

Markus Wiedemann

**Methodik zur auslastungsorientierten  
Angebotsterminierung für hochvariante  
Produkte mit kundenindividuellen  
Leistungsanteilen**



Herbert Utz Verlag · München

## **Forschungsberichte IWB**

Band 324

Zugl.: Diss., München, Techn. Univ., 2016

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 · 2016

ISBN 978-3-8316-4599-2

Printed in Germany  
Herbert Utz Verlag GmbH, München  
089-277791-00 · [www.utzverlag.de](http://www.utzverlag.de)

# Inhaltsverzeichnis

|                                                    |             |
|----------------------------------------------------|-------------|
| <b>Inhaltsverzeichnis.....</b>                     | <b>I</b>    |
| <b>Abbildungsverzeichnis.....</b>                  | <b>VII</b>  |
| <b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>                  | <b>XV</b>   |
| <b>Verzeichnis der Formelzeichen.....</b>          | <b>XVII</b> |
| <b>1 Einleitung.....</b>                           | <b>1</b>    |
| 1.1 Ausgangssituation.....                         | 1           |
| 1.2 Problemstellung.....                           | 4           |
| 1.3 Zielsetzung.....                               | 8           |
| 1.4 Aufbau der Arbeit.....                         | 9           |
| <b>2 Grundlagen der Individualisierung.....</b>    | <b>13</b>   |
| 2.1 Kapitelüberblick.....                          | 13          |
| 2.2 Individualisierung aus Produktsicht.....       | 13          |
| 2.3 Individualisierung aus Prozesssicht.....       | 15          |
| 2.3.1 Gestaltung der Kundenintegration.....        | 15          |
| 2.3.2 Festlegung der Auftragsabwicklung.....       | 19          |
| 2.3.2.1 Begriffsdefinition.....                    | 19          |
| 2.3.2.2 Prozessbeschreibung.....                   | 21          |
| 2.4 Zwischenfazit.....                             | 23          |
| <b>3 Grundlagen der Angebotsbearbeitung.....</b>   | <b>25</b>   |
| 3.1 Kapitelüberblick.....                          | 25          |
| 3.2 Prozesse in der Angebotsbearbeitung.....       | 25          |
| 3.2.1 Begriffsdefinition und Prozessüberblick..... | 25          |

|          |                                                             |           |
|----------|-------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2.2    | Phase der Angebotsvorbereitung .....                        | 27        |
| 3.2.3    | Phase der Angebotserstellung .....                          | 28        |
| 3.2.4    | Phase der Angebotsnachbereitung .....                       | 30        |
| 3.3      | Ergebnisse aus der Angebotsbearbeitung .....                | 30        |
| 3.4      | Software in der Angebotsbearbeitung .....                   | 32        |
| 3.4.1    | Systemüberblick .....                                       | 32        |
| 3.4.2    | ERP-Systeme .....                                           | 34        |
| 3.4.3    | CRM-Systeme .....                                           | 36        |
| 3.4.4    | Konfigurationssysteme.....                                  | 38        |
| 3.5      | Zwischenfazit.....                                          | 40        |
| <b>4</b> | <b>Stand von Wissenschaft und Technik .....</b>             | <b>41</b> |
| 4.1      | Kapitelüberblick.....                                       | 41        |
| 4.2      | Verfahren zur Ableitung der Auftragswahrscheinlichkeit..... | 41        |
| 4.2.1    | Überblick der Verfahrensarten.....                          | 41        |
| 4.2.2    | Qualitative Verfahren.....                                  | 42        |
| 4.2.3    | Quantitative Verfahren.....                                 | 44        |
| 4.2.4    | Scoring-Modelle.....                                        | 46        |
| 4.2.5    | Zusammenfassung.....                                        | 49        |
| 4.3      | Verfahren zur Ableitung des Produktliefertermins.....       | 50        |
| 4.3.1    | Betrachtungsgegenstand.....                                 | 50        |
| 4.3.2    | Planungsgrößen .....                                        | 51        |
| 4.3.2.1  | Berechnung der Arbeitsplatzdurchlaufzeit.....               | 51        |
| 4.3.2.2  | Berechnung der Produktionskapazität.....                    | 53        |

|          |                                                                                              |           |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.3.3    | Planungsverfahren .....                                                                      | 55        |
| 4.3.3.1  | Durchlauforientierte Verfahren .....                                                         | 55        |
| 4.3.3.2  | Kapazitätsorientierte Verfahren.....                                                         | 60        |
| 4.3.4    | Zusammenfassung .....                                                                        | 64        |
| 4.4      | Bewertung und Handlungsbedarf.....                                                           | 66        |
| <b>5</b> | <b>Konzeption der Methodik zur auslastungsorientierten<br/>Angebotsterminierung .....</b>    | <b>69</b> |
| 5.1      | Kapitelüberblick .....                                                                       | 69        |
| 5.2      | Anforderungen an die Methodik .....                                                          | 69        |
| 5.2.1    | Kategorisierung der Anforderungen.....                                                       | 69        |
| 5.2.2    | Spezifische Anforderungen .....                                                              | 70        |
| 5.2.3    | Allgemeine Anforderungen.....                                                                | 71        |
| 5.2.4    | Zusammenfassung der Anforderungen .....                                                      | 71        |
| 5.3      | Entwurf der Methodik.....                                                                    | 72        |
| 5.3.1    | Gesamtprozess – Prozessschaubild .....                                                       | 72        |
| 5.3.2    | Input aus der Produktionsplanung .....                                                       | 74        |
| 5.3.3    | Prozess der Angebotsbearbeitung .....                                                        | 76        |
| 5.3.3.1  | Angebotsvorbereitung .....                                                                   | 76        |
| 5.3.3.2  | Angebotserstellung .....                                                                     | 76        |
| 5.3.3.3  | Angebotsnachbereitung .....                                                                  | 84        |
| 5.3.4    | Output an die Produktionsplanung .....                                                       | 84        |
| 5.4      | Zwischenfazit .....                                                                          | 86        |
| <b>6</b> | <b>Detaillierung der Methodik zur auslastungsorientierten<br/>Angebotsterminierung .....</b> | <b>87</b> |

|         |                                                                |     |
|---------|----------------------------------------------------------------|-----|
| 6.1     | Kapitelüberblick.....                                          | 87  |
| 6.2     | Wissensbasierte Bestimmung der Auftragswahrscheinlichkeit..... | 88  |
| 6.2.1   | Herleitung der Auftragswahrscheinlichkeit .....                | 88  |
| 6.2.2   | Kundenspezifische Auftragswahrscheinlichkeit $AW_K$ .....      | 89  |
| 6.2.3   | Produktspezifische Auftragswahrscheinlichkeit $AW_P$ .....     | 91  |
| 6.2.4   | Berechnung der Auftragswahrscheinlichkeit .....                | 94  |
| 6.2.5   | Aktualisierung der Auftragswahrscheinlichkeit .....            | 97  |
| 6.2.6   | Zusammenfassung – Auftragswahrscheinlichkeit .....             | 98  |
| 6.3     | Simulationsbasierte Bestimmung des Produktliefertermins.....   | 99  |
| 6.3.1   | Planungsablauf – Struktur und Prozesselemente .....            | 99  |
| 6.3.2   | Durchlaufterminierung – Prüfung des Wunschtermins .....        | 101 |
| 6.3.2.1 | Vorbemerkung.....                                              | 101 |
| 6.3.2.2 | Prozessbeschreibung .....                                      | 102 |
| 6.3.2.3 | Ergebnisinterpretation .....                                   | 104 |
| 6.3.3   | Kapazitätsterminierung – Einplanung der Anfrage .....          | 105 |
| 6.3.3.1 | Vorbemerkung.....                                              | 105 |
| 6.3.3.2 | Rückwärtsgerichtete Kapazitätsterminierung .....               | 106 |
| 6.3.3.3 | Vorwärtsgerichtete Kapazitätsterminierung.....                 | 109 |
| 6.3.3.4 | Ergebnisinterpretation .....                                   | 110 |
| 6.3.4   | Absicherung gegen Kapazitätsunterdeckung .....                 | 111 |
| 6.3.4.1 | Fokus der Analyse .....                                        | 111 |
| 6.3.4.2 | Vorbereitung der Analyse .....                                 | 112 |
| 6.3.4.3 | Durchführung der Analyse .....                                 | 116 |

|          |                                                           |            |
|----------|-----------------------------------------------------------|------------|
| 6.3.4.4  | Ergebnis der Analyse.....                                 | 119        |
| 6.3.5    | Absicherung gegen Kapazitätsüberdeckung .....             | 122        |
| 6.3.5.1  | Vorbemerkung zur Angebotsgültigkeit .....                 | 122        |
| 6.3.5.2  | Berechnung der Angebotsgültigkeit .....                   | 123        |
| 6.3.6    | Zusammenfassung – Produktliefertermin .....               | 126        |
| 6.4      | Zwischenfazit .....                                       | 127        |
| <b>7</b> | <b>Umsetzung der Methodik zur auslastungsorientierten</b> |            |
|          | <b>Angebotsterminierung .....</b>                         | <b>129</b> |
| 7.1      | Kapitelüberblick .....                                    | 129        |
| 7.2      | Vorstellung des Praxisbeispiels .....                     | 130        |
| 7.2.1    | Beschreibung der Produkteigenschaften .....               | 130        |
| 7.2.2    | Beschreibung des Produktionsprozesses .....               | 131        |
| 7.3      | Anwendung der Methodik .....                              | 133        |
| 7.3.1    | Abstraktion der Methodik .....                            | 133        |
| 7.3.2    | Definition der Szenarien.....                             | 134        |
| 7.3.3    | Simulation der Szenarien .....                            | 136        |
| 7.3.3.1  | Ergänzung der Kundenanfragen .....                        | 136        |
| 7.3.3.2  | Einplanung der Kundenanfragen.....                        | 137        |
| 7.3.3.3  | Einplanung der Kundenrückmeldungen .....                  | 140        |
| 7.3.4    | Analyse der Szenarien.....                                | 143        |
| 7.3.5    | Zusammenfassung.....                                      | 145        |
| 7.4      | Bewertung der Methodik .....                              | 147        |
| 7.5      | Zwischenfazit .....                                       | 153        |

|                                            |            |
|--------------------------------------------|------------|
| <b>8 Zusammenfassung und Ausblick.....</b> | <b>155</b> |
| 8.1 Zusammenfassung .....                  | 155        |
| 8.2 Ausblick .....                         | 157        |
| <b>Literaturverzeichnis .....</b>          | <b>159</b> |
| <b>Anhang .....</b>                        | <b>175</b> |
| Softwareprodukte.....                      | 175        |
| Studienarbeiten .....                      | 175        |



# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangssituation

Nach dem schwersten konjunkturellen Einbruch der Nachkriegszeit konnte sich die Bundesrepublik Deutschland für alle Experten überraschend schnell von der weltweiten Finanz- und Wirtschaftskrise der Jahre 2008 bis 2010 rekonvaleszieren (BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE 2011). Ein Vergleich der europäischen Volkswirtschaften bezüglich ihres jährlichen Wachstums zeigt, dass seit 2008 das Bruttoinlandsprodukt der Bundesrepublik Deutschland sogar überproportional stark gewachsen ist und sich die deutsche Wirtschaft zur treibenden Kraft in Europa entwickelt hat (Abbildung 1).

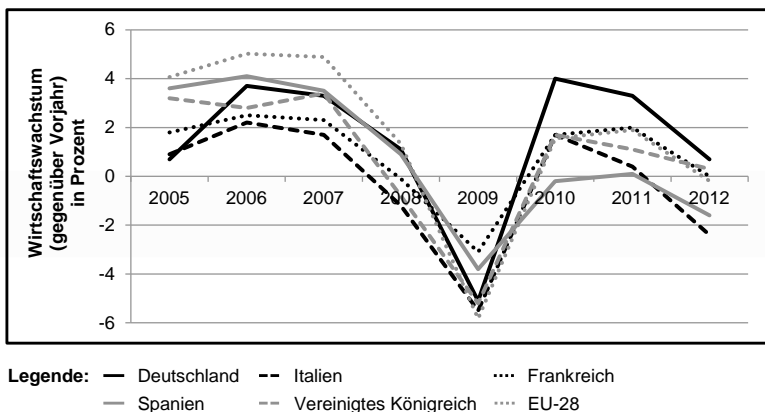


Abbildung 1: Wirtschaftswachstum in Europa in den Jahren 2005-2012 (in Anlehnung an STATISTISCHES AMT DER EUROPÄISCHEN UNION 2014)

Die Ursache für den schnellen Aufschwung sowie das kontinuierliche Wachstum resultieren laut SPATH (2013) aus der nach wie vor zentralen Stellung des produzierenden Gewerbes für die deutsche Wirtschaft. Dieser Sachverhalt spiegelt sich im Beitrag des produzierenden Gewerbes zum Bruttoinlandsprodukt wider. Im Gegensatz zu anderen europäischen Nationen, wie beispielsweise dem Vereinigten Königreich oder Frankreich mit einem Produktionsanteil von 14,5 % bzw. 12,5 %, weist die Bundesrepublik Deutschland aktuell mit 25,8 % einen deutlich höheren Grad der Industrialisierung auf (Abbildung 2).

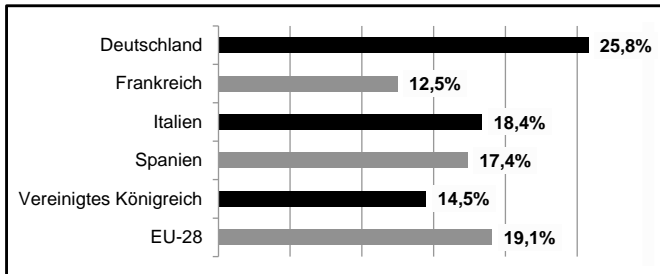


Abbildung 2: *Produzierendes Gewerbe – Anteil an der Bruttowertschöpfung im Jahr 2012 (STATISTISCHES BUNDESAMT 2013)*

Der große Beitrag des produzierenden Gewerbes zum Bruttoinlandsprodukt der deutschen Volkswirtschaft führte zwar zu Beginn der Krise zu einem schnellen und deutlichen Einbruch des Wirtschaftswachstums, ermöglichte aber im Gegenzug aufgrund des wachsenden Exportgeschäfts und der ansteigenden Binnen- nachfrage eine rasche und nachhaltige Erholung. Das produzierende Gewerbe ist folglich in der Bundesrepublik Deutschland weiterhin für die Sicherung des Wohlstands und für den Erhalt zukunftsfähiger Arbeitsplätze von zentraler Bedeutung (SPATH 2013).

Allerdings sind infolge der Globalisierung und des damit verbundenen Anstiegs des weltweiten Konkurrenzdrucks die produzierenden Unternehmen am Hoch- lohnstandort Deutschland bereits seit einigen Jahren gezwungen, ihre Wettbe- werbsfähigkeit kontinuierlich durch technologische und organisatorische Weiter- entwicklungen zu steigern (BULLINGER 2010). Darüber hinaus erfordert die in den entwickelten Wirtschaftsregionen vorhandene Sättigung der Märkte sowie die daraus resultierende Entwicklung von Anbietermärkten hin zu Käufermärkten von den Produktionsbetrieben eine hohe Wandlungsfähigkeit und eine zuneh- mende Kundenorientierung (LINDEMANN et al. 2006, ZÄH et al. 2006).

Den Schlüssel zum langfristigen Erfolg, mit dem Unternehmen auf das vorlie- gende Wettbewerbsumfeld reagieren können, sieht DÜLL (2009) in der Produkti- on kundenspezifischer, individualisierter Produkte. Eine von SCHIRRMEISTER et al. (2003) publizierte Studie des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und In- novationsforschung (ISI) bestätigt diese Annahme. So hängt demnach die Kon- kurrenzfähigkeit der deutschen Industrie entscheidend von der Fähigkeit ab, mit technologisch führenden Produkten sowie einer flexiblen und leistungsfähigen Produktion kundenspezifische Produkte höchster Qualität herstellen zu können.

Produzierende Betriebe benötigen in Zukunft für den langfristigen Erfolg auf den turbulenten Weltmärkten eine Unternehmensstrategie, die es ihnen ermöglicht, mit angepassten Prozessen der Auftragsabwicklung hocheffizient kundenspezifische individualisierte Produkte liefern zu können (SPATH et al. 2006).

Eine in zahlreichen wissenschaftlichen Beiträgen diskutierte Unternehmensstrategie, welche die Individualisierung von Produkten verfolgt, ist Mass Customization (PINE 1993, DURAY et al. 2000). Der Begriff wurde von DAVIS (1987) eingeführt und stellt ein Oxymoron dar, das die zwei in sich widersprüchlichen Optionen Mass Production und Customization in sich vereint (Abbildung 3).

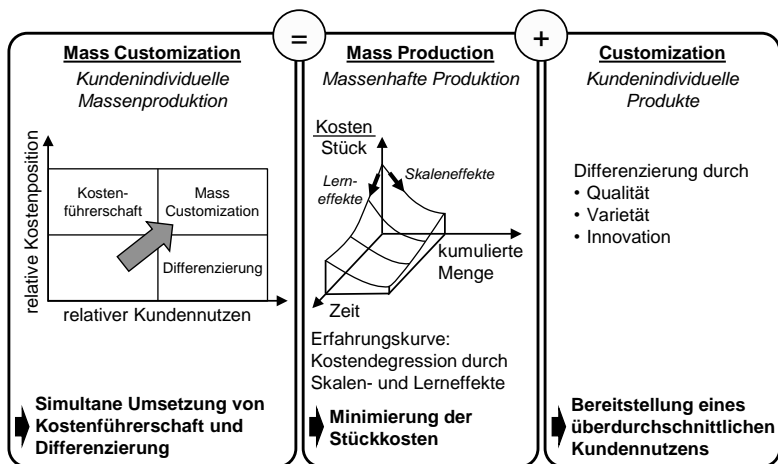


Abbildung 3: Wettbewerbsstrategie Mass Customization (vgl. GRÄBLER 2004)

Es handelt sich demnach um ein hybrides Konzept zur Marktbearbeitung, bei dem die von PORTER (1980) geprägten grundlegenden Unternehmensstrategien der Differenzierung und der Kostenführerschaft kombiniert und simultan verfolgt werden (PILLER 1998, GRÄBLER 2004):

- Die Strategie der Kostenführerschaft charakterisiert das Bestreben eines Unternehmens, die Planung, Herstellung und Vermarktung von vergleichbaren Produkten zu geringeren Kosten als die Konkurrenz durchzuführen. Die Unternehmen profitieren hierbei von Skalenvorteilen (Economies of Scale) und Bündelungseffekten (Economies of Scope) und können somit als Massenfertiger aufgrund der hohen Wirtschaftlichkeit Wettbewerbsvorteile gegenüber ihren Konkurrenten erlangen.

- Die Strategie der Differenzierung ermöglicht einem Unternehmen, Produkte oder Dienstleistungen hinsichtlich ihrer Qualität bzw. Funktionalitäten mit einem außergewöhnlich hohen Kundenwert zu behaften. Für einen Einzelfertiger bedeutet dies im Extremfall die exakte Erfüllung des Kundenwunsches. Die vorhandenen Alleinstellungsmerkmale generieren hierbei einen Wettbewerbsvorteil, wodurch auf dem Markt höhere Umsätze erzielt werden können.

Eine einheitliche Definition des Begriffs Mass Customization konnte sich bislang im deutschen Sprachraum nicht etablieren. Daher findet häufig die folgende Definition von PILLER (2006) Verwendung:

*„Mass Customization bezeichnet die Produktion von Gütern und Leistungen, welche die unterschiedlichen Bedürfnisse jedes einzelnen Nachfragers dieser Produkte treffen, mit der Effizienz einer vergleichbaren Massen- bzw. Serienproduktion [...]“* (PILLER 2006, S. 161).

Die industrielle Umsetzung der Strategie Mass Customization ist sowohl aufgrund aktueller Ansätze für die Produktentwicklung als auch existierender technischer Konzepte grundsätzlich gegeben (BAUMBERGER 2007). Allerdings stehen für die Prozesse der kundenindividuellen Auftragsabwicklung derzeit noch keine an die spezifischen Bedürfnisse der Produktion hochvarianter Produkte mit kundenindividuellen Leistungsanteilen angepassten Vorgehensweisen zur Verfügung (BULLINGER et al. 2009, SCHUH et al. 2010).

## 1.2 Problemstellung

Die Individualisierung von Produkten wird als eine der großen gesellschaftlichen Strömungen der heutigen Zeit angesehen (REINHART & ZÄH 2003). Im Rahmen der kundenindividuellen Produktion verlieren dabei die klassischen Wettbewerbsfaktoren Preis und Qualität als kaufentscheidende Kriterien an Bedeutung (WIENDAHL 2002). Zum einen stehen für die Kunden individueller Produkte die Kosten nicht mehr als zentrales Element im Fokus der Kaufentscheidung (REHKOPF 2006). Die Kunden sind sogar aufgrund der Berücksichtigung ihrer individuellen Anforderungen häufig dazu bereit, einen höheren Preis zu zahlen. Zum anderen betrachten die Kunden die Erfüllung der geforderten Produktqualität inzwischen als Selbstverständlichkeit (MILBERG 2000). Eine Differenzierung vom Wettbewerber anhand qualitativer Produkteigenschaften ist somit kaum

mehr möglich. Im Gegenzug haben sich kurze Lieferzeiten sowie eine hohe Liefertreue als Kriterien etabliert, die eine entscheidende Rolle bei der Sicherstellung der Wettbewerbsfähigkeit produzierender Unternehmen einnehmen (SCHUH 2006).

Die Bedeutung der Liefertreue für den Unternehmenserfolg wird durch eine Untersuchung der Unternehmensberatung Deloitte & Touche bestätigt. In deren Studie äußerten sich 900 Führungskräfte aus 35 Ländern hinsichtlich der zukünftigen bestimmenden Wettbewerbsfaktoren. Die Auswertung ergab, dass die Studienteilnehmer der Liefertreue die höchste Bedeutung zusprachen, noch vor weiteren Faktoren wie der Produktqualität, der Technologie oder dem Preis. Darüber hinaus bescheinigten die Führungskräfte ihren Unternehmen ein besonders hohes Verbesserungspotenzial hinsichtlich der Einhaltung der Liefertreue (DELOITTE & TOUCHE 1998). Die Gründe für die hohe Bedeutung der Liefertreue sowohl aus Kundensicht als auch aus Lieferantensicht erläutert LÖDDING (2008):

- Bei zugesagten, aber nicht eingehaltenen Lieferterminen treten Zweifel an der Zuverlässigkeit des Lieferanten auf, die das Vertrauensverhältnis zum Kunden nachhaltig belasten.
- Aufgrund der reduzierten Bestände innerhalb der Supply Chain können die verspäteten Lieferungen beim Kunden hohe Folgekosten durch Produktionsausfälle generieren.
- Bei einer geringen Liefertreue wird die Ware vom Kunden mit einem Zeitpuffer zum Bedarfstermin bestellt. Hieraus resultieren häufig Eilaufträge, die zu einer Erhöhung der Planungskomplexität beim Lieferanten führen.

In vielen Unternehmen wird bereits die Liefertreue als Kennzahl aufgenommen und ausgewertet (MELZER-RIDINGER 2007). Im Allgemeinen kann dabei unter der Liefertreue ein

*„[...] als Prozentzahl ausgedrücktes Maß für den Grad der Fähigkeit eines Unternehmens eine zu einem Termin zugesagte Lieferung zeit- und mengengerecht abzuwickeln [...]“* (JODLBAUER & GMAINER 2006, S. 45).

verstanden werden. Die Voraussetzungen für das Erreichen einer hohen Liefertreue bilden eine realistische Lieferterminermittlung sowie eine zuverlässige Lieferterminerfüllung (SCHUH & WESTKÄMPER 2006). Die Ermittlung des Liefertermins erfolgt hierbei in der Regel im Angebotsprozess durch den Vertrieb, der

nach Erhalt der Kundenanfrage auf Basis einer vorausschauenden Betrachtung eine Grobplanung durchführt. Hierbei gilt es, unter Berücksichtigung der Kundenwünsche eine zuverlässige Aussage hinsichtlich des möglichen Liefertermins zu treffen. Die Produktion startet im Anschluss an den Erhalt des Auftrags die eigentliche Leistungserstellung. Sie muss hierbei im Rahmen der Auftragserfüllung sicherstellen, dass mit den verfügbaren Ressourcen der an den Kunden kommunizierte Liefertermin eingehalten und somit erfüllt werden kann (Abbildung 4).

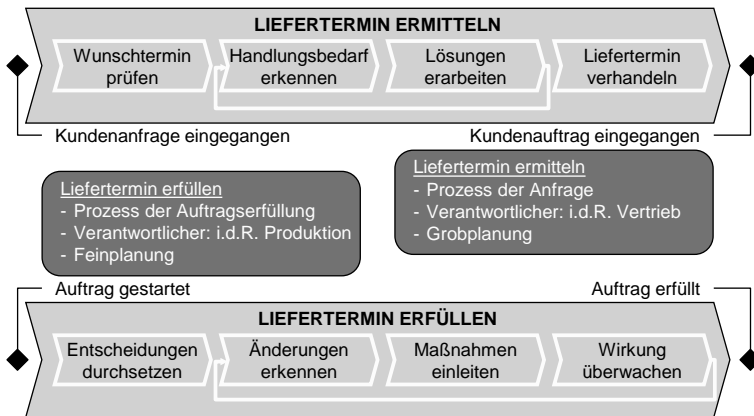


Abbildung 4: *Lieferterminermittlung und Lieferterminerfüllung (in Anlehnung an WIENDAHL 2004)*

Der Vertrieb berechnet und übermittelt somit bereits im Angebotsprozess den Liefertermin an den Kunden, an dem letztendlich die Produktion bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit hinsichtlich der Termineinhaltung gemessen wird. Die Bestimmung von belastbaren Lieferterminen im Rahmen des Angebotsprozesses erfordert vorausschauende Informationen über die Material- und Kapazitätsverfügbarkeit. Hierbei muss neben den sich aus den Arbeitsplänen des konfigurierten Produktes abgeleiteten zukünftigen Kapazitätsbedarfen der Anfrage auch die bestehende Auslastung der Produktionsressourcen mit bereits eingeplanten Aufträgen und noch offenen Angeboten betrachtet werden (VDI 4504). Die kapazitive Einplanung der Angebote ohne Kundenrückmeldung stellt in diesem Fall eine komplexe Planungstätigkeit dar, da aufgrund der offenen Kaufentscheidung der Prozess der Kapazitätseinplanung mit einer hohen Ungewissheit bezüglich der tatsächlich erforderlichen Produktionskapazität behaftet ist. Insbesondere in der

Investitionsgüterindustrie, in der die Wahrscheinlichkeit des Auftragserhalts laut WIENDAHL (2014) zwischen 5 % und 20 % liegt und somit lediglich ein Bruchteil der abgegebenen Angebote zu einem erfolgreichen Abschluss des Angebotsprozesses führt, gilt es diese Unsicherheit im Zuge der Ermittlung aussagekräftiger Liefertermine zu beherrschen.

Neben dem grundsätzlichen Risiko bezüglich der Erfolgchancen der abgegebenen Angebote stellt die oftmals vorhandene zeitliche Differenz zwischen der Angebotsabgabe und dem Auftragseingang die Lieferterminermittlung vor weitere Herausforderungen (Abbildung 5).

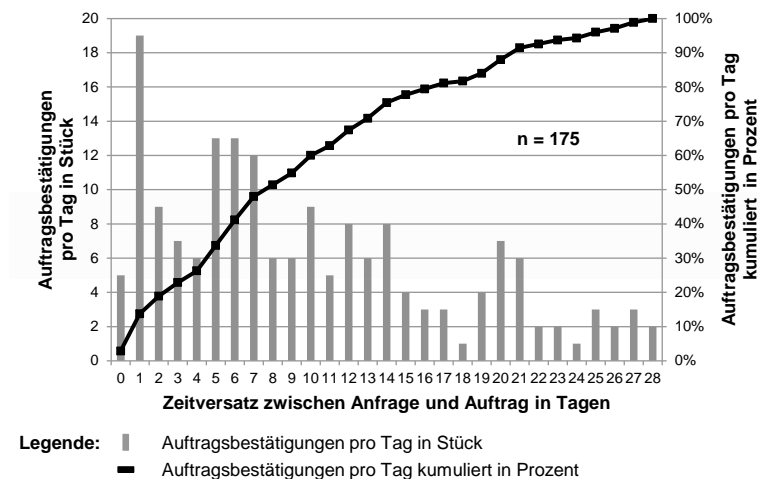


Abbildung 5: Zeitdifferenz zwischen Angebot und Auftrag – Praxisbeispiel aus dem industriellen Umfeld

Die beispielhafte Darstellung zeigt den bestehenden terminlichen Versatz zwischen den Zeitpunkten der Übermittlung des Angebots an den Kunden sowie der Rückmeldung an das Unternehmen in Form der Auftragsbestätigung am Beispiel eines Produzenten von Industriegütern<sup>1</sup>. Lediglich 14 % der Aufträge wurden innerhalb von 24 Stunden nach der Übergabe des Angebots erteilt. Nach einer Woche liegt zwar bei 48 % der bearbeiteten Anfragen die Auftragsbestätigung vor,

<sup>1</sup> Die bereits erläuterte geringe Umwandlungsrate zwischen 5 % und 20 % trifft auch im vorliegenden Beispiel zu. Für die Auswertung wurde allerdings die Teilmenge an Angeboten berücksichtigt, die letztendlich der Kunde als Auftrag bestätigte.

allerdings erstreckt sich das Zeitfenster, bis zu dem 100 % der Kundenrückmeldungen beim Unternehmen eingegangen sind, über einen Zeitraum von bis zu vier Wochen. Dieses Beispiel verdeutlicht, dass die Information bezüglich der endgültigen Annahme oder Ablehnung des Angebots durch den Kunden in vielen Fällen erst mit einem großen zeitlichen Versatz vorliegt. Die mit dem Angebot verbundenen Produktionskapazitäten stehen demzufolge für die terminliche Einplanung neuer Anfragen nicht zur Verfügung, was im Falle der Ablehnung zu einem unnötigen Blockieren der Ressourcen führt.

In der betrieblichen Praxis werden ungeachtet der erläuterten Problemstellungen die Liefertermine vom Vertrieb in der Regel auf Basis von Standardlieferzeiten und Erfahrungswerten geschätzt (VDI-EKV 1999). Oftmals werden somit in den Angeboten voraussichtliche Produktliefertermine an den Kunden kommuniziert, die bei Auftragseingang aufgrund der nicht haltbaren Terminzusagen in einer unüberschaubaren Anzahl an Eilaufträgen resultieren und somit erhebliche Turbulenzen in der Produktion verursachen (FÄRBER et al. 2002). Dieses Vorgehen hat speziell bei kundenindividuellen Produkten, die aufgrund der spezifischen Leistungsanteile einer breiten Streuung der Fertigungs- und Montagezeiten unterliegen, erhebliche Auswirkungen auf die Liefertreue.

### 1.3 Zielsetzung

Die Liefertreue wird als eine der entscheidenden Kenngrößen für den Unternehmenserfolg angesehen. Die realistische Lieferterminermittlung im Angebotsprozess stellt hierbei eine notwendige Voraussetzung für die Termintreue gegenüber dem Kunden dar (WIENDAHL 2004). Die Umsetzung eines Vertriebsprozesses, der es bereits im Angebotsprozess ermöglicht, Liefer- und Terminzusagen unter Berücksichtigung des aktuellen und geplanten Produktionsprogramms zu treffen, führt somit gerade vor dem Hintergrund des steigenden Anteils kundenindividueller Produkte zu einer Reduktion der Komplexität in der Produktion sowie aufgrund der verbesserten Liefertreue zu einer deutlichen Erhöhung der Kundenzufriedenheit (ABELE & REINHART 2011).

Ausgehend von den in der Beschreibung der Problemstellung geschilderten Handlungsbedarfen ist die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit, eine Methode zu entwickeln, die eine schnelle und zuverlässige Ermittlung von Lieferterminen im Angebotsprozess unter Berücksichtigung der vorhandenen Unsicherheiten bei



einer kundenindividuellen Produktion ermöglicht. Folgende Teilaspekte sind hierbei detailliert auszuarbeiten:

- Entwicklung von Vorgehensweisen, die eine Bestimmung der auftrags-spezifischen Umwandlungsrate bzw. Auftragswahrscheinlichkeit anhand der verfügbaren Kunden- und Produktinformationen gestatten.
- Entwicklung von Berechnungsverfahren, die eine Prognose der zum Zeitpunkt der Einplanung der Anfrage voraussichtlich vorliegenden Kapazitätssituation erlauben.

Für die entwickelte Methode ist der Nachweis der Praxistauglichkeit durch die Implementierung in einem Geschäftsprozess, der die Angebotsterminierung für variantenreiche Serienprodukte mit kundenindividuellen Leistungsanteilen ermöglicht, zu führen.

## **1.4 Aufbau der Arbeit**

Die vorliegende Arbeit gliedert sich inklusive der Einleitung und der Zusammenfassung in acht Kapitel. In den vorangegangenen Abschnitten von Kapitel 1 wurden bereits auf Basis einer Erläuterung der vorliegenden Ausgangssituation, der bestehende Handlungsbedarf sowie die resultierende Zielsetzung aufgezeigt.

Hierauf aufbauend wird in den nachfolgenden Kapiteln das grundlegende Verständnis für die beiden zentralen Themenkomplexe der Arbeit vermittelt. Hierzu wird zunächst in Kapitel 2 der Begriff der Individualisierung auf Grundlage einer produkt- bzw. prozessbezogenen Betrachtung diskutiert. Anschließend erfolgt in Kapitel 3 eine ganzheitliche Betrachtung der Prozesse der Angebotsbearbeitung, von der Anfrageerfassung bis hin zur Auswertung der Kundenrückmeldung bezüglich der Annahme oder der Ablehnung des Angebots.

Der in Kapitel 4 betrachtete Stand der Technik bezieht sich auf sowohl in der industriellen Praxis als auch im wissenschaftlichen Umfeld genutzte Konzepte der Anfragebewertung sowie der Grobterminierung. Die Vorstellung der vorhandenen Methoden wird durch eine Bewertung hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit zur Unterstützung der auslastungsorientierten Angebotsterminierung für hochvarianante Produkte mit kundenindividuellen Leistungsanteilen sowie durch die Ableitung des Handlungsbedarfs abgeschlossen.

Die konzeptionelle Gestaltung der Methodik bildet den Kern von Kapitel 5. Im Rahmen der Ausführungen werden dabei die grundlegenden an die Methodik gestellten Anforderungen diskutiert sowie der prinzipielle Ablauf des Gesamtprozesses zur Bestimmung des Produktliefertermins schematisch skizziert. Die beiden zentralen Elemente der erläuterten Planungslogik stehen im Fokus von Kapitel 6. Zum einen wird hierbei die wissensbasierte Bestimmung der Auftragswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von kunden- und produktspezifischen Einflussgrößen eingehend erläutert. Zum anderen wird das Vorgehen zur Durchführung der simulationsbasierten Bestimmung des Produktliefertermins auf Basis einer durchlauf- und kapazitätsorientierten Betrachtung unter Berücksichtigung der berechneten Auftragswahrscheinlichkeit ausführlich beschrieben.

In Kapitel 7 wird die Umsetzung der Methodik anhand eines ausgewählten Beispiels aus dem industriellen Umfeld beschrieben. Hierbei wird der gesamte Prozess von der Herleitung der Auftragswahrscheinlichkeit bis hin zur Ausführung der Terminierung durchlaufen. Mit Hilfe eines Simulationsmodells erfolgt anschließend die Validierung der entwickelten Methodik. Die Bewertung hinsichtlich der Erfüllung der definierten Anforderungen sowie eine für die Überführung der gewonnenen Erkenntnisse in die betriebliche Praxis erforderliche Wirtschaftlichkeitsbetrachtung runden das Kapitel ab.

Das abschließende Kapitel 8 beinhaltet eine Zusammenfassung der Ergebnisse, auf deren Grundlage nachhaltige Impulse für zukünftige Forschungsaktivitäten vorgestellt werden. Einen detaillierten Überblick über den Aufbau der vorliegenden Arbeit vermittelt die nachfolgende Abbildung 6.



Abbildung 6: Aufbau der vorliegenden Arbeit

- 119 Bauer, L.: Strategien zur rechnergestützten Offline- Programmierung von 3D-Laseranlagen  
1999 - 98 Abb. - 145 Seiten - ISBN 3-540-65382-1
- 120 Pfof, E.: Modellgestützte Arbeitsplanung bei Fertigungsmaschinen  
1999 - 69 Abb. - 154 Seiten - ISBN 3-540-65525-5
- 121 Spitznagel, J.: Erfahrungsgeleitete 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 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 *Rolf 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 Heltmann*: Sichere Prognosen für die Produktionsptimierung mittels stochastischer Modelle  
146 Seiten - ISBN 978-3-89675-675-6
- 134 *Stefan Blessing*: Gestaltung der Materialfußsteuerung 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 Fokusspositionierung 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. Schilffebacher*: 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 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 Teilebereitstellung  
136 Seiten - ISBN 978-3-8316-0028-1
- 154 **Wolfgang Rudarfer:** Eine Methode zur Qualifizierung von produzierenden Unternehmen für Kompetenznetzwerke  
207 Seiten - ISBN 978-3-8316-0037-3
- 155 **Hans Meier:** Verteilte kooperative Steuerung maschinenaher 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 Laserstrahlweißens 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 Weibenberger:** 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 Raßgoderer:** System zur effizienten Layout- und Prozessplanung von hybriden Montageanlagen  
175 Seiten - ISBN 978-3-8316-0154-7
- 169 **Robert Klingel:** Anziehverfahren für hochfeste Schraubenverbindungen 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  
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 telepräsenter 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 Breitinge:** Ein ganzheitliches Konzept zum Einsatz des indirekten Metall-Lasersinterens 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 Kaustems  
132 Seiten - ISBN 978-3-8316-0251-3
- 181 **Joachim 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:** Prozessgasfluss 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  
214 Seiten - ISBN 978-3-8316-0650-4
- 202 **Gerhard Volkwein:** Konzept zur effizienten Bereitstellung von Steuerungsfunktionalität für die NC-Simulation  
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-0663-9
- 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-Griebisch:** 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 telepräsen- ten 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 Müller:** 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 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 Oertli:** 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 telepräsen- te Mikromontage  
234 Seiten - ISBN 978-3-8316-0805-8
- 218 **Lucas 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 Elektronenstrahlstahns  
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 unterbetrieblichen 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 Munzert:** Bahnplanungsalgorithmen für das robotergestützte Remote-Laserstrahlschweißen  
176 Seiten - ISBN 978-3-8316-0948-2
- 235 **Georg Völlner:** Rührreißschweißen 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:** Modulare Vibrationswendelförderer für flexiblen Teilleistungsanforderungen  
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 Schilp:** 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 transientscher 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  
224 Seiten - ISBN 978-3-8316-4128-4
- 253 **Paul Gebhard:** Dynamisches Verhalten von Werkzeugmaschinen bei Anwendung für das Rührreißschweißen  
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 materialflusintensiver 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 Rad:** 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 Ruhstorfer:** Rührreißschweißen von Rohren  
206 Seiten - ISBN 978-3-8316-4197-0
- 263 **Rüdiger Daub:** Erhöhung der Nahttiefe beim Laserstrahl-Wärmelitungsschweißen 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-Vorformlingen  
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 **Marcel Lotz:** Erhöhung der Fertigungsgenauigkeit beim Schwungrad-Reißschweißen durch modellbasierte Regelungsverfahren  
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4245-8
- 272 **William Brice Tekouo Mouthicho:** 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 Hennauer:** 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 Braunreuther:** 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 978-3-8316-4358-5
- 285 **Mathy Wiesbeck:** Struktur zur Repräsentation von Montagesequenzen für die situationsorientierte Werkerführung  
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 Wiedenmann:** 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 Bahnplanung 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 Schober:** Eine Methode zur Wärmequellenkalibrierung in der Schweißstruktursimulation  
198 Seiten - ISBN 978-3-8316-4415-5
- 292 **Matthias Glonegger:** Berücksichtigung menschlicher Leistungsschwankungen bei der Planung von Variantenfließmontagesystemen  
214 Seiten - ISBN 978-3-8316-4419-3
- 293 **Markus Kahmert:** Scanstrategien zur verbesserten Prozessführung beim Elektronenstrahlschmelzen (EBM)  
228 Seiten - ISBN 978-3-8316-4416-2
- 294 **Sebastian Schindler:** Strategische Planung von Technologieketten für die Produktion  
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4434-6
- 295 **Tobias Fockerer:** Methode zur rechnergestützten Prozessgestaltung des Schleifhärrens  
128 Seiten - ISBN 978-3-8316-4448-3
- 296 **Rüdiger Spillner:** Einsatz und Planung von Roboterassistenz zur Berücksichtigung von Leistungswandlungen in der Produktion  
286 Seiten - ISBN 978-3-8316-4450-6
- 297 **Daniel Schmid:** Rührreibschweißen 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 Musiol:** 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 Langhast:** Beherrschung von Schweißverzug und Schweißegenspannungen  
252 Seiten - ISBN 978-3-8316-4524-2
- 310 **Markus Schweiße:** Simulative und experimentelle Untersuchungen zum Laserschweißen mit Strahloszillation  
284 Seiten - ISBN 978-3-8316-4536-7
- 311 **Florian Geiger:** System zur wissensbasierten Maschinenbelegungsplanung auf Basis produktspezifischer Auftragsdaten  
224 Seiten - ISBN 978-3-8316-4537-4
- 312 **Peter Schnellbach:** Methodik zur Reduzierung von Energieverschwendung unter Berücksichtigung von Zielgrößen Ganzheitlicher Produktionssysteme  
236 Seiten - ISBN 978-3-8316-4540-4
- 313 **Stefan Schwarz:** Prognosefähigkeit dynamischer Simulationen von Werkzeugmaschinenstrukturen  
244 Seiten - ISBN 978-3-8316-4542-8
- 314 **Markus Pröpster:** Methodik zur kurzfristigen Ausrüstung variantenreicher Montagelinien am Beispiel des Nutzfahrzeugbaus  
238 Seiten - ISBN 978-3-8316-4547-3
- 315 **Dominik David Simon:** Automatisierte flexible Werkzeugsysteme zum Umformen und Spannen von Kunststoffscheiben und -schalen  
234 Seiten - ISBN 978-3-8316-4548-0
- 316 **Stefan Maurer:** Frühaufklärung kritischer Situationen in Versorgungsprozessen  
242 Seiten - ISBN 978-3-8316-4554-1



- 317 **Tobias Maier:** Modellierungssystematik zur aufgabenbasierten Beschreibung des thermoelastischen Verhaltens von Werkzeugmaschinen  
274 Seiten - ISBN 978-3-8316-4561-9
- 318 **Klemens Konrad Niehues:** Identifikation linearer Dämpfungsmodelle für Werkzeugmaschinenstrukturen  
286 Seiten - ISBN 978-3-8316-4568-8
- 319 **Julian Christoph Sebastian Backhaus:** Adaptierbares aufgabenorientiertes Programmiersystem für Montagesysteme  
264 Seiten - ISBN 978-3-8316-4570-1
- 320 **Sabine G. Zitzlsberger:** Flexibles Werkzeug zur Umformung von Polycarbonatplatten unter besonderer Beachtung der optischen Qualität  
228 Seiten - ISBN 978-3-8316-4573-2
- 321 **Christian Thiemann:** Methode zur Konfiguration automatisierter thermografischer Prüfsysteme  
244 Seiten - ISBN 978-3-8316-4574-9
- 322 **Markus Westermeier:** Qualitätsorientierte Analyse komplexer Prozessketten am Beispiel der Herstellung von Batteriezellen  
208 Seiten - ISBN 978-3-8316-4586-2
- 323 **Thorsten Klein:** Agiles Engineering im Maschinen- und Anlagenbau  
284 Seiten - ISBN 978-3-8316-4598-5
- 324 **Markus Wiedemann:** Methodik zur auslastungsorientierten Angebotsterminierung für hochvariante Produkte mit kundenindividuellen Leistungsanteilen  
216 Seiten - ISBN 978-3-8316-4599-2