.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird der Fokus auf die genannten Teilziele sowie deren Zusammenführung zu einem Gesamtsystem gelegt. Der Bereich der Produktionssteuerung und der damit verbundenen Entwicklung von Steuerungsprinzipien wird hierbei nicht betrachtet. Es soll vielmehr die Möglichkeit vorgesehen werden, bekannte Ansätze in das PPS-System zu integrieren und durch eine qualitativ hochwertigere Stammdatenbasis bessere Planungsergebnisse zu realisieren. Somit ist der Betrachtungsbereich der vorliegenden Arbeit auf die Betriebsdatenerfassung, die Datenaufbereitung und -analyse, die Stammdaten-Bereitstellung sowie die Maschinenbelegungsplanung begrenzt. Die vor- und

nachgelagerten Bereiche werden nicht betrachtet. Die von der Arbeitsvorbereitung erstellten Arbeitspläne sowie das zu produzierende Produktionsprogramm und die dafür notwendigen Betriebsmittel werden als gegeben angesehen. Die Disposition von Material und Hilfsstoffen wird in diesem Kontext nicht betrachtet und durch die Grobterminierung innerhalb des Enterprise Resource Planning (ERP) Systems als bereits erfüllt angesehen. Des Weiteren liegt eine Begrenzung auf innerbetriebliche Prozesse vor.

Der Nachweis der Praxistauglichkeit erfolgt durch die Umsetzung des Gesamtsystems in einem Software-Prototyp (vgl. Kapitel 7). Dessen Validierung findet sowohl an einer produktionstechnischen Versuchsanlage wie auch einem erweiterten Simulationsmodell der Versuchsanlage statt.

1.4 Aufbau der Arbeit

In den vorangegangenen Abschnitten wurden sowohl die Ausgangssituation als auch die zugrundeliegende Problemstellung dargelegt. Zur Erreichung der sich daraus ergebenden Zielstellung (vgl. Abschnitt 1.3), gliedert sich die vorliegende Arbeit, inklusive der Einleitung und der Zusammenfassung, in acht inhaltliche Kapitel (vgl. Abbildung 2).



Abbildung 2: Aufbau der Arbeit

Hierzu werden in *Kapitel 2* die notwendigen Grundlagen im Bereich der Flexibilität in der Produktion, der Produktionsplanung und -steuerung, der Kennzahlen

und Kennzahlensysteme wie auch des Daten- und Informationsmanagements in der auftragsbezogenen Produktion gelegt. Des Weiteren wird die technische Verarbeitung und Repräsentation von Wissen betrachtet. Hierbei wird im Speziellen auf wissensbasierte Systeme als auch auf die Wissensextraktion in Datenbanken, das sog. Knowledge Discovery in Databases (KDD), eingegangen.

Der daraus identifizierte relevante Stand der Forschung und Technik wird in *Kapitel 3* betrachtet und umfasst im Hinblick auf die Zielstellung der vorliegenden Arbeit die Diskussion von Ansätzen in drei Bereichen. Hierbei handelt es sich um die Betriebsdatenerfassung mit intelligenten Produkten, die Steigerung der Stammdatenqualität sowie die Optimierung der Maschinenbelegung. Abgeschlossen wird das Kapitel durch die Ableitung des sich ergebenden Handlungsbedarfs, welcher gleichzeitig die Grundlage für das zu entwickelnde System darstellt.

In Kapitel 4 wird eine Übersicht über das System zur wissensbasierten Maschinenbelegungsplanung gegeben. Hierbei werden die einzelnen Elemente und ihre Beziehungen zueinander beschrieben. Diese sind die produktsspezifischen Auftragsdaten, das Offline-Betriebsdatenerfassungssystem, das Auftragsdaten-Analysesystem und das wissensbasierte Planungssystem.

Aufbauend auf den Anforderungen sowie der Ergebnisse aus der Diskussion des Standes der Forschung und Technik wird in den Kapiteln 5 und 6 das System zur wissensbasierten Maschinenbelegungsplanung auf Basis produktsspezifischer Auftragsdaten entwickelt. In *Kapitel 5* erfolgt die Beschreibung der Haltung, Aufnahme und Verarbeitung der produktsspezifischen Auftragsdaten, welche in den Kontext des KDD-Prozesses gesetzt werden. Dabei findet ein Datenmodell Verwendung, welches eine durchgängige Haltung der Daten innerhalb des Systems zur wissensbasierten Maschinenbelegungsplanung ermöglicht, das aus den Teilmodellen Auftragsmodell, Ressourcenmodell und Produktionsmodell besteht. Des Weiteren wird zur Aufnahme der produktsspezifischen Auftragsdaten ein Ansatz zur produktbasierten Offline-Betriebsdatenerfassung vorgestellt, wobei ein Kennzahlensystem zur Beschreibung des Produktionszustandes verwendet wird. Die auf diese Art erfassten Daten dienen als Grundlage zur Analyse und der damit einhergehenden Bereitstellung von dynamischen Stammdaten sowie der Ableitung des fall- und regelbasierten Produktionswissens.

Der strukturelle Aufbau sowie die Funktionsweise der wissensbasierten Maschinenbelegungsplanung werden in *Kapitel 6* behandelt. Dabei erfüllt sie die Aufga-

be, die Maschinenbelegung entsprechend des zu erwartenden Produktionszustandes mit Hilfe des zuvor erworbenen Produktionswissens festzulegen und damit die Qualität des Planungsergebnisses zu erhöhen. Dies wird durch den Einsatz einer dynamischen Stammdatenbasis wie auch eines wissensbasierten Systems zur Adaption der Dauer von Durchlaufzeit-Anteilen erreicht.

In *Kapitel 7* wird die prototypische Umsetzung des entwickelten Systems in einem Hard- und Software-Demonstrator dargestellt. Dies beinhaltet die Beschreibung sowohl der produktionstechnischen Versuchsanlage als auch das darauf basierende Simulationsmodell, welche zur Validierung des entwickelten Systems herangezogen wurden. Des Weiteren erfolgt eine kritische Bewertung des in den Kapiteln 5 und 6 beschriebenen Systems.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse erfolgt zum Abschluss der Arbeit in *Kapitel 8*. Darauf aufbauend wird zudem ein Ausblick für weiteren Forschungsbedarf im Bereich der wissensbasierten Maschinenbelegungsplanung formuliert.

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 3-931327-76-0
- 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 Produktionsysteme
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 Industrieramik 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 - Produktivitätsteigerung 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 Mikrobauteilen
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 Produktionsysteme - Genauigkeit gezielt entwickeln
131 Seiten - ISBN 3-89675-060-7
- 61 Nicht erscheinen - 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 Produktionsysteme - Die Virtuelle Werkzeugmaschine: Mechatronisches Entwicklungsvergehen, 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 3-89675-069-0
- 70 Mechatronik - Strukturodynamik 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 erscheinen - 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-Erfahrungsförum - 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 - Schlank 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 Simulationsystem für das Strahlschmelzen
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 Band 1-121

herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. J. Milberg und Prof. Dr.-Ing. G. Reinhart,
Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften der Technischen Universität München

Band 1 -121 sind im Springer Verlag, Berlin, Heidelberg erschienen.

- 1 Streifinger, E.: Beitrag zur Sicherung der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit moderner Fertigungsmittel
1986 - 72 Abb. - 167 Seiten · ISBN 3-540-16391-3
- 2 Fuchsberger, A.: Untersuchung der spanenden Bearbeitung von Knochen
1986 - 90 Abb. - 175 Seiten · ISBN 3-540-16392-1
- 3 Maier, C.: Montageautomatisierung am Beispiel des Schraubens mit Industrierobotern
1986 - 77 Abb. - 144 Seiten · ISBN 3-540-16393-X
- 4 Summer, H.: Modell zur Berechnung verzweigter Antriebsstrukturen
1986 - 74 Abb. - 197 Seiten · ISBN 3-540-16394-8
- 5 Simon, W.: Elektrische Vorschubantriebe an NC-Systemen
1986 - 141 Abb. - 198 Seiten · ISBN 3-540-16693-9
- 6 Büchs, S.: Analytische Untersuchungen zur Technologie der Kugelbearbeitung
1986 - 74 Abb. - 173 Seiten · ISBN 3-540-16694-7
- 7 Hunzinger, J.: Schneiderdierte Oberflächen
1986 - 79 Abb. - 162 Seiten · ISBN 3-540-16695-5
- 8 Pilland, U.: Echtzeit-Kollisionsschutz an NC-Drehmaschinen
1986 - 54 Abb. - 127 Seiten · ISBN 3-540-17274-2
- 9 Barthelmeß, P.: Montagegerechtes Konstruieren durch die Integration von Produkt- und Montageprozeßgestaltung
1987 - 70 Abb. - 144 Seiten · ISBN 3-540-18120-2
- 10 Reithofer, N.: Nutzungssicherung von flexibel automatisierten Produktionsanlagen
1987 - 84 Abb. - 176 Seiten · ISBN 3-540-18440-6
- 11 Diess, H.: Rechnerunterstützte Entwicklung flexibel automatisierter Montageprozesse
1988 - 56 Abb. - 144 Seiten · ISBN 3-540-18799-5
- 12 Reinhart, G.: Flexible Automatisierung der Konstruktion und Fertigung elektrischer Leitungssätze
1988 - 112 Abb. - 197 Seiten · ISBN 3-540-19003-1
- 13 Bürstner, H.: Investitionsentscheidung in der rechnerintegrierten Produktion
1988 - 74 Abb. - 190 Seiten · ISBN 3-540-19099-6
- 14 Groha, A.: Universelles Zellenrechnerkonzept für flexible Fertigungssysteme
1988 - 74 Abb. - 153 Seiten · ISBN 3-540-19182-8
- 15 Riese, K.: Klipsmontage mit Industrierobotern
1988 - 92 Abb. - 150 Seiten · ISBN 3-540-19183-6
- 16 Lutz, P.: Leitsysteme für rechnerintegrierte Auftragsabwicklung
1988 - 44 Abb. - 144 Seiten · ISBN 3-540-19260-3
- 17 Klippel, C.: Mobiler Roboter im Materialfluß eines flexiblen Fertigungssystems
1988 - 86 Abb. - 164 Seiten · ISBN 3-540-50468-0
- 18 Rascher, R.: Experimentelle Untersuchungen zur Technologie der Kugelherstellung
1989 - 110 Abb. - 200 Seiten · ISBN 3-540-51301-9
- 19 Heusler, H.-J.: Rechnerunterstützte Planung flexibler Montagesysteme
1989 - 43 Abb. - 154 Seiten · ISBN 3-540-51723-5
- 20 Kirchknopf, P.: Ermittlung modularer Parameter aus Übertragungsfrequenzgängen
1989 - 57 Abb. - 157 Seiten · ISBN 3-540-51724-3
- 21 Sauerer, Ch.: Beitrag für ein Zerspanprozeßmodell Metallbandsägen
1990 - 89 Abb. - 166 Seiten · ISBN 3-540-51868-1
- 22 Karstedt, K.: Positionsbestimmung von Objekten in der Montage- und Fertigung automatisierung
1990 - 92 Abb. - 157 Seiten · ISBN 3-540-51879-7
- 23 Peiker, St.: Entwicklung eines integrierten NC-Planungssystems
1990 - 66 Abb. - 180 Seiten · ISBN 3-540-51880-0
- 24 Schugmann, R.: Nachgiebige Werkzeugaufhängungen für die automatische Montage
1990 - 71 Abb. - 155 Seiten · ISBN 3-540-52138-0
- 25 Wrba, P.: Simulation als Werkzeug in der Handhabungstechnik
1990 - 125 Abb. - 178 Seiten · ISBN 3-540-52231-X
- 26 Eibelshäuser, P.: Rechnerunterstützte experimentelle Modalanalyse mittels gestufter Sinusanregung
1990 - 79 Abb. - 156 Seiten · ISBN 3-540-52451-7
- 27 Prasch, J.: Computerunterstützte Planung von chirurgischen Eingriffen in der Orthopädie
1990 - 113 Abb. - 164 Seiten · ISBN 3-540-52543-2

- 28 Teich, K.: Prozeßkommunikation und Rechnerverbund in der Produktion
1990 - 52 Abb. - 158 Seiten - ISBN 3-540-52764-8
- 29 Pfrang, W.: Rechnergestützte und graphische Planung manueller und teilautomatisierter Arbeitsplätze
1990 - 59 Abb. - 153 Seiten - ISBN 3-540-52829-6
- 30 Tauber, A.: Modellbildung kinematischer Strukturen als Komponente der Montageplanung
1990 - 93 Abb. - 190 Seiten - ISBN 3-540-52911-X
- 31 Jäger, A.: Systematische Planung komplexer Produktionssysteme
1991 - 75 Abb. - 148 Seiten - ISBN 3-540-53021-5
- 32 Hartberger, H.: Wissensbasierte Simulation komplexer Produktionssysteme
1991 - 58 Abb. - 154 Seiten - ISBN 3-540-53326-5
- 33 Tuzcek, H.: Inspektion von Karosseriepreßteilen auf Risse und Einschnürungen mittels Methoden der Bildverarbeitung
1992 - 125 Abb. - 179 Seiten - ISBN 3-540-53965-4
- 34 Fischbacher, J.: Planungsstrategien zur störungstechnischen Optimierung von Reinraum-Fertigungssräten
1991 - 60 Abb. - 166 Seiten - ISBN 3-540-54027-X
- 35 Moser, O.: 3D-Echtzeitkollisionschutz für Drehmaschinen
1991 - 66 Abb. - 177 Seiten - ISBN 3-540-54076-8
- 36 Naber, H.: Aufbau und Einsatz eines mobilen Roboters mit unabhängiger Lokomotions- und Manipulationskomponente
1991 - 85 Abb. - 139 Seiten - ISBN 3-540-54216-7
- 37 Kupec, Th.: Wissensbasiertes Leitsystem zur Steuerung flexibler Fertigungsanlagen
1991 - 68 Abb. - 150 Seiten - ISBN 3-540-54260-4
- 38 Maulhardt, U.: Dynamisches Verhalten von Kreissägen
1991 - 109 Abb. - 159 Seiten - ISBN 3-540-54365-1
- 39 Götz, R.: Strukturierte Planung flexibel automatisierter Montagesysteme für flächige Bauteile
1991 - 86 Abb. - 201 Seiten - ISBN 3-540-54401-1
- 40 Koepfer, Th.: 3D-grafisch-interaktive Arbeitsplanung - ein Ansatz zur Aufhebung der Arbeitsteilung
1991 - 74 Abb. - 126 Seiten - ISBN 3-540-54436-4
- 41 Schmidt, M.: Konzeption und Einsatzplanung flexibel automatisierter Montagesysteme
1992 - 108 Abb. - 168 Seiten - ISBN 3-540-55025-9
- 42 Burger, C.: Produktionsregelung mit entscheidungsunterstützenden Informationssystemen
1992 - 94 Abb. - 186 Seiten - ISBN 3-540-55187-5
- 43 Hößmann, J.: Methodik zur Planung der automatischen Montage von nicht formstabilen Bauteilen
1992 - 73 Abb. - 168 Seiten - ISBN 3-540-5520-0
- 44 Petry, M.: Systematik zur Entwicklung eines modularen Programmabaukastens für robotergeführte Klebefprozesse
1992 - 106 Abb. - 139 Seiten - ISBN 3-540-55374-6
- 45 Schönecker, W.: Integrierte Diagnose in Produktionszellen
1992 - 87 Abb. - 159 Seiten - ISBN 3-540-55375-4
- 46 Bick, W.: Systematische Planung hybrider Montagesysteme unter Berücksichtigung der Ermittlung des optimalen Automatisierungsgrades
1992 - 70 Abb. - 156 Seiten - ISBN 3-540-55378-0
- 47 Gebauer, L.: Prozeßuntersuchungen zur automatisierten Montage von optischen Linsen
1992 - 84 Abb. - 150 Seiten - ISBN 3-540-55378-9
- 48 Schrüfer, N.: Erstellung eines 3D-Simulationssystems zur Reduzierung von Rüstzeiten bei der NC-Bearbeitung
1992 - 103 Abb. - 161 Seiten - ISBN 3-540-55431-9
- 49 Wissbacher, J.: Methoden zur rationalen Automatisierung der Montage von Schnellbefestigungselementen
1992 - 77 Abb. - 176 Seiten - ISBN 3-540-55512-9
- 50 Garnich, F.: Laserbearbeitung mit Robotern
1992 - 110 Abb. - 184 Seiten - ISBN 3-540-55513-7
- 51 Eubert, P.: Digitale Zustandesregelung elektrischer Vorschubantriebe
1992 - 89 Abb. - 159 Seiten - ISBN 3-540-44441-2
- 52 Glaas, W.: Rechnerintegrierte Kabelsatzfertigung
1992 - 67 Abb. - 140 Seiten - ISBN 3-540-55749-0
- 53 Helm, H.J.: Ein Verfahren zur On-Line Fehlererkennung und Diagnose
1992 - 60 Abb. - 135 Seiten - ISBN 3-540-55750-4
- 54 Lang, Ch.: Wissensbasierte Unterstützung der Verfügbarkeitsplanung
1992 - 75 Abb. - 150 Seiten - ISBN 3-540-55751-2
- 55 Schuster, G.: Rechnergestütztes Planungssystem für die flexibel automatisierte Montage
1992 - 67 Abb. - 135 Seiten - ISBN 3-540-55830-6
- 56 Bomm, H.: Ein Ziel- und Kennzahlensystem zum Investitionscontrolling komplexer Produktionssysteme
1992 - 87 Abb. - 195 Seiten - ISBN 3-540-55964-7
- 57 Wendt, A.: Qualitätssicherung in flexibel automatisierten Montagesystemen
1992 - 74 Abb. - 179 Seiten - ISBN 3-540-56044-0
- 58 Hansmaier, H.: Rechnergestütztes Verfahren zur Geräuschminderung
1993 - 67 Abb. - 156 Seiten - ISBN 3-540-56053-2
- 59 Dilling, U.: Planung von Fertigungssystemen unterstützt durch Wirtschaftssimulationen
1993 - 72 Abb. - 146 Seiten - ISBN 3-540-56307-5
- 60 Strohmayr, R.: Rechnergestützte Auswahl und Konfiguration von Zubringeeinrichtungen
1993 - 80 Abb. - 152 Seiten - ISBN 3-540-56652-X
- 61 Glas, J.: Standardisierte Aufbau anwendungsspezifischer Zellenrechnersoftware
1993 - 80 Abb. - 145 Seiten - ISBN 3.540-56890-5
- 62 Stetter, R.: Rechnergestützte Simulationswerkzeuge zur Effizienzsteigerung des Industrieroboter Einsatzes
1994 - 91 Abb. - 146 Seiten - ISBN 3-540-56889-1
- 63 Dirndorfer, A.: Robotersysteme zur förderbandsynchronen Montage
1993 - 76 Abb. - 144 Seiten - ISBN 3-540-57031-4
- 64 Wiedemann, M.: Simulation des Schwingungsverhaltens spanender Werkzeugmaschinen
1993 - 81 Abb. - 137 Seiten - ISBN 3-540-57177-9
- 65 Woenckhaus, Ch.: Rechnergestütztes System zur automatisierten 3D-Layoutoptimierung
1994 - 81 Abb. - 140 Seiten - ISBN 3-540-57284-8
- 66 Kummelsteiner, G.: 3D-Bewegungssimulation als integratives Hilfsmittel zur Planung manueller Montagesysteme
1994 - 62 Abb. - 146 Seiten - ISBN 3-540-57535-9
- 67 Kugelman, F.: Einsatz nachgiebiger Elemente zur wirtschaftlichen Automatisierung von Produktionssystemen
1993 - 76 Abb. - 144 Seiten - ISBN 3-540-57549-9
- 68 Schwarz, H.: Simulationsgestützte CAD/CAM-Kopplung für die 3D-Laserbearbeitung mit integrierter Sensorik
1994 - 96 Abb. - 148 Seiten - ISBN 3-540-57577-4
- 69 Viethen, U.: Systematik zum Prüfen in flexiblen Fertigungssystemen
1994 - 70 Abb. - 142 Seiten - ISBN 3-540-57794-7
- 70 Seehuber, M.: Automatische Inbetriebnahme geschwindigkeitsadaptiver Zustandsregler
1994 - 72 Abb. - 155 Seiten - ISBN 3-540-57896-X
- 71 Armann, W.: Eine Simulationsumgebung für Planung und Betrieb von Produktionssystemen
1994 - 71 Abb. - 129 Seiten - ISBN 3-540-57924-9
- 72 Schöpf, M.: Rechnergestütztes Projektinformations- und Koordinationsystem für das Fertigungsvorfeld
1997 - 63 Abb. - 130 Seiten - ISBN 3-540-58052-2
- 73 Welling, A.: Effizienter Einsatz bildgebender Sensoren zur Flexibilisierung automatisierter Handhabungsvorgänge
1994 - 66 Abb. - 139 Seiten - ISBN 3-540-580-0
- 74 Zettmayer, H.: Verfahren zur simulationsgestützten Produktionseinstellung in der Einzel- und Kleinserienproduktion
1994 - 62 Abb. - 143 Seiten - ISBN 3-540-58134-0

- 75 Lindl, M.: Auftragsleittechnik für Konstruktion und Arbeitsplanung
1994 - 66 Abb. - 147 Seiten - ISBN 3-540-58221-5
- 76 Zipper, B.: Das integrierte Betriebsmittelwesen - Baustein einer flexiblen Fertigung
1994 - 64 Abb. - 147 Seiten - ISBN 3-540-58222-3
- 77 Raitt, P.: Programmierung und Simulation von Zellenabläufen in der Arbeitsvorbereitung
1995 - 51 Abb. - 130 Seiten - ISBN 3-540-58223-1
- 78 Engel, A.: Strömungstechnische Optimierung von Produktionsystemen durch Simulation
1994 - 69 Abb. - 160 Seiten - ISBN 3-540-58258-4
- 79 Zäh, M. F.: Dynamisches Prozeßmodell Kreissägen
1995-95 Abb. - 186 Seiten - ISBN 3-540-58624-5
- 80 Zwanziger, N.: Technologisches Prozeßmodell für die Kugelschleifbearbeitung
1995 - 65 Abb. - 150 Seiten - ISBN 3-540-58634-2
- 81 Romanov, P.: Konstruktionsbegleitende Kalkulation von Werkzeugmaschinen
1995 - 66 Abb. - 151 Seiten - ISBN 3-540-58771-3
- 82 Kahlenberg, R.: Integrierte Qualitätssicherung in flexiblen Fertigungszellen
1995 - 71 Abb. - 136 Seiten - ISBN 3-540-58772-1
- 83 Huber, A.: Arbeitsfolgenplanung mehrstufiger Prozesse in der Hartbearbeitung
1995 - 87 Abb. - 152 Seiten - ISBN 3-540-58773-X
- 84 Birkel, G.: Aufwandsminimierter Wissenserwerb für die Diagnose in flexiblen Produktionszellen
1995 - 64 Abb. - 137 Seiten - ISBN 3-540-58869-8
- 85 Simon, D.: Fertigungsregelung durch zielgrößenorientierte Planung und logistisches Störungsmanagement
1995 - 77 Abb. - 132 Seiten - ISBN 3-540-58942-2
- 86 Nedeljkovic-Groha, V.: Systematische Planung anwendungsspezifischer Materialflussteuerungen
1995 - 94 Abb. - 188 Seiten - ISBN 3-540-58953-8
- 87 Rockland, M.: Flexibilisierung der automatischen Teilbereitstellung in Montageanlagen
1995-83 Abb. - 168 Seiten - ISBN 3-540-58999-6
- 88 Linner, St.: Konzept einer integrierten Produktentwicklung
1995 - 67 Abb. - 168 Seiten - ISBN 3-540-59016-1
- 89 Eder, Th.: Integrierte Planung von Informationssystemen für rechnergestützte Produktionsysteme
1995 - 62 Abb. - 150 Seiten - ISBN 3-540-59084-6
- 90 Deutsche, U.: Prozeßorientierte Organisation der Auftragsentwicklung in mittelständischen Unternehmen
1995 - 80 Abb. - 188 Seiten - ISBN 3-540-59337-3
- 91 Dieterle, A.: Recyclingintegrierte Produktentwicklung
1995 - 68 Abb. - 146 Seiten - ISBN 3-540-60120-1
- 92 Hechl, Chr.: Personalorientierte Montageplanung für komplexe und variantenreiche Produkte
1995 - 73 Abb. - 158 Seiten - ISBN 3-540-60325-5
- 93 Albertz, F.: Dynamikgerechter Entwurf von Werkzeugmaschinen - Gestellstrukturen
1995 - 83 Abb. - 156 Seiten - ISBN 3-540-60608-8
- 94 Trunzer, W.: Strategien zur On-Line Bahnplanung bei Robotern mit 3D-Konturfolgesensoren
1996 - 101 Abb. - 164 Seiten - ISBN 3-540-60961-X
- 95 Fichtmüller, N.: Rationalisierung durch flexible, hybride Montagesysteme
1996 - 83 Abb. - 145 Seiten - ISBN 3-540-60960-1
- 96 Trucks, V.: Rechnergestützte Beurteilung von Getriebestrukturen in Werkzeugmaschinen
1996 - 64 Abb. - 141 Seiten - ISBN 3-540-60599-8
- 97 Schäffer, G.: Systematische Integration adaptiver Produktionssysteme
1996 - 71 Abb. - 170 Seiten - ISBN 3-540-60958-X
- 98 Koch, M. R.: Autonome Fertigungszellen - Gestaltung, Steuerung und integrierte Störungsbehandlung
1996 - 67 Abb. - 138 Seiten - ISBN 3-540-61104-5
- 99 Moctezuma da la Barrera, J. L.: Ein durchgängiges System zur Computer- und rechnergestützten Chirurgie
1996 - 99 Abb. - 175 Seiten - ISBN 3-540-61145-2
- 100 Geuer, A.: Einsatzpotential des Rapid Prototyping in der Produktentwicklung
1996 - 84 Abb. - 154 Seiten - ISBN 3-540-61495-8
- 101 Ebner, C.: Ganzheitliches Verfügbarkeits- und Qualitätsmanagement unter Verwendung von Felddaten
1996 - 67 Abb. - 132 Seiten - ISBN 3-540-61678-0
- 102 Pischelsrieder, K.: Steuerung autonomer mobiler Roboter in der Produktion
1996 - 74 Abb. - 171 Seiten - ISBN 3-540-61714-0
- 103 Köhler, R.: Disposition und Materialbereitstellung bei komplexen variantenreichen Kleinprodukten
1997 - 62 Abb. - 177 Seiten - ISBN 3-540-62024-9
- 104 Feldmann, Ch.: Eine Methode für die integrierte rechnergestützte Montageplanung
1997 - 71 Abb. - 163 Seiten - ISBN 3-540-62059-1
- 105 Lehmann, H.: Integrierte Materialfluß- und Layoutplanung durch Kopplung von CAD- und Ablaufsimulationssystem
1997 - 96 Abb. - 191 Seiten - ISBN 3-540-62202-0
- 106 Wagner, M.: Steuerungsintegrierte Fehlerbehandlung für maschinennahre Abläufe
1997 - 94 Abb. - 164 Seiten - ISBN 3-540-62656-5
- 107 Lorenzen, J.: Simulationsgestützte Kostenanalyse in produktorientierten Fertigungsstrukturen
1997 - 63 Abb. - 129 Seiten - ISBN 3-540-62794-4
- 108 Kröner, U.: Systematik für die rechnergestützte Ähnlichkeitssuche und Standardisierung
1997 - 53 Abb. - 127 Seiten - ISBN 3-540-63338-3
- 109 Pfersdorf, I.: Entwicklung eines systematischen Vorgehens zur Organisation des industriellen Service
1997 - 74 Abb. - 172 Seiten - ISBN 3-540-63615-3
- 110 Kuba, R.: Informations- und kommunikationstechnische Integration von Menschen in der Produktion
1997 - 77 Abb. - 155 Seiten - ISBN 3-540-63642-0
- 111 Kaiser, J.: Vernetztes Gestalten von Produkt und Produktionsprozeß mit Produktmodellen
1997 - 67 Abb. - 139 Seiten - ISBN 3-540-63999-3
- 112 Geyer, M.: Flexibles Planungssystem zur Berücksichtigung ergonomischer Aspekte bei der Produkt- und Arbeitsystemgestaltung
1997 - 85 Abb. - 154 Seiten - ISBN 3-540-64195-5
- 113 Martin, C.: Produktionsregelung - ein modularer, modellbasierter Ansatz
1998 - 73 Abb. - 162 Seiten - ISBN 3-540-64401-6
- 114 Löffler, Th.: Akustische Überwachung automatisierter Fügeprozesse
1998 - 85 Abb. - 136 Seiten - ISBN 3-540-64511-X
- 115 Lindermayer, R.: Qualitätsorientierte Entwicklung von Montagesystemen
1998 - 84 Abb. - 164 Seiten - ISBN 3-540-64686-8
- 116 Koehler, J.: Prozeßorientierte Teamstrukturen in Betrieben mit Großserienfertigung
1998 - 75 Abb. - 185 Seiten - ISBN 3-540-65037-7
- 117 Schuller, R. W.: Leitfaden zum automatisierten Auftrag von hochviskosen Dichtmaschen
1999 - 76 Abb. - 162 Seiten - ISBN 3-540-65320-1
- 118 Debusch, M.: Integrierte Methodik und Werkzeuge zur herstellungsoorientierten Produktentwicklung
1999 - 104 Abb. - 169 Seiten - ISBN 3-540-65350-3

- 119 **Bauer, L.:** Strategien zur rechnergestützten Offline- Programmierung von 3D-Laseranlagen
1999 - 98 Abb. - 145 Seiten - ISBN 3-540-65382-1
- 120 **Pfob, E.:** Modellgestützte Arbeitsplanung bei Fertigungsmaschinen
1999 - 69 Abb. - 154 Seiten - ISBN 3-540-65525-5
- 121 **Spitznagel, J.:** Erfahrungsgleitete Planung von Laseranlagen
1999 - 63 Abb. - 156 Seiten - ISBN 3-540-65896-3

Forschungsberichte IWB ab Band 122

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

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 Produktionsysteme
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 Kugelman:** Aufgabenorientierte Offline-Programmierung von
Industrierobotern
168 Seiten - ISBN 978-3-89675-615-2
- 128 **Rolf Diesch:** Steigerung der organisatorischen Verfügbarkeit von
Fertigungszellen
160 Seiten - ISBN 978-3-89675-618-3
- 129 **Werner E. Lulay:** Hybrid-hierarchische Simulationsmodelle zur
Konstruktion 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 Machi:** 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
Partnerverbünden
152 Seiten - ISBN 978-3-89675-645-9
- 133 **Knut Heitmann:** Sichere Prognosen für die Produktionsoptimierung
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 Industriereramik
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. Schilfenbacher:** Konfiguration virtueller
Wertschöpfungsketten in dynamischen, heterarchischen
Kompetenznetzwerken
187 Seiten - ISBN 978-3-89675-754-8
- 141 **Andreas Sprengel:** 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 Lehrer:** 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:** Sensorgeführt 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 978-3-8316-0212-2
- 152 *Stephan Dürschmidt*: 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 Teilebereitstellung
136 Seiten · ISBN 978-3-8316-0028-1
- 154 *Wolfgang Ruderer*: 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 Laserstrahlenschweißens 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 Fährer*: Ganzheitliche Optimierung des indirekten Metall-Lasersinterprozesses
176 Seiten · ISBN 978-3-8316-0124-0
- 164 *Jürgen Höppner*: Verfahren zur berührungslosen Handhabung mittels leistungsfreier 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*: Anzielverfahren für hochfeste Schraubenverbindungen auf Basis akustischer Emissionen
164 Seiten · ISBN 978-3-8316-0174-5
- 170 *Paul lens 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
252 Seiten · ISBN 978-3-8316-0202-5
- 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 telepräsentier Montagesysteme
158 Seiten · ISBN 978-3-8316-0215-5
- 176 *Wolfgang Broser*: Methode zur Definition und Bewertung von Anwendungsfeldern für Kompetenznetzwerke
224 Seiten · ISBN 978-3-8316-0217-9
- 177 *Frank Breitinger*: Ein ganzheitliches Konzept zum Einsatz des indirekten Metall-Lasersinters für das Druckgießen
156 Seiten · ISBN 978-3-8316-0227-8
- 178 *Johann von Pieverling*: 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 *Joachim Berkak*: Methodik zur strukturierten Auswahl von Auftragsabwicklungsystmen
244 Seiten · ISBN 978-3-8316-0258-2
- 182 *Christian Meierhofer*: 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 Meinrl*: 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 Konturfolgesysteme
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 Produktionsystemen
200 Seiten · ISBN 978-3-8316-0475-3

- 192 *Florian Auer*: Methode zur Simulation des Laserstrahlenschweißens 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 Kostenenkung 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 Schilp*: 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
214 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 Rooren*: 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-Griebisch*: Overcoming the Network Problem in Telepresence Systems with Prediction and Inertia
150 Seiten · ISBN 978-3-8316-0701-3
- 206 *Michael Ehrensträßer*: Sensorsreinsatz 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 Schlickerrieder*: Methodik zur Prozessoptimierung beim automatisierten elastischen Kleben großflächiger Bauteile
204 Seiten · ISBN 978-3-8316-0776-1
- 212 *Niklas Möller*: Bestimmung der Wirtschaftlichkeit wandlungsfähiger Produktionsysteme
260 Seiten · ISBN 978-3-8316-0778-5
- 213 *Daniel Siedl*: Simulation des dynamischen Verhaltens von Werkzeugmaschinen während Verfahrbewegungen
226 Seiten · ISBN 978-3-8316-0779-2
- 214 *Dirk Ansorge*: 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 Oerli*: Strukturmechanische Berechnung und Regelungssimulation von Werkzeugmaschinen mit elektromechanischen Vorschubantrieben
194 Seiten · ISBN 978-3-8316-0798-3
- 217 *Bernd Petzold*: Entwicklung eines Operatorarbeitsplatzes für die telepräsente Mikromontage
234 Seiten · ISBN 978-3-8316-0805-8
- 218 *Locas Papadakis*: Simulation of the Structural Effects of Welded Frame Assemblies in Manufacturing Process Chains
260 Seiten · ISBN 978-3-8316-0813-3
- 219 *Mathias Mörtl*: 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*: Laserstrahlbiegen 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 Elektronenstrahlsinterns
200 Seiten · ISBN 978-3-8316-0841-6
- 224 *Mark Hartensteller*: Eine Methodik zur Entwicklung und Herstellung von Radiumtargets
198 Seiten · ISBN 978-3-8316-0849-2
- 225 *Jochen Werner*: Methode zur roboterbasierten 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 zeitfensterbasierter Planungssysteme in überbetrieblichen Wertschöpfungsketten
204 Seiten · ISBN 978-3-8316-0891-1
- 233 *Michael Spitzweg*: Methoden und Konzept für den Einsatz eines physikalischen Modells in der Entwicklung von Produktionsanlagen
180 Seiten · ISBN 978-3-8316-0931-4

- 234 *Ulrich Munzert*: Bahnplanungsalgorithmen für das robotergestützte Remote-Laserstrahlschweißen
176 Seiten - ISBN 978-3-8316-0948-2
- 235 *Georg Völlner*: Röhrebschweißen mit Schwerlast-Industrierobotern
232 Seiten - ISBN 978-3-8316-0955-0
- 236 *Nils Müller*: Modell für die Beherrschung und Reduktion von Nachfrageschwankungen
286 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*: Modularer Vibrationswendelförderer zur flexiblen Teilezuführung
190 Seiten - ISBN 978-3-8316-4027-0
- 241 *Andreas Ersch*: 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 978-3-8316-4030-8
- 243 *Martin Georg Prasch*: Integration leistungsgewandelter Mitarbeiter in die varianterneiche Serienmontage
261 Seiten - ISBN 978-3-8316-4033-1
- 244 *Johannes Schipf*: Adaptive Montagesysteme für hybride Mikrosysteme unter Einsatz von Telepräsenz
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-4063-8
- 245 *Stefan Lutzmann*: Beitrag zur Prozessbeherrschung des Elektronenstrahl schmelzens
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 berührungsloser 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 entwicklungs begleitenden 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 Mork*: Qualitätsbewertung und -regelung für die Fertigung von Karosserie teilen in Presswerkten auf Basis Neuronaler Netze
228 Seiten - ISBN 978-3-8316-4127-7
- 252 *Florian Reichl*: Methode zum Management der Kooperation von Fabrik- und Technologieplanung
224 Seiten - ISBN 978-3-8316-4128-4
- 253 *Paul Gebhard*: Dynamisches Verhalten von Werkzeugmaschinen bei Anwendung für das Röhrebschweißen
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4129-1
- 254 *Michael Heinz*: Modellunterstützte Auslegung berührungsloser Ultraschallgrefsysteme 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 Lacur*: 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 Radj*: 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 Rührstorfer*: Röhrebschweißen 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 pulverbettbasierte 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-Vorformlingen
252 Seiten - ISBN 978-3-8316-4233-5
- 269 *Tobias Zeilinger*: Laserbasierte Bauteilellagebestimmung 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 Schwunggrad-Reibscheiben durch modellbasierte Regelungsverfahren
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4245-8
- 272 *William Brice Tekkou Moutchivo*: A New Programming Approach for Robot-based Flexible Inspection systems
232 Seiten - ISBN 978-3-8316-4247-2
- 273 *Matthias Waibel*: Aktive Zusatzsysteme zur Schwingungsreduktion an Werkzeugmaschinen
158 Seiten - ISBN 978-3-8316-4250-2
- 274 *Christian Eschey*: Maschinenspezifische Erhöhung der Prozessfähigkeit in der additiven Fertigung
216 Seiten - ISBN 978-3-8316-4270-0
- 275 *Florian Aull*: Modell zur Ableitung effizienter Implementierungsstrategien für Lean-Production-Methoden
270 Seiten - ISBN 978-3-8316-4283-0
- 276 *Marcus Henauer*: Entwicklungsbegleitende Prognose der mechatronischen Eigenschaften von Werkzeugmaschinen
214 Seiten - ISBN 978-3-8316-4306-6

- 277 *Alexander Götzfried*: Analyse und Vergleich fertigungstechnischer Prozessketten für Flugzeugtriebwerks-Rotoren
220 Seiten · ISBN 978-3-8316-4310-3
- 278 *Saskia Reinhardt*: Bewertung der Ressourceneffizienz in der Fertigung
232 Seiten · ISBN 978-3-8316-4317-2
- 279 *Fabian J. Meling*: Methodik für die Rekombination von Anlagentechnik
192 Seiten · ISBN 978-3-8316-4319-6
- 280 *Jörg Egbers*: Identifikation und Adaption von Arbeitsplätzen für leistungsgewandelte Mitarbeiter entlang des Montageplanungsprozesses
192 Seiten · ISBN 978-3-8316-4328-8
- 281 *Max von Bredow*: Methode zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit und des Risikos unternehmensübergreifender Wertschöpfungskonfigurationen in der Automobilindustrie
204 Seiten · ISBN 978-3-8316-4337-0
- 282 *Tobias Philipp*: RFID-gestützte Produktionssteuerungsverfahren für die Herstellung von Bauteilen aus Faserverbundkunststoffen
142 Seiten · ISBN 978-3-8316-4346-2
- 283 *Stefan Rainer Johann Brauneuther*: Untersuchungen zur Lasersicherheit für Materialbearbeitungsanwendungen mit brillanten Laserstrahlquellen
232 Seiten · ISBN 978-3-8316-4348-6
- 284 *Johannes Pohl*: Adaption von Produktionsstrukturen unter Berücksichtigung von Lebenszyklen
202 Seiten · ISBN 978-3-8316-4358-7
- 285 *Matthey Wiesbeck*: Struktur zur Repräsentation von Montagesequenzen für die situationsorientierte Workerführung
194 Seiten · ISBN 978-3-8316-4369-1
- 286 *Sonja Huber*: In-situ-Legierungsbestimmung beim Laserstrahlschweißen
206 Seiten · ISBN 978-3-8316-4370-7
- 287 *Robert Wiedemann*: Prozessmodell und Systemtechnik für das laserunterstützte Fräsen
220 Seiten · ISBN 978-3-8316-4384-4
- 288 *Thomas Irenhauser*: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz
242 Seiten · ISBN 978-3-8316-4404-9
- 289 *Jens Hatwig*: Automatisierte Bahnanplanung für Industrieroboter und Scanneroptiken bei der Remote-Laserstrahlbearbeitung
196 Seiten · ISBN 978-3-8316-4405-6
- 290 *Matthias Baur*: Aktives Dämpfungssystem zur Ratterunterdrückung an spanenden Werkzeugmaschinen
210 Seiten · ISBN 978-3-8316-4408-7
- 291 *Alexander Schöber*: Eine Methode zur Wärmequellenkalibrierung in der Schweißstruktur simulation
198 Seiten · ISBN 978-3-8316-4415-5
- 292 *Matthias Glonegger*: Berücksichtigung menschlicher Leistungsschwankungen bei der Planung von Variantenfertigungsmontagesystemen
214 Seiten · ISBN 978-3-8316-4419-3
- 293 *Markus Kahnert*: Scanstrategien zur verbesserten Prozessführung beim Elektronenstrahl schmelzen (EBSM)
228 Seiten · ISBN 978-3-8316-4416-2
- 294 *Sebastian Schindler*: Strategische Planung von Technologieketten für die Produktion
220 Seiten · ISBN 978-3-8316-4443-6
- 295 *Tobias Föcker*: Methode zur rechnergestützten Prozessgestaltung des Schleifhärtens
128 Seiten · ISBN 978-3-8316-4448-3
- 296 *Rüdiger Spiller*: Einsatz und Planung von Roboterassistenz zur Berücksichtigung von Leistungswandlungen in der Produktion
286 Seiten · ISBN 978-3-8316-4450-6
- 297 *Daniel Schmid*: Röhrebschweißen von Aluminiumlegierungen mit Stählen für die Automobilindustrie
300 Seiten · ISBN 978-3-8316-4452-0
- 298 *Florian Karl*: Bedarfsermittlung und Planung von Rekonfigurationen an Betriebsmitteln
222 Seiten · ISBN 978-3-8316-4458-2
- 299 *Philipp Ronald Engelhardt*: System für die RFID-gestützte situationsbasierte Produktionssteuerung in der auftragsbezogenen Fertigung und Montage
246 Seiten · ISBN 978-3-8316-4472-8
- 300 *Markus Graßl*: Bewertung der Energieflexibilität in der Produktion
202 Seiten · ISBN 978-3-8316-4476-6
- 301 *Thomas Kirchmeier*: Methode zur Anwendung der berührungslosen Handhabung mittels Ultraschall im automatisierten Montageprozess
196 Seiten · ISBN 978-3-8316-4478-0
- 302 *Oliver Rösch*: Steigerung der Arbeitsgenauigkeit bei der Fräsbearbeitung metallischer Werkstoffe mit Industrierobotern
214 Seiten · ISBN 978-3-8316-4486-5
- 303 *Christoph Sieben*: Entwicklung eines Prognosemodells zur prozessbegleitenden Beurteilung der Montagequalität von Kolbendichtungen
194 Seiten · ISBN 978-3-8316-4510-7
- 304 *Philipp Alexander Schmidt*: Laserstrahlschweißen elektrischer Kontakte von Lithium-Ionen-Batterien in Elektro- und Hybridfahrzeugen
190 Seiten · ISBN 978-3-8316-4519-0
- 305 *Yi Shen*: System für die Mensch-Roboter-Koexistenz in der Fließmontage
230 Seiten · ISBN 978-3-8316-4520-6
- 306 *Thomas Bonin*: Moderne Ordnungsreduktionsverfahren für die Simulation des dynamischen Verhaltens von Werkzeugmaschinen
274 Seiten · ISBN 978-3-8316-4522-0
- 307 *Jan Daniel Musol*: Remote-Laserstrahl-Abtragschneiden
168 Seiten · ISBN 978-3-8316-4523-7
- 308 *Emin Genc*: Frühwarnsystem für ein adaptives Störungsmanagement
234 Seiten · ISBN 978-3-8316-4525-1
- 309 *Mirko Langhorst*: Beherrschung von Schweißverzug und Schweißspannungen
252 Seiten · ISBN 978-3-8316-4524-2
- 310 *Markus Schweier*: Simulative und experimentelle Untersuchungen zum Laserschweißen mit Strahloszillation
282 Seiten · ISBN 978-3-8316-4536-7
- 311 *Florian Geiger*: System zur wissensbasierten Maschinenbelegungsplanung auf Basis produktsspezifischer Auftragsdaten
224 Seiten · ISBN 978-3-8316-4537-4