

Stefan Müller

**Methodik für die entwicklungs-  
und planungsbegleitende Generierung  
und Bewertung von Produktionsalternativen**



Herbert Utz Verlag · München

## **Forschungsberichte IWB**

Band 209

Zugl.: Diss., München, Techn. Univ., 2007

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 · 2008

ISBN 978-3-8316-0750-1

Printed in Germany

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

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>I</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>VII</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>X</b>
<b>Verzeichnis der Abkürzungen und Akronyme .....</b>	<b>XI</b>
<b>Verzeichnis der Firmen und der Hersteller von Softwaresystemen .....</b>	<b>XVI</b>
<b>Verzeichnis der Formelzeichen .....</b>	<b>XVII</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Allgemeines .....	1
1.2 Herausforderungen im Wettbewerbsumfeld .....	1
1.3 Begriffsdefinitionen .....	7
1.4 Aufgabenstellung und Zielsetzung .....	10
1.5 Darstellung und Abgrenzung des Betrachtungsraums.....	11
1.5.1 Allgemeines .....	11
1.5.2 Produktspektrum.....	12
1.5.3 Produktionsarten und -prinzipien.....	12
1.5.4 Modularisierung und Wandlungsfähigkeit von Produktions- systemen.....	15
1.5.5 Grundlagen der Produktentwicklung und Produktionsplanung.....	17
1.5.6 Grundlagen des Wissensmanagements.....	18
1.5.7 Aspekte der Rechnerunterstützung .....	19

1.5.8 Zusammenfassung.....	21
1.6 Vorgehensweise .....	22
<b>2 Stand der Forschung und Technik.....</b>	<b>23</b>
2.1 Allgemeines.....	23
2.2 Methoden und Ansätze der integrierten Produktentwicklung und Produktionsplanung.....	23
2.2.1 Allgemeines.....	23
2.2.2 Produktentwicklung .....	23
2.2.3 Produktionsplanung.....	26
2.2.4 Parallele bzw. integrierte Produktentwicklung und Produktions- planung.....	28
2.2.5 Ausgewählte Forschungsansätze zur frühen Planung von Produktionsverfahren .....	33
2.2.6 Zusammenfassung.....	40
2.3 Methoden und Ansätze der Bewertung .....	41
2.3.1 Allgemeines.....	41
2.3.2 Kosten- und Leistungsrechnung.....	42
2.3.2.1 Allgemeines.....	42
2.3.2.2 Kostenstrukturen .....	43
2.3.2.3 Zeitbezug der Kostenrechnungssysteme .....	44
2.3.2.4 Umfangsbezug der Kostenrechnungssysteme .....	46
2.3.2.5 Zusammenfassung.....	47
2.3.3 Kostenkalkulation.....	48
2.3.4 Prozesskostenrechnung .....	50
2.3.5 Investitionsrechnung .....	54

2.3.6	Ergänzende Methoden und Ansätze des Kostenmanagements.....	56
2.3.7	Qualitative Bewertung .....	57
2.3.8	Entwicklungs- und planungsbegleitende Bewertung.....	59
2.3.8.1	Allgemeines .....	59
2.3.8.2	Grundlegende Methoden.....	59
2.3.8.3	Ausgewählte Forschungsansätze .....	61
2.3.9	Zusammenfassung .....	75
2.4	Gesamtfazit .....	76
<b>3</b>	<b>Anforderungen an die Methodik und Konzeption der Methodik.....</b>	<b>79</b>
3.1	Allgemeines .....	79
3.2	Anforderungen an die Methodik.....	79
3.2.1	Allgemeines .....	79
3.2.2	Integrative Anforderungen.....	80
3.2.3	Kontinuitätsanforderungen .....	81
3.2.4	Anforderungen an die Abbildung und Nutzung von Wissen.....	82
3.2.5	Einführungs- und anwendungsorientierte Anforderungen .....	83
3.3	Konzeption der Methodik .....	85
<b>4</b>	<b>Einführung der Methodik.....</b>	<b>87</b>
4.1	Allgemeines .....	87
4.2	Partialmodelle der Generierung und Bewertung von Produktionsalternativen.....	88
4.2.1	Allgemeines .....	88
4.2.2	Modell zur Abbildung von Wissen über Produktionsverfahren .....	88

4.2.3	Modell zur Abbildung von Interdependenzen und Alternativen.....	94
4.2.3.1	Allgemeines.....	94
4.2.3.2	Abbildung von Relationen zwischen Produkt und Produktionsverfahren .....	95
4.2.3.3	Abbildung von Wechselwirkungen zwischen Produktionsverfahren .....	101
4.2.4	Ressourcen- und produktionsverfahrensorientiertes Modell zur reifenden Kostenbewertung.....	106
4.2.4.1	Allgemeines.....	106
4.2.4.2	Ermittlung von Verfahrenszeiten auf der Basis von Erfahrungswissen .....	109
4.2.4.3	Ermittlung von Verfahrenszeiten auf der Basis von historischen Daten.....	109
4.2.4.4	Ermittlung von Verfahrenszeiten auf der Basis von mathematischen Funktionen.....	113
4.2.4.5	Kombination der Zeitermittlungsvarianten und Verdichtung zur Kostenbewertung.....	115
4.2.5	Modell zur Bewertung qualitativer Aspekte .....	118
4.2.6	Modell zur Bewertung von Einmalaufwänden.....	121
4.3	Kombination der Partialmodelle .....	124
4.4	Vorgehensweise zur Anwendung der Methodik .....	127
4.4.1	Allgemeines.....	127
4.4.2	Schritt 1: integrierte Produktdefinition .....	128
4.4.3	Schritt 2: Verfahrenskettendefinition.....	130
4.4.4	Schritt 3: Anpassung und Analyse der Verfahrensketten.....	133
4.4.5	Schritt 4: ganzheitliche Bewertung und Auswahl der Verfahrensketten .....	136
4.4.6	Zusammenfassung.....	138

4.5	Umsetzungs- und einführungsorientierte Aspekte.....	139
4.5.1	Allgemeines .....	139
4.5.2	Allgemeingültige Anforderungen an ein Rechnerwerkzeug .....	140
4.5.2.1	Generierung und Rückführung von Verfahrensketten.....	140
4.5.2.2	Abbildung und Nutzung von Planungswissen zur Produkt- und Verfahrenskonfiguration.....	141
4.5.2.3	Zeitliche und monetäre Bewertung.....	142
4.5.2.4	Reifende monetäre Bewertung.....	143
4.5.2.5	Qualitative Bewertung .....	144
4.5.2.6	Vergleich von Verfahrenskettenalternativen .....	144
4.5.2.7	Einbindung in die Prozess- und Informations- technologielandschaft .....	144
4.5.3	Vorgehensweise zur Auswahl eines Rechnerwerkzeugs.....	145
4.6	Zusammenfassung .....	149
<b>5</b>	<b>Fallbeispiele .....</b>	<b>151</b>
5.1	Allgemeines .....	151
5.2	Anwendung der Methodik in der Produktionsplanung.....	151
5.2.1	Ausgangssituation und Rahmenbedingungen .....	151
5.2.2	Zielsetzung und Vorgehensweise .....	152
5.2.3	Lösungen und Ergebnisse .....	154
5.3	Anwendung der Methodik in der Montageplanung.....	160
5.3.1	Ausgangssituation und Rahmenbedingungen .....	160
5.3.2	Zielsetzung und Vorgehensweise .....	161
5.3.3	Lösungen und Ergebnisse .....	162
5.4	Zusammenfassung .....	168

<b>6</b>	<b>Bewertung von Aufwand und Nutzen.....</b>	<b>169</b>
6.1	Allgemeines.....	169
6.2	Einmalaufwände.....	170
6.3	Kontinuierliche Aufwände.....	171
6.4	Monetärer Nutzen.....	171
6.5	Qualitativer Nutzen.....	172
6.6	Ganzheitliche Bewertung.....	173
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>175</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>179</b>
<b>9</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>207</b>
9.1	Generische Produktelemente nach Owodunni.....	207
9.2	Ablaufdiagramm der Methodik.....	208
9.3	Anforderungs- bzw. Bewertungskatalog zur Auswahl von Rechnerwerkzeugen.....	213
9.4	Glossar.....	216



# 1 Einleitung

## 1.1 Allgemeines

*„Es sind nicht innovative Produkte oder Technologien allein, die erfolgreich machen. Innovative Geschäftsmodelle oder unternehmerische Prozesse sind ebenso eine ‚winning formula‘, ein Erfolgskonzept“* (GÖSCHEL 2006, S. 137 f.). Vor diesem Hintergrund sind auch im Bereich der Produktentwicklung und Produktionsplanung geeignete Ansätze zu entwerfen, die ein Teilelement eines derartigen Erfolgskonzepts darstellen. In diesem Zusammenhang konzentriert sich die vorliegende Arbeit auf die entwicklungs- und planungsbegleitende Generierung und Bewertung von Produktionsalternativen. In Form einer Methodik für die frühzeitige Identifikation von optimalen Produktionsverfahrensketten zur Herstellung von Produkten soll ein adäquater Lösungsansatz für die aktuellen Rahmenbedingungen dargeboten werden.

Eine detaillierte Beschreibung der aktuellen Rahmenbedingungen und welche Herausforderungen für die Unternehmen und die Wissenschaft aus diesen resultieren, wird in Abschnitt 1.2 dargestellt. Zur Formulierung der wesentlichen Grundlagen bietet Abschnitt 1.3 die notwendigen Begriffsdefinitionen. Die Aufgabenstellung und die Zielsetzung der zu erarbeitenden Methodik für die entwicklungs- und planungsbegleitende Generierung und Bewertung von Produktionsalternativen thematisiert Abschnitt 1.4. Zur Fokussierung der Arbeit liefert Abschnitt 1.5 eine Darstellung und Eingrenzung des Betrachtungsraums. Abschließend wird in Abschnitt 1.6 die Vorgehensweise der Arbeit vorgestellt.

## 1.2 Herausforderungen im Wettbewerbsumfeld

Damit Unternehmen heute und in Zukunft erfolgreich agieren können, müssen sie sich in einem multilateralen globalen Wettbewerb behaupten. Dieser ist mit einem „modernen Fünfkampf“ (MILBERG 2004A) in sich gegenseitig bedingenden „Disziplinen“ vergleichbar. Diese beschreibt MILBERG (2004A) mit den Schlagworten Kundennähe, Schnelligkeit, wirtschaftlicher Erfolg, Innovationskraft und Mitarbeiterorientierung. Die erfolgreiche Ausübung dieser von ihm so bezeichneten Disziplinen soll dazu führen, die aktuellen Herausforderungen im Wettbewerbsumfeld zu meistern sowie unternehmerischen Erfolg zu erzielen (Abbildung 1).

## 1.2 Herausforderungen im Wettbewerbsumfeld

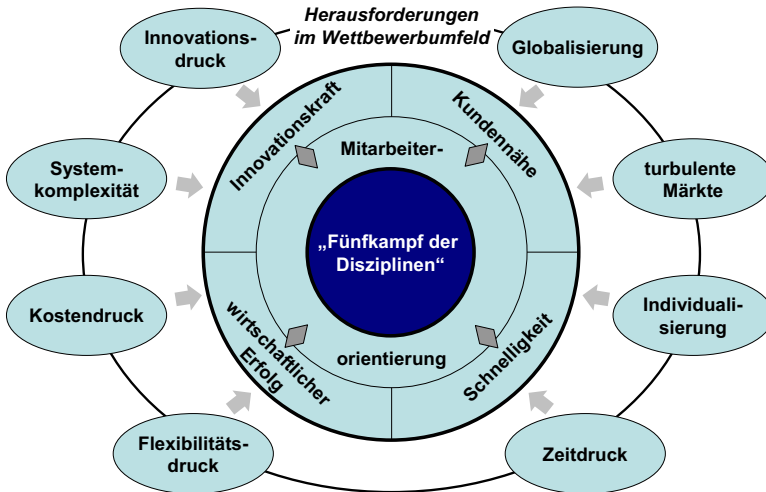


Abbildung 1: Herausforderungen im Wettbewerbsumfeld und Faktoren für den unternehmerischen Erfolg (in Anlehnung an MILBERG (2004A))

Eine Disziplin für die Unternehmen ist die *Kundennähe*. Ein prägnantes Beispiel aus der Automobilindustrie bieten die Ausführungen von REITHOFER (2003). Er beschreibt aus der Sicht der BMW Group die Bedeutung der Produktion in den jeweiligen Marktregionen. Das Prinzip „Produktion folgt dem Markt“ ermöglicht einerseits, dass maßgeschneiderte Produkte termingerecht in hoher Auslieferungsqualität zur Verfügung gestellt werden können. Andererseits soll durch die Präsenz in den Märkten deren Erschließung ermöglicht werden. So konnte die BMW Group z. B. nach der Inbetriebnahme des Werks in den Vereinigten Staaten von Amerika den Umsatz in zehn Jahren um ca. 500 % steigern. Dieses Beispiel zeigt, dass sich Unternehmen nicht mehr ausschließlich an lokal begrenzten Märkten und an deren Kunden orientieren können. Mehr denn je sind die Unternehmen gezwungen, auf die Anforderungen der Globalisierung zu reagieren. Diese impliziert u. a. neue Wettbewerber in den jeweiligen Regionen, aber gleichzeitig auch die Chance, neue Märkte zu „erobern“. Beispielsweise bietet vor dem Hintergrund der gesättigten Märkte Westeuropas die EU-Erweiterung gen Osten die Möglichkeit, zusätzliche Angebote zu platzieren und die existierende Nachfrage zu befriedigen (SCHUH 2005). Über dieses Beispiel hinausgehend bestimmen weitere Herausforderungen die Kundennähe. Aufgrund der teilweise gesättigten Märkte und der zunehmenden Individualisierungstendenzen in der Gesellschaft (REINHART & ZÄH 2003) ist es erforderlich, geeignete Produkte und Dienstleistungen anzubieten. Folglich sind die Unternehmen vor die neue Herausforderung gestellt, Produkte mit einem

hohen Variantenreichtum (Varianten: vgl. Glossar) und vielfach kurzen Lebenszyklen herzustellen (ZÄH ET AL. 2002).

Eine weitere Disziplin betrifft den Aspekt der *Schnelligkeit*. Dieser lässt sich in verschiedenen Sichtweisen beleuchten. Eine betrifft die schnelle Umsetzung einer Produktidee bis zum fertigen Produkt, beispielsweise durch integrierte Produktentwicklungsmethoden, wie sie von EHRENSPIEL (2003) entwickelt wurden. SPATH (2005) beschreibt, dass die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts u. a. davon abhängt, ob auf die dynamischen und turbulenten Märkte (WESTKÄMPER 2004) schnell reagiert werden kann. In diesem Zusammenhang ist eine effiziente und effektive Gestaltung der Aufbau- und Ablauforganisation eine notwendige Voraussetzung, um unmittelbar auf Kundenanforderungen reagieren zu können. So stellt z. B. NYHUIS (2004) die Herausforderungen hinsichtlich beschleunigter Planungsprozesse und des daraus resultierenden Bedarfs an einer prozessorientierten Sicht des traditionellen Fabrikplanungsablaufs in den Vordergrund. Einen vergleichbaren Ansatz zur bestmöglichen Gestaltung von Unternehmensprozessen fordert PRITSCHOW (2004) in Form von baukastenorientierten Engineering-Prozessen. Nur durch eine optimale Gestaltung der Unternehmensprozesse kann der von WESTKÄMPER (2005) dargestellte Bedarf nach einer schnellen Umsetzung der Produkte in die Serienfertigung erreicht werden.

Die zweite Sichtweise in Bezug auf den Aspekt der Schnelligkeit adressiert die Forderung nach einer schnellen Adaption von Produktionssystemen (System: vgl. Glossar) und Technologien (SPATH 2005). Der marktseitigen Dynamik stehen vielfach eher statische Faktoren wie Maschinen und Anlagen, Aufbau- und Ablauforganisation sowie Personal gegenüber. Demzufolge wird es künftig nicht mehr ausreichend sein, die Auslastung zu maximieren oder die zeitlichen und technischen Verluste zu minimieren. Vielmehr erhält die Anpassung der Unternehmen und deren Strukturen eine wettbewerbsentscheidende Bedeutung (WESTKÄMPER 2004). Um diesen Herausforderungen zu begegnen, sind beispielsweise flexible sowie adaptive Produktionssysteme zu gestalten (REINHART 1997; REINHART 1999; REINHART 2000; SCHUH 2005).

Die dritte Sichtweise hinsichtlich der Schnelligkeit bezieht sich auf die gesamte Kette der Auftragsabwicklung. Für sämtliche Prozesse von der Angebotsannahme über die Produktion bis hin zur Auslieferung sind möglichst geringe Durchlaufzeiten anzustreben. Beispielsweise können mittels Rapid-Prototyping-Technologien bei geringen Stückzahlen zeitnah Produkte hergestellt werden (ZÄH ET AL. 2003C) oder mittels Hochgeschwindigkeitsverfahren die Produktion beschleunigt werden (UHLMANN 2004). Außerdem ist im Zusammenhang mit der Auftragsabwicklung zu berücksichtigen, dass Unternehmen künftig weniger als eine isolierte Fabrik bzw. als ein autonomes Werk

## 1.2 Herausforderungen im Wettbewerbsumfeld

---

agieren, sondern die vernetzte Produktion mit vielschichtigen Interdependenzen eine bedeutende Rolle spielen wird (WESTKÄMPER 2005; SCHUH 2005; REINHART ET AL. 2006A). Insofern bezieht sich in Zukunft die Disziplin Schnelligkeit verstärkt auf Supply Chains (SC) und das damit verbundene Supply Chain Management (SCM).

Der *wirtschaftliche Erfolg* als eine weitere Disziplin repräsentiert eine Grundvoraussetzung für die Zukunftsfähigkeit eines Unternehmens. Auch die deutsche Industrie kann sich dem zunehmenden Wettbewerbs- und Kostendruck nicht entziehen. Das Thema der monetären Konkurrenzfähigkeit bzw. Kostensenkung ist speziell am Standort Deutschland mit seinen relativ hohen Lohnnebenkosten (BREUN & SUSANEK 2006) in den Mittelpunkt der Diskussionen gerückt (ZÄH 2004). Vielfach ist der Kostendruck so hoch, dass konventionelle, inkrementelle Rationalisierungsmaßnahmen nicht mehr ausreichen und stattdessen neue, revolutionäre Trends aufgegriffen werden müssen (ZÄH 2004). Vor dem Hintergrund, dass die Produkt- und Produktionskosten bereits in frühen Phasen der Produktentwicklung und Produktionsplanung festgelegt werden, ist die Zielgröße Kosten (vgl. Glossar) nicht beliebig kurzfristig beeinflussbar (ZÄH ET AL. 2003B). Außerdem ist der wirtschaftliche Unternehmenserfolg nicht nur von der aktuellen Kostensituation geprägt. Vielmehr hängt er von vielschichtigen und langfristigen Faktoren ab, die beispielsweise WILDEMANN (2004) in einer Umfrage in 200 Industrieunternehmen ermittelt und nach ihrem Beitrag gewichtet hat: Qualität (25 % Beitrag zum Unternehmenserfolg), Preis (30 %), Service (15 %), Produktidentität (10 %) und Logistikleistung (20 %). Die Aufgabe jedes Unternehmens ist es, das optimale Zusammenwirken dieser Faktoren zu ermöglichen. Es sind qualitativ hochwertige Produkte zu konkurrenzfähigen Preisen herzustellen. Dies erfordert effektive sowie effiziente Produktentwicklungs-, Produktionsplanungs- und Produktionsprozesse.

Des Weiteren unterliegen produzierende Unternehmen einem hohen Innovationsdruck. Sie sind permanent gefordert, mittels *Innovationskraft* ihre Marktanteile zu sichern bzw. auszubauen. Gerade in Hochlohnländern ist es entscheidend, Innovationen und Veränderungen zum Bestandteil des Tagesgeschäfts zu erheben (SPATH 2005), da in der Innovationsfähigkeit ein „Schlüssel“ für die Konkurrenzfähigkeit von Unternehmen liegen kann. SPATH (2004) beschreibt die aktuelle Situation in Deutschland mit Schlagworten wie Lethargie, Stagnation und nur durchschnittlicher Innovationskraft im Vergleich zu den anderen großen Industrienationen. Jedoch sieht er im Punkt Innovationskraft auch Chancen, wenn Unternehmen *„mehr Mut zum Neuen, zum Anderen, zum Unbekannten aufbringen, denn nur wer neue Wege geht, hat die Chance, mit weniger Aufwand andere einzuholen oder gar zu überholen. Dieser Mut zu Neuem ist in allen Bereichen von Nöten – nicht nur in der Wirtschaft, auch in der Politik und seitens der gesamten Gesellschaft. Neues entsteht leider nicht von selbst, es muss gesucht werden, es muss erar-*

beitet und vielleicht auch erzwungen werden“. Diese Meinung aus Sicht der Forschung deckt sich auch mit Aussagen der Politik, wenn z. B. SCHIPANSKI (2004) die Konkurrenzfähigkeit der deutschen Volkswirtschaft im internationalen Wettbewerb in innovativen Techniken und Produkten hoher Wertschöpfung begründet sieht. Im Bereich der Produktionstechnik fasst UHLMANN (2004) die Innovationsfelder in den in Abbildung 2 dargestellten Domänen zusammen. Hierbei berücksichtigt er auch das Kernthema dieser Arbeit, integrierte Produkt- und Prozessentwicklung im Bereich der Prozessketten, als ein zentrales Innovationsfeld.

Fertigungsverfahren	Maschinen	Werkzeuge
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hochgeschwindigkeitsbearbeitung</li> <li>▪ Hartbearbeitung</li> <li>▪ Ultrapräzisions- &amp; Mikrobearbeitung</li> <li>▪ Hybridverfahren</li> <li>▪ Trockenbearbeitung</li> <li>▪ Rapid Prototyping/Tooling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stabkinematik (Hexapod, Dodekapod)</li> <li>▪ selbstoptimierende Maschinen</li> <li>▪ magnetofluidische Positioniersysteme</li> <li>▪ innovative Maschinenkomponenten</li> <li>▪ umkonfigurierbare Maschinen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Innovative Schneidstoffe</li> <li>▪ Beschichtungs-technologien</li> <li>▪ Werkzeuge zur integrierten Erkennung von Zustand und Prozesskenntnissen</li> </ul>
Werkstoffe	Prozessketten	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ hochfeste Werkstoffe (Nickelbasis-, Titanlegierungen)</li> <li>▪ Leichtbauwerkstoffe (geschäumte Metalle, Magnesium, Aluminium)</li> <li>▪ Verbundwerkstoffe (FVK, MMC, verstärkte Keramiken)</li> <li>▪ Sinterwerkstoffe (metallisch, keramisch)</li> </ul>	Verkürzung von Prozessketten durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verfahrenssubstitution</li> <li>▪ Near-Net-Shape Technologien</li> <li>▪ hochintegrierte Produktion</li> <li>▪ integrierte Produkt- und Prozessentwicklung</li> </ul>	

Abbildung 2: Innovationsfelder in der Produktionstechnik (UHLMANN 2004)

MILBERG (2003) weitet den Bereich der Innovationsfelder bzw. deren Bedeutung aus. Er bezeichnet alles als Innovation, was mehr Kunden und in Konsequenz mehr Arbeitsplätze hervorbringt. Im Vergleich zu UHLMANN (2004) zählt er auch neue Produkte, den Zugang zu neuen Märkten und die Einführung von neuen Organisationsstrukturen zu Innovationen. Ähnlich steckt ZÄH (2003) das Feld der Innovationen ab und definiert sie als Megatrends der Produktionstechnik. Diese stellen Innovationsvisionen und damit Herausforderungen für einen Zeitrahmen bis ins Jahr 2050 dar. Die Innovationsfelder werden in die folgenden sechs Gebiete untergliedert (ZÄH 2003):

- Flexibilisierung der Organisationsformen (z. B. Kompetenznetzwerke mit transparenter Auftragsabwicklung)
- Modularisierung, Dezentralisierung, Standardisierung (z. B. Dezentralisierung der Intelligenz und Aufwärtskompatibilität der Anlagen)

## 1.2 Herausforderungen im Wettbewerbsumfeld

---

- Vernetzung (z. B. vernetzte Entwicklungsteams, -werkzeuge und -prozesse)
- Digitalisierung (z. B. virtuelle Prototypen und Hardware-in-the-Loop-Simulation)
- neue Materialien und Prozesse (z. B. höhere Zerspankräfte, höhere Vorschubgeschwindigkeiten, intelligente Materialien und selbstadaptierende Systeme)
- Nachhaltigkeit (z. B. Umweltfreundlichkeit und Abbildung von Wissen (vgl. Glossar) in Bibliotheken)

Teilweise bedingt der Drang nach Innovationen allerdings eine gesteigerte Systemkomplexität, die es zu beherrschen gilt (WESTKÄMPER 2005). Beispielsweise ist die Integration der Domänen Mechanik, Elektronik, Regelungstechnik und Softwaretechnik im Bereich der mechatronischen Produktionsanlagen und -systeme von einer hohen Komplexität geprägt (GAUSEMEIER 2002).

Die fünfte Disziplin *Mitarbeiterorientierung* ist sowohl eine eigenständige als auch komplementäre Disziplin im Vergleich zu den anderen. Im Bestreben ein kontinuierlich erfolgreiches Unternehmen zu gestalten, ist der Mensch mit seinen Möglichkeiten hinsichtlich Individualität, Kreativität und Flexibilität ein entscheidender Schlüsselfaktor. Die Mitarbeiter sind beispielsweise in Form von Teamarbeit, Arbeitszeitmodellen und/oder Methodenunterstützung optimal zu fördern und zu fordern (SPATH 2005). SPATH (2004) propagiert, dass eine optimale bzw. ganzheitliche Arbeitsgestaltung entscheidend davon abhängen wird, wie gut die technisch-organisatorischen Systemelemente mit dem Menschen, als der stets wichtigsten Komponente des Arbeitssystems, zusammenwirken. Auch ZÄH (2004) beschreibt die Herausforderung einer zielgerichteten Unterstützung der Arbeitskräfte im Rahmen der Produktion. So soll der Mitarbeiter künftig bei seinen Routinetätigkeiten, wie dem Bereitstellen der Arbeitsdokumentationen, unterstützt werden. Dadurch wird die Konzentration auf seine primäre Aufgabe, das Ausführen des Produktionsprozesses, gefördert.

Zusammenfassend beschreibt MILBERG (2004B) das Unternehmen der Zukunft als das Triple-A-Unternehmen, das in höchstem Maße **agil**, **antizipativ** und **adaptiv** ist, wobei hier die geforderte Innovationskraft mit einbezogen wird. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit sollen die Innovationskraft im Sinne der frühzeitigen Gestaltung von ganzheitlichen und innovativen Verfahrensketten sowie die Bewertung der wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit der Verfahrensketten als Kernaspekte herausgegriffen werden. Die Konkurrenzfähigkeit von Unternehmen wird in starkem Maß davon abhängen, ob es gelingt, etablierte Ansätze in der Produktionstechnik mit Innovationen wirtschaftlich zu kombinieren. Es ist ein ausgewogenes Verhältnis zwischen dem Bewähr-

ten und dem Neuen zu finden. So gibt z. B. LEIBINGER (2004) zu bedenken, dass sich die Wirtschaftlichkeit bzw. die Marktposition von Unternehmen möglicherweise verschlechtert, wenn stets die maximale technologische Innovation angestrebt wird. Aus seiner Sicht müssen Ingenieure gleichzeitig über Innovations- und Kostendenken verfügen, um dem weltweiten Wettbewerb genügen zu können. Für LEIBINGER (2004) ist nicht nur das Gestalten einer genaueren, schnelleren oder gesteigerten Produktion eine kreative Fähigkeit, sondern auch die Entwicklung und Planung kostengünstiger Produkte.

### 1.3 Begriffsdefinitionen

Um für die Zielsetzung einer entwicklungs- und planungsbegleitenden Generierung und Bewertung von Produktionsalternativen ein einheitliches Verständnis zu schaffen, ist zunächst eine Definition von hierfür relevanten Begriffen erforderlich. Im Rahmen der Arbeit sind nachfolgende Begriffe von essenzieller Bedeutung:

#### **Produktentwicklung**

In Anlehnung an EHRENSPIEL (2003, S. 146 ff. & S. 225 ff.) ist die Produktentwicklung ein Teilbereich der Produktentstehung, die den Lebenslauf eines Produkts von der Idee bis zur Auslieferung darstellt. Die Produktentwicklung umfasst Tätigkeiten, die ausgehend von den Anforderungen die geometrisch-stofflichen Merkmale eines technischen Produkts festlegen. Die Beschreibung und die Inhalte sind abhängig von der Art des zu entwickelnden Produkts. Außerdem ist die Zusammensetzung der an der Produktentwicklung beteiligten Unternehmensbereiche stark unternehmensspezifisch geprägt. Des Weiteren gilt es zu unterscheiden, ob es sich bei dem Entwicklungsobjekt um eine Neu-, Varianten- oder Anpassungskonstruktion (PAHL ET AL. 2005, S. 4) handelt. Im deutschsprachigen Raum bilden z. B. die VDI RICHTLINIE 2221 (1993) sowie das Werk von PAHL ET AL. (2005) eine methodische Grundlage für die Produktentwicklung. Die Modelle und Methoden der Produktentwicklung folgen i. d. R. den Hauptschritten „Ziel bzw. Problem klären“, „Lösungsalternativen generieren“ und „Entscheidung herbeiführen“ (LINDEMANN 2006, S. 45).

#### **Produktionssystem**

Nach EVERSHEIM (1992) ist unter einem Produktionssystem eine technisch, organisatorisch und teilweise kostenrechnerisch selbstständige Allokation von Potenzial- und Mittelfaktoren zu Produktionszwecken zu verstehen. Es ist, unabhängig von der Systemgröße und den vor- bzw. nachgelagerten Bereichen, durch folgende Elemente bestimmt (REFA 1990):

### 1.3 Begriffsdefinitionen

---

- Festlegung der Eingaben (Teile, Werkstoffe, Energie und Informationen (vgl. Glossar))
- Beschreibung der Ausgaben (Produkte, Abfälle, Energie, Informationen)
- Beschreibung der Arbeitsaufgabe (Arbeitsablauf inklusive des Zusammenwirkens zwischen Mensch und Betriebsmittel (vgl. Glossar))

Entsprechend wird die Struktur eines Produktionssystems durch die Anordnung der Arbeitsstationen und deren Verknüpfung im Stoff- und Informationsfluss beschrieben. Die Stationen des Systems können Maschinen, manuelle Arbeitsplätze oder automatisierte Anlagen sein. An diesen werden am Produkt Verfahren wie beispielsweise Urformen, Umformen, Trennen, Fügen, Beschichten oder Ändern der Stoffeigenschaften angewandt (MILBERG & REINHART 1996, S. 10-44 ff.).

#### **Produktionsplanung**

Im Zusammenhang mit dieser Arbeit werden unter der Produktionsplanung die Tätigkeiten zur Gestaltung eines Produktionssystems verstanden. Die Begriffe Produktionsplanung und Produktionssystemplanung gelten als Synonyme, weshalb nachfolgend ausschließlich der Begriff Produktionsplanung verwendet wird. Es existieren diverse systematische Vorgehensbeschreibungen wie beispielsweise VDI 2221 (1993) oder REFA (1990). Diese umfassen folgende Subtätigkeiten: Analyse der Ausgangssituation, Konkretisierung der Planungsaufgaben, Grob- und Feinplanung des Produktionssystems, Systemeinführung sowie Systembetrieb.

#### **Produktion**

Unter dem Begriff Produktion ist i. A. die Kombination von Produktionsfaktoren zu verstehen (SCHUH 1996, S. 5-32 f.). Demnach beinhaltet die Produktion die Gesamtheit wirtschaftlicher, technologischer und organisatorischer Maßnahmen, die unmittelbar mit der Be- und Verarbeitung von Stoffen zusammenhängen (EVERSHEIM 1992). In dieser Arbeit – und beispielsweise im Unterschied zu WÖHE (2002, S. 329 f.) – umfasst der Begriff Produktion die Teilaspekte Fertigung und Montage (MILBERG & REINHART 1996, S. 10-44 ff.). Eine ähnliche Definition bietet WARNECKE (1995, S. 1 ff.), wonach die Produktion die Bereiche Teilefertigung und Montage beinhaltet. Hierbei umfasst die Teilefertigung die Herstellung von Einzelteilen für den Bereich Montage oder für die direkte Lieferung an den Kunden.

#### **Produktionsverfahren**

Ein Produktionsverfahren bezeichnet ein Verfahren zur Herstellung von geometrisch bestimmten festen Körpern. Es sind u. a. Verfahren zum Fügen oder Ändern von Stoff-



eigenschaften eingeschlossen (DIN 8580 2003). Häufig wird analog auch der Begriff der Produktionstechnologien verwendet (z. B. KNOCHE (2005)), wobei im Rahmen dieser Arbeit dem ersten Begriff der Vorzug gewährt wird.

### **Produktionsprozess**

Im Vergleich zu Produktionsverfahren weisen Produktionsprozesse einen höheren Detaillierungs- und Konkretisierungsgrad auf. Ein Produktionsprozess ist durch definierte Betriebsmittel sowie konkrete Prozessparameter festgelegt und bezieht sich i. d. R. auf einen spezifischen Produktionsschritt an einem Produkt (vgl. KNOCHE (2005, S. 5 ff.)).

### **Produktionsalternativen**

Hinsichtlich des Begriffs Produktionsalternativen (Alternativen: vgl. Glossar) gilt folgende Eigendefinition im Zuge dieser Arbeit: Eine Produktionsalternative entspricht einer Kette von Produktionsverfahren, die eine andere solche Kette gleichwertig ersetzen kann. Eine Produktionsverfahrenskette besteht aus elementaren generischen Verfahrenselementen bzw. Verfahrensschritten, die zur Herstellung eines Produkts erforderlich sind. Insofern bezeichnen Produktionsalternativen Verfahrensketten, bei denen sich mindestens ein generisches Element von der Vergleichsbasis unterscheidet.

### **Integration**

Integration bedeutet im Kontext der Arbeit, dass die Prozesse der Produktentwicklung und Produktionsplanung ablauf- und aufbauorganisatorisch zusammengefasst sind. Folglich wird die funktionale Trennung der beiden Bereiche aufgehoben und der Ansatz geht über die herkömmliche Definition der Integration im Sinne einer „engen Zusammenarbeit“ hinaus (GRUNWALD 2002, S. 12). EVERSHEIM ET AL. (1995) sprechen z. B. von einer integrierten Entwicklung und Planung, wenn die Definition des Produktes und des entsprechenden Produktionssystems weitestgehend zeitparallel und inhaltlich aufeinander abgestimmt erfolgen. Somit arbeiten bei der integrierten Produktentwicklung und Produktionsplanung alle am Erstellungsprozess beteiligten Abteilungen und die betroffenen Spezialisten eng und unmittelbar zusammen (EHRLENSPIEL 2003, S. 188).

### **Generierung**

Im Zuge dieser Arbeit ist die Generierung von Produktionsalternativen mit den Begriffen Gestaltung, Definition oder Planung von Produktionsalternativen gleichzusetzen.

### **Bewertung**

Die Bewertung von Produktionsalternativen geht in dieser Arbeit über den Aspekt der rein betriebswirtschaftlichen Betrachtung hinaus. Bezüglich dieser ist die Bewertung

## 1.4 Aufgabenstellung und Zielsetzung

---

eine betriebswirtschaftliche Regel, nach der Gegenständen Geldbeträge zugeordnet werden (GUDEMANN 1992). In dieser Arbeit sollen aber sowohl monetäre als auch weitere quantitative (z. B. zeitliche) und qualitative Kriterien (z. B. Risiken) in die Bewertung einbezogen werden.

Obige Begriffe stellen die wesentlichen für diese Arbeit dar. Alle weiteren Begriffe, die hinsichtlich der Arbeit relevant sind, werden im Kontext eingeführt.

## 1.4 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Im Folgenden wird die Aufgabenstellung und Zielsetzung präzisiert. Die Methodik für die entwicklungs- und planungsbegleitende Generierung und Bewertung von Produktionsalternativen soll geeignete Antworten auf die aktuellen Herausforderungen im Wettbewerbsumfeld (Abschnitt 1.2) bieten. Im Speziellen sollen die Disziplinen „Innovationskraft“, „Schnelligkeit in der Planung“ und „wirtschaftlicher Erfolg“ unterstützt werden (vgl. Abbildung 1).

Entsprechend diesen Rahmenbedingungen ist es das vorrangige Ziel, in Bezug auf die Entwicklung und Planung neuer Produkte bei Serien- und Massenproduzenten eine neue Vorgehensweise zur frühzeitigen Generierung und Identifikation von optimalen Produktionsverfahrensketten zu schaffen. Hierbei konzentriert sich die Methodik vor allem auf Unternehmen, die bisher keine systematische Generierung und explizite Bewertung von Produktionsalternativen vorgenommen haben, sondern diese vielmehr erfahrungsbasiert auf der Basis von Produktkonzepten und -entwürfen projektiert oder existierende Arbeitspläne kopiert und adaptiert haben. Auf dieser Grundlage gilt es, diverse nachfolgend beschriebene Teilziele zu erreichen (Abbildung 3):

Ausgehend von Produktskizzen und unscharfen Produktinformationen sollen Verfahrensketten geplant werden können, die die aktuellen Produktionsmöglichkeiten eines Unternehmens abbilden und zugleich neue, innovative Technologien berücksichtigen. Im Gegensatz zum heute vielfach praktizierten Kopieren und Adaptieren existierender Arbeitspläne sollen grundsätzlich neue, alternative Verfahrensketten erarbeitet werden können. Parallel zur Erarbeitung dieser sollen die zu erwartenden Kosten bewertet werden können, um nicht nur innovative Lösungen zu erarbeiten, sondern gleichzeitig die Wirtschaftlichkeit sicherzustellen. Außerdem soll die Planung von Verfahrensketten dazu genutzt werden, um aus der Sicht der Produktionsplanung aktiv und optimierend in die Produktentwicklung eingreifen zu können. Dies setzt eine enge Wechselbeziehung der beiden Domänen voraus und soll den üblichen Einfluss der Produktentwicklung auf die Produktionsplanung in der entgegengesetzten Wirkrichtung ergänzen.

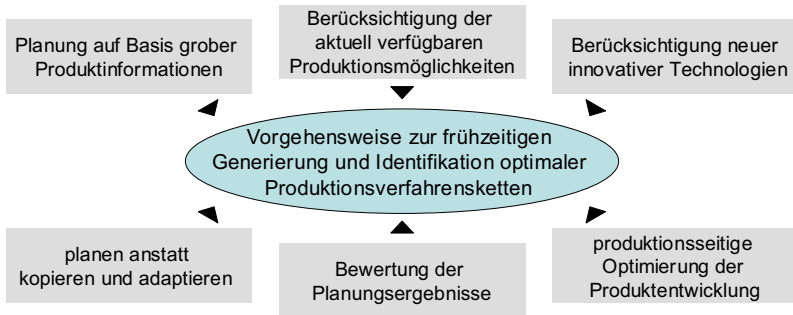


Abbildung 3: Zielsetzung der Arbeit

Im Rahmen dieser Zielsetzung soll bei der Planung von Produktionsverfahrensketten ein ausgewogenes Verhältnis zwischen den Aspekten Innovation, Innovationsrisiko sowie Wirtschaftlichkeit erreicht werden. Somit soll sowohl der Anspruch der Technologieführerschaft am Standort Deutschland als auch die internationale Konkurrenzfähigkeit gestärkt werden. Operativ sollen durch die zu entwickelnde Methodik Verfahrensketten erarbeitet und identifiziert werden, die eine optimale Grundlage für die detaillierte Produktionsprozessplanung bieten.

Zum Erreichen der Zielsetzung ist eine Methodik für die entwicklungs- und planungsbegleitende Generierung und Bewertung von Produktionsalternativen zu erarbeiten. Vor dem Hintergrund, dass die Zuordnung von Verfahren zu Produktionsaufgaben nicht algorithmierbar bzw. automatisierbar ist (SPUR & STÖFERLE 1994), gewinnt ein systematisches Vorgehen an Bedeutung. Die Notwendigkeit hierzu wird von SPUR (1996) betont, indem er feststellt, dass die Entscheidungsfindung hinsichtlich Produktionsverfahren keine isolierte Handlung darstellt, sondern vielmehr ein kontinuierlicher und äußerst iterativer Prozess in den Unternehmen ist (SPUR 1996).

## 1.5 Darstellung und Abgrenzung des Betrachtungsraums

### 1.5.1 Allgemeines

Der Abschnitt 1.5 stellt die Bereiche dar, auf denen die Methodik für die entwicklungs- und planungsbegleitende Generierung und Bewertung von Produktionsalternativen basiert und grenzt die nicht detailliert betrachteten Bereiche ab. Teilweise wird auch auf grundlegende Themengebiete eingegangen, die für das Gesamtverständnis hilfreich sind. Im Speziellen werden die Themenkomplexe Produktspektrum (Abschnitt 1.5.2),

## **1.5 Darstellung und Abgrenzung des Betrachtungsraums**

---

Produktionsarten und -prinzipien (Abschnitt 1.5.3), Modularisierung und Wandlungsfähigkeit von Produktionssystemen (Abschnitt 1.5.4), Grundlagen der Produktentwicklung und Produktionsplanung (Abschnitt 1.5.5) sowie Grundlagen des Wissensmanagements (Abschnitt 1.5.6) behandelt. Da die Prozesse der Produktentwicklung und Produktionsplanung vielfach durch Informationstechnologie (IT) unterstützt werden, geht Abschnitt 1.5.7 einleitend auf den Aspekten der Rechnerwerkzeuge ein. Es wird ein Überblick darüber gegeben, welche Arten von Rechnerwerkzeugen zum aktuellen Zeitpunkt zur Verfügung stehen und auf welche Art und Weise diese die Tätigkeiten der Generierung und Bewertung von Produktionsalternativen unterstützen können.

### **1.5.2 Produktspektrum**

Die Methodik wird für physische Produkte, d. h. Bauteile oder Baugruppen konzipiert. Hierbei fokussiert die Methodik Bauteile oder Baugruppen, an denen ausgehend von einem Basiszustand zahlreiche Produktionsverfahren ausgeführt werden, um Schritt für Schritt die geforderten Charakteristika zu erreichen. Die Produktionsverfahren umfassen hierbei sowohl Fertigungs- als auch Montageverfahren. Eine systematische Planung von Verfahrensketten kann jedoch nur dann Potenziale bieten, wenn eine hohe Anzahl an alternativen Produktionsverfahren zur Herstellung der Bauteile und Baugruppen existiert. In Konsequenz adressiert die Methodik Produkte, die eine umfassende Planungsphase erfordern, zumal viele Freiheitsgrade in Bezug auf die Planung von Verfahrensketten bestehen.

Beispiele für geeignete Produkte zur Validierung und Anwendung der Methodik bietet Kapitel 5. Zum einen wird die Methodik bezüglich eines Bauteils (Turbinenkomponente) und zum anderen hinsichtlich einer Baugruppe (Scheibenbremse) angewendet.

### **1.5.3 Produktionsarten und -prinzipien**

Die Arbeit bezieht sich auf die Planung von Produkten, die in Serien- und Massenproduktion hergestellt werden. Die Serienproduktion ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Produkt mehrfach nacheinander und in hohen Stückzahlen hergestellt wird. Die Massenproduktion ist im Vergleich dazu durch einen sich permanent wiederholenden Produktionsprozess beschrieben, der einem festgelegten Standardablauf folgt (REICHWALD & DIETEL 1991, S. 438). Im Rahmen der Serien- und Massenproduktion adressiert die Methodik sowohl Fertigungsverfahren – Urformen, Umformen, Trennen, Fügen, Beschichten und Stoffeigenschaften ändern (DIN 8580 2003) – als auch Montage- und Handhabungsverfahren entsprechend der DIN 8593 (2003) bzw. der VDI RICHTLINIE 2860 (1990). Mittels der Methodik soll vorrangig die am besten geeignete Produktions-

alternative für neue Produkte entwickelt und ausgewählt werden. Es müssen primär die geeigneten Produktionsverfahren identifiziert werden (MILBERG & REINHART 1996, S. 10-1 ff.). Infolge der Fokussierung der Arbeit auf die Serien- und Massenproduktion werden die identifizierten Produktionsverfahren im Rahmen der Prinzipien Werkstatt-, Gruppen- und Fließproduktion (Abbildung 4) umgesetzt (WARNECKE 1996, S. 9-66 ff.; DOLEZALEK & WARNECKE 1981, S. 129 ff.).

		Produktionsart				
		Einzelproduktion	Serienproduktion			Massenproduktion
Stückzahl (ca.)		1-10	10-100	100-1.000	1.000-100.000	> 100.000
Produktionsprinzip	Baustellenproduktion	●	◐			
	Werkstattproduktion	●	●	◐		
	Gruppenproduktion		●	●	◐	
	Fließproduktion				◐	●

Legende: ● – geeignet ◐ – eingeschränkt geeignet ◻ – betrachteter Ausschnitt

Abbildung 4: Betrachteter Ausschnitt der Produktionsarten und -prinzipien

Um hinsichtlich der für die Arbeit relevanten Produktionsprinzipien ein grundlegendes Verständnis zu schaffen, soll vertiefend zu Abbildung 4 auf die diversen Organisationsprinzipien, -formen und -typen mit dem dazugehörigen Materialfluss eingegangen werden (Abbildung 5). Dadurch wird die Basis geschaffen, geplante Verfahrensketten dahingehend überprüfen zu können, ob sie organisatorisch innerhalb des geplanten bzw. existierenden Produktionssystems realisiert werden können.

Die *Werkstattproduktion* ist im Wesentlichen durch ein Verrichtungsprinzip im Rahmen des zeitlichen Ablaufs der Losfertigung gekennzeichnet. Diese erfordert die Vollendung der Operationen am gesamten Los, bis anschließend die Werkstücke zur nachfolgenden Produktionseinrichtung transportiert werden (CORSTEN 2004 S. 30 f.; ADAM 2001, S. 5 ff.). Die andere Extremausprägung stellt die *Fließproduktion* dar. Die Produktion nach dem Flussprinzip (DOLEZALEK & WARNECKE 1981, S. 138; CORSTEN 2004 S. 31 f.) ist i. d. R. so gestaltet, dass ein optimaler Materialfluss erreicht wird. Jedes Werkstück durchläuft eine vorgegebene Maschinenfolge. Die räumliche Anordnung der Produktionsstellen entspricht der Reihenfolge der zu durchlaufenden Operationen (z. B. Kreis-, Linien- oder U-Form). Die einzelnen Produktionsoperationen sind zeitlich möglichst so aufeinander abgestimmt, dass ihr Zeitbedarf der Taktzeit entspricht. In diesem Produktionsprinzip ist ein hoher Grad der Arbeitsspezialisierung entsprechend den Grundprinzipien des Taylorismus' (vgl. Glossar) üblich. Einen Zwischentyp zwischen Werkstatt-

## 1.5 Darstellung und Abgrenzung des Betrachtungsraums

und Fließproduktion ist die *Gruppenproduktion* (MILBERG & REINHART 1996, S. 10-12). Diese ist durch die räumliche Zusammenfassung verschiedenartiger Betriebsmittel zu Funktionsgruppen gekennzeichnet, wobei die Gruppen intern zumeist dem Flussprinzip und übergreifend dem Verrichtungsprinzip folgen. Produziert wird i. d. R. in Losen, wobei eine zeitliche Überlappung der Lose möglich ist. Flexible Fördermittel sind eine Voraussetzung für die wirtschaftliche Gruppenfertigung. Des Weiteren ist die *Inselproduktion* als eine Variante der Gruppenproduktion zu nennen (GÜNTHER & TEMPELMEIER 2003, S. 105 ff.). Hierbei werden Produktkomponenten, Werkstücke oder Baugruppen, die ähnliche Produktionsanforderungen und -spezifika aufweisen, in Teile- bzw. Produktionsfamilien zusammengefasst. Innerhalb dieser Familien sind die zur Herstellung benötigten Betriebsmittel und Arbeitsplätze in einer räumlichen und organisatorischen Einheit zusammengefasst und folgen zumeist dem Flussprinzip. Eine andere Variante der Gruppenproduktion sind *flexible Produktionssysteme* (GÜNTHER & TEMPELMEIER 2003, S. 17, 234 ff.). Diese bestehen i. d. R. aus mehreren Computer-Numerical-Control-gesteuerten (CNC-gesteuerten) Maschinen, die durch ein automatisiertes Transportsystem verbunden und mit automatischen Spann- und Beladeeinrichtungen ausgestattet sind. Die diversen automatisierten Maschinen werden zumeist von gemeinsam genutzten Werkstückspeichern beliefert. Die Prozesssteuerung und -überwachung übernimmt ein integriertes IT-System. Flexible Produktionssysteme finden vor allem im Bereich der Klein- bis hin zur Großserienproduktion Anwendung.

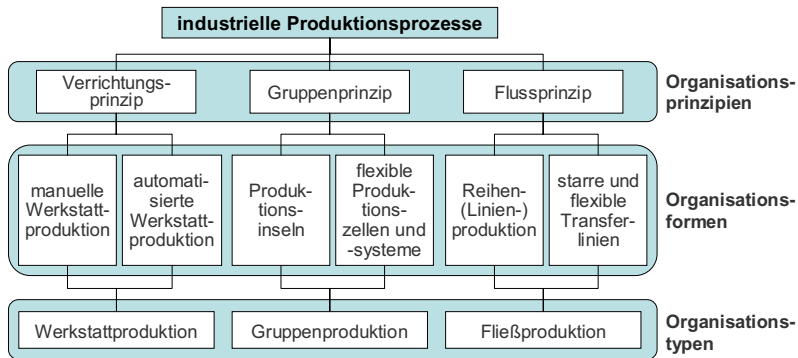


Abbildung 5: Organisation von Produktionssystemen (in Anlehnung an WIENDAHL (2005, S. 29 ff.))

Aufgrund der Fokussierung der Arbeit auf die Generierung von Verfahrensketten stellen Organisationsprinzipien sowie Steuerungs- und Logistikstrategien nur einen Randaspekt dar. Durch die Methodikanwendung werden die grundlegenden produktionstechnischen

„Weichen“ gestellt, auf deren Basis im Anschluss die Organisation, Steuerung und Logistik detailliert werden. Jedoch sind z. B. die Organisationsformen frühzeitig – in Verbindung mit möglichen Steuerungsprinzipien in der Auftragsabwicklung (vgl. GOLDRATT & COX (1987), ADAM (2001), CORSTEN (2004), NEBL (1998) oder WIEN-DAHL (1996)) – in die Überlegungen bei der Planung von Verfahrensketten einzubeziehen. Diese Überlegungen können die Grundlage dafür bilden, beispielsweise ein wertstromorientiertes Produktionssystem (ROTHER 2000) zu gestalten.

### **1.5.4 Modularisierung und Wandlungsfähigkeit von Produktionssystemen**

Im Rahmen dieses Abschnitts soll eine kurze Darstellung der für die Arbeit relevanten Aspekte der Modularisierung und Wandlungsfähigkeit erfolgen. Der Begriff „Modularisierung“ wurde ursprünglich im Rahmen der Produktentwicklung für die Gestaltung modularer Produkte geprägt. SPIES (1997) entwickelte z. B. eine Methode, mit der eine montagegerechte Produktstruktur unter Berücksichtigung der Entwicklungsabläufe erzielt werden kann. Mittels autonomer Produktmodule und deren Kombinierbarkeit ist es möglich, variantenreiche Serienprodukte wirtschaftlich zu produzieren. Weitere Ansätze, die der Modularisierung der Produkte und damit der Festlegung der Montage-reihenfolge bzw. der Produktionslinie dienen, fasst NEUHAUSEN (2001) zusammen. Den Zusammenhang modularer Produkte z. B. mit einer modularen Montage beschreibt WESTKÄMPER (2001). Von ihm wird ein schnelles und kostengünstiges Umrüstkonzept auf der Grundlage einer modularen Systemarchitektur vorgeschlagen, das die Herstellung modularer Produkte erlaubt.

Weitere Ansätze, die sich mit der Gestaltung von modularen Betriebsmitteln auseinandersetzen, zielen auf deren Austauschbarkeit und Standardisierung ab. Es wurden Ansätze zur Gestaltung von standardisierten, generischen und rekonfigurierbaren Bearbeitungsmaschinen und Vorrichtungen erforscht. HEISEL & MICHAELIS (1998) oder auch ONORI ET AL. (1999) beschreiben die modulare Gestaltung von Werkzeugmaschinen und Montagesystemen. Außerdem waren neue Produktionsmodule für einen schnellen Werkzeug- bzw. Palettenwechsel und -transport sowie hochflexible Fertigungssysteme der Gegenstand von Forschungsarbeiten (KOREN ET AL. 1999). Als weiteres Beispiel dient das Projekt „Highly Productive and Reconfigurable Manufacturing Systems“ (HIPARMS) (TÖNSHOFF ET AL. 2001).

Modulare Betriebsmittel stellen insofern eine Grundlage für die Gestaltung wandlungsfähiger Produktionssysteme dar. Die Wandlungsfähigkeit (REINHART 1997; REINHART 1999; REINHART 2000; ZÄH ET AL. 2004) der Produktion bzw. von Produktionssystemen

## 1.5 Darstellung und Abgrenzung des Betrachtungsraums

setzt sich definitionsgemäß aus den Elementen Flexibilität und Reaktionsfähigkeit zusammen. Der Begriff Flexibilität umfasst hierbei die Beherrschung von Szenarien, die bei der Planung bereits berücksichtigt werden. Die Reaktionsfähigkeit bezieht sich auf lösungsneutrale Anpassungspotenziale eines Unternehmens in einem turbulenten Umfeld, die im Bedarfsfall schnell und kostenarm aktiviert werden können (ZÄH ET AL. 2005A).

Die Aspekte der Modularisierung und Wandlungsfähigkeit von Produktionssystemen bieten im Rahmen der Methodik einen konzeptionellen Ansatz bzw. einen „Enabler“ für die Generierung von alternativen Verfahrensketten. Deshalb gilt es an dieser Stelle, die generischen Strukturmaßnahmen (in Anlehnung an EVERSHEIM & TERHAAG (1999)) zur Anpassung von Produktionsstrukturen und -prozessen einzuführen (Tabelle 1).











	Strukturmaßnahme	Darstellung	Erläuterung
1	Integration/ Modularisierung		mehrere Prozesse zusammenfassen bzw. Prozesse in mehrere Teilprozesse trennen
2	Parallelisierung		Prozesse parallelisieren, die ursprünglich in Sequenzen abliefen
3	Kooperation		Prozesse extern verlagern
4	Verlagerung		einen ganzen Prozess oder Teile eines Prozesses in einen anderen Prozessstrang verlegen
5	Eliminierung		einen Prozess ersatzlos streichen
6	Substitution		einen Prozesses durch einen anderen/veränderten Prozess ersetzen
7	Reihenfolgebildung		Sequenzen zweier oder mehrerer Prozesse ändern
8	Duplizierung		gleichartige Prozesse mehrerer Prozessstränge zusammenfassen bzw. einen Prozess auf gleichartige Prozesse in verschiedenen Strängen aufteilen
9	Veränderung der Ressourcenzuordnung		neue Ressourcen zu einem Prozess zuordnen, Ressourcen ersetzen, Ressourcen abziehen
10	Gestaltung neuer Prozesse		einen neuen Prozesses einführen

Tabelle 1: Strukturmaßnahmen (in Anlehnung an EVERSHEIM & TERHAAG (1999))

Die zehn möglichen generischen Strukturmaßnahmen bieten einen Baukasten zur Optimierung von Strukturen und Prozessen. Somit können die generischen Strukturmaßnahmen als eine Grundlage für die entwicklungs- und planungsbegleitende Generierung von Produktionsalternativen aufgegriffen werden.



### 1.5.5 Grundlagen der Produktentwicklung und Produktionsplanung

Die vorliegende Arbeit soll sich hauptsächlich auf die Planung von Verfahrensketten für neue Produkte beziehen. Vor diesem Hintergrund sind die Planungsarten Neu-, Ähnlichkeits- und Variantenplanung relevant (EVERSHEIM 1996, S. 7-76). Hierbei soll es keine Restriktion darstellen, ob die jeweilige Verfahrenskette mit dem existierenden Maschinenpark eines Unternehmens realisiert werden kann oder ob Investitionen in neue Maschinen zu tätigen sind. Inhaltlich bezieht sich die Methodik, wie in Abbildung 6 dargestellt, auf die entsprechenden Teilbereiche des Produktentwicklungs- und Produktionsplanungsprozesses, die miteinander in Wechselwirkung stehen.

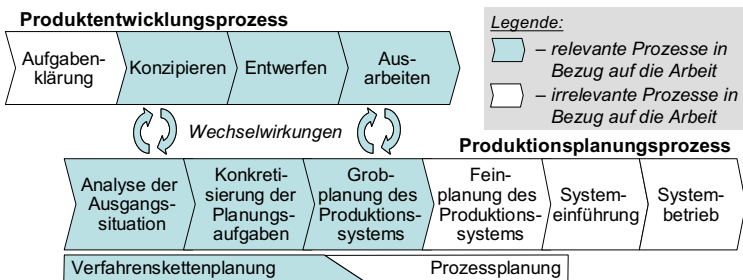


Abbildung 6: Relevante Produktentwicklungs- und Produktionsplanungsprozesse in Bezug auf die Arbeit (in Anlehnung an VDI RICHTLINIE 2221 (1993) und REFA (1990))

In Verbindung mit dem Produktentwicklungsprozess, der im Vergleich zum Produktionsplanungsprozess i. d. R. früher startet und endet, wird hauptsächlich auf die Phasen „Konzipieren“, „Entwerfen“ und „Ausarbeiten“, wie in der VDI RICHTLINIE 2221 (1993) dargestellt, eingegangen. In die erste Phase der Aufgabenklärung greift die Methodik nicht direkt ein, da hier die Produktidee geplant, die Anforderungen ermittelt und die Informationen eingeholt werden, aber noch keine potenziellen Verfahrensketten gebildet werden. Die Relevanz der Methodik ist ab der Phase der Konzeption gegeben, da hier eine integrative Generierung und Bewertung von Produktionsalternativen Nutzeneffekte, wie z. B. Vorschläge für optimierte Produktgeometrien, erzeugen kann.

Im Zusammenhang mit dem Produktionsplanungsprozess soll die Methodik in den Phasen „Analyse der Ausgangssituation“, „Konkretisierung der Planungsaufgaben“ sowie „Grobplanung des Produktionssystems“ (Planungssystematik nach REFA (1990)) ansetzen. Da sich die zu entwickelnde Methodik auf die frühe Phase der grundlegenden Verfahrenskettenplanung konzentrieren soll, ist die Phase der „Feinplanung des Produk-

## 1.5 Darstellung und Abgrenzung des Betrachtungsraums

---

tionssysteme“ nicht mehr von Bedeutung, da hier die Prozesse im Detail geplant werden (Planung von Betriebsmitteln, Werkzeugen, Vorrichtungen und Prozessparametern). Letztendlich werden aus der Phase der Grobplanung die Verfahrensketten an die Prozessplanung übergeben, um sie dort zu detaillieren. Die Phasen Systemeinführung und -betrieb werden nicht explizit inhaltlich in die Methodik eingeschlossen, da diese sich hauptsächlich mit der Auswahl der spezifischen Produktionsmittel beschäftigen.

### 1.5.6 Grundlagen des Wissensmanagements

Unter dem Begriff Wissensmanagement werden alle Maßnahmen zusammengefasst, die das Ziel haben, Wissen effizienter zu nutzen (KLOCKE ET AL. 2005). Demzufolge schließt das Wissensmanagement organisatorische, personelle und technische Maßnahmen mit ein (PROBST ET AL. 2006). Es umfasst hierbei die von PROBST ET AL. (2006) formulierten sowie von DOMBROWSKI & TIEDEMANN (2004) aufgegriffenen operativen Bausteine, die in Abbildung 7 zu sehen sind.

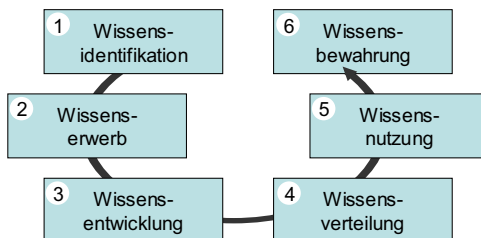


Abbildung 7: Operative Bausteine des Wissensmanagements

Zur Wissensidentifikation werden gezielt unternehmensinterne und -externe Aspekte herangezogen. Es gilt festzustellen, welches Wissen bereits verfügbar ist, und es sind Quellen zu identifizieren, mit denen zielorientiert Wissenslücken geschlossen werden können. Im Bereich des Wissenserwerbs soll externes Wissen beschafft werden, wohingegen die Wissensentwicklung die Erarbeitung von neuem Wissen innerhalb eines Unternehmens bezweckt. Die Wissensverteilung adressiert das Verfügbarmachen von Wissen im Unternehmen. Dadurch sind die Grundlagen geschaffen, um das Wissen im Rahmen von Entscheidungen und Handlungen zu nutzen. Schlussendlich gilt es im Zuge der Wissensbewahrung, Wissensverluste im Unternehmen zu vermeiden.

Dass der Erfahrungsrückfluss und das Wissensmanagement eine entscheidende Bedeutung für Unternehmen besitzen, zeigen sowohl WESTKÄMPER (2006) hinsichtlich des Datenmanagements (Daten: vgl. Glossar) in der Digitalen Fabrik (vgl. Glossar) als auch

KLOCKE ET AL. (2005) bezüglich des technologischen Wissensmanagements. In dieser Arbeit soll das Thema Wissensmanagement als Ansatz aufgegriffen werden. Es sollen Lösungen dargeboten werden, die bei der entwicklungs- und planungsbegleitenden Generierung und Bewertung von Produktionsalternativen Wissen zur Verfügung stellen und das erarbeitete Planungs- und Bewertungswissen langfristig sichern. Demzufolge werden die operativen Bausteine des Wissensmanagements aus Abbildung 7 in Teilbereichen unterstützt.

### 1.5.7 Aspekte der Rechnerunterstützung

Es existiert eine Vielzahl an Rechnerwerkzeugen zur Unterstützung der Produktentwicklung und Produktionsplanung. In diesen Domänen werden mehr und mehr Werkzeuge der Digitalen Fabrik eingesetzt, wie beispielsweise LINNER (2002) sie beschreibt. Viele Industrieunternehmen streben die so genannte Virtuelle Produktion (vgl. Glossar) an, die als die durchgängige Planung, Evaluierung und Steuerung von Produktionsprozessen und deren Anlagen mit Hilfe digitaler Methoden und Werkzeuge definiert ist (REINHART ET AL. 1999). Das Ziel hierbei ist es, die Vorgehensweisen sowie die Planungsobjekte Produkt und Prozess zu optimieren. Die Digitale Fabrik ist in diesem Kontext das Bindeglied zwischen der realen und der Virtuellen Produktion und beinhaltet die erforderlichen Methoden und Werkzeuge (ZÄH ET AL. 2003A; ZÄH & MÜLLER 2004). Insofern bietet die Digitale Fabrik Potenziale hinsichtlich der schnellen und interdisziplinären Zusammenarbeit bzw. der Integration von Produktentwicklung und Produktionsplanung.

Am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften der Technischen Universität München (*iwb*) wurde die Virtuelle Produktion im Zuge der Forschungstätigkeiten in die Handlungsfelder „Methoden zur Umsetzung und zum Einsatz der Digitalen Fabrik“, „Benutzerschnittstellen“ (vor allem Techniken der Immersion und Interaktion) und „Werkzeuge der Digitalen Fabrik“ untergliedert (ZÄH ET AL. 2005B). Das gesamte Spektrum der aktuellen Methoden, Werkzeuge und Benutzerschnittstellen der Virtuellen Produktion zeigt zusammenfassend Abbildung 8. An dieser Stelle wird nicht auf alle Elemente aus Abbildung 8 eingegangen, sondern auf die einschlägige Literatur verwiesen (LINNER 2002; BÄR 2004; FUSCH 2005; VDI RICHTLINIE 4499 2006).

Digitale Werkzeuge können eine maßgebliche Unterstützung hinsichtlich der Aufgabenstellung der vorliegenden Arbeit bieten. Zum einen können die hinterlegten Informationen und die Funktionalitäten der Rechnerwerkzeuge genutzt werden, um die Entwicklung und Planung der Objekte Produkt, Verfahren, Prozesse, Ressourcen, Organisationsformen oder Steuerungssysteme zu unterstützen. Zum anderen werden vielfach

## 1.5 Darstellung und Abgrenzung des Betrachtungsraums

Funktionalitäten zur Verfügung gestellt, um die jeweiligen Objekte hinsichtlich der Zeiten, Kosten und qualitativen Kriterien bewerten zu können. Des Weiteren können die digitalen Werkzeuge i. d. R. in den verschiedenen Phasen der Produktentwicklung, Produktionsplanung sowie Produktion kontinuierlich und übergreifend eingesetzt werden (Abbildung 8).

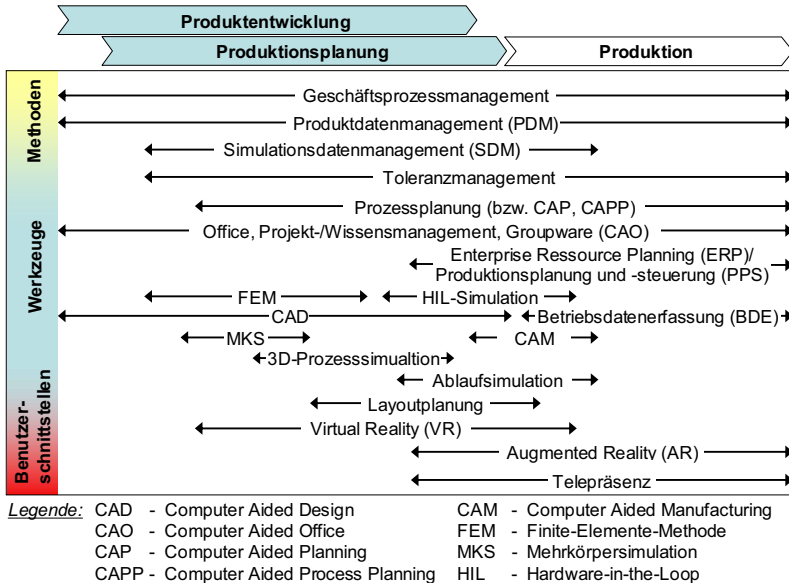


Abbildung 8: Benutzerschnittstellen, Werkzeuge und Methoden der Virtuellen Produktion (in Anlehnung an ZÄH ET AL. (2005C); REINHART ET AL. (2006B))

Die diversen Synthese- und Analyseschritte eines Produktentwicklungs- und Planungsprozesses, die FELDMANN (1997) exemplarisch für die integrierte Montagesystemplanung beschrieben hat, können rechnerisch unterstützt werden. Im Sinne der Aufgabenstellung können Kombinationen unterschiedlicher Rechnerwerkzeuge Möglichkeiten bieten, die Produkt- und Produktionsdaten schrittweise zu erarbeiten und entsprechend zu analysieren. Hierbei sind vor allem Systeme des Produktdatenmanagements (PDM), des Enterprise Resource Planning (ERP), des Computer Aided Planning (CAP) und des Computer Aided Process Planning (CAPP) zu nennen. Die PDM-Systeme dienen in diesem Zusammenhang dem zielgerichteten Umgang mit Produktdaten, wie z. B. der Produktstruktur (SCHÖTTNER 1999). Demgegenüber fokussieren ERP-Systeme die im Unternehmen verfügbaren Ressourcen, um eine optimierte Auftragsabwicklung

sicherzustellen (LUCZAK ET AL. 2004). Da die Generierung und die Bewertung von Produktionsalternativen jedoch nicht nur das Produkt und die verfügbaren Ressourcenaspekte zu berücksichtigen hat, spielen auch CAP- und CAPP-Werkzeug eine bedeutende Rolle. Diese werden im Wesentlichen dazu genutzt, um z. B. im Zuge einer manuellen Konfiguration (vgl. Glossar) oder einer automatisierten wissensbasierten Unterstützung (vgl. Glossar), die Elemente Produkt, Prozess und Ressource zu kombinieren und die Prozessparameter festzulegen.

Das Spektrum an möglichen unterstützenden Rechnerwerkzeugen zur Generierung und Bewertung von Produktionsalternativen ist somit sehr breit gefasst. Da die Unternehmen durch die spezifischen Anforderungen, Produkte und bereits existierenden Rechnerwerkzeuge gänzlich unterschiedlichen Voraussetzungen unterliegen, kann es keine Zielsetzung der Arbeit sein, einen fixierten Vorschlag der Rechnerunterstützung darzubieten. Einen ähnlichen Sachverhalt präsentieren beispielsweise auch BERLAK (2003) sowie SCHUH & GIERTH (2006) im Bereich der Systeme zur Produktionsplanung und -steuerung (PPS). Hier werden keine vordefinierten Lösungsvorschläge angeboten, sondern der individuelle Weg eines Unternehmens hin zur PPS-Unterstützung aufgezeigt. In ähnlicher Weise bietet Kapitel 4 einen Leitfaden, durch den eine unternehmensindividuelle Rechnerunterstützung zur Generierung und Bewertung von Produktionsalternativen abgeleitet werden kann.

### 1.5.8 Zusammenfassung

Die in dieser Arbeit zu entwickelnde Methodik bezieht sich schwerpunktmäßig auf die Serien- und Massenproduktion von Produkten mit einem hohen technologischen Anspruch sowie einer Vielfalt an Verfahrensalternativen. Hierbei wird vorrangig die Planung innovativer Verfahrensketten für neue Produkte betrachtet, da bewusst eine Abkehr vom reinen Kopieren und Adaptieren bekannter Lösungen erfolgen soll. Entsprechend diesen Randbedingungen soll die Generierung und Bewertung von Produktionsalternativen sowohl im Produktentwicklungs- als auch im Produktionsplanungsprozess „verankert“ werden. Das Konzept der Integration soll in diesem Zusammenhang einen maßgeblichen Einfluss ausüben, so dass die Tätigkeiten in Verbindung mit der Generierung und Bewertung von Produktionsalternativen auf einer unternehmensbereichsunabhängigen, funktionsintegrierten und prozessorientierten Basis erfolgen. Neben dieser fundamentalen Einordnung wurden die wesentlichen Aspekte zu den Themenbereichen Modularisierung und Wandlungsfähigkeit, Wissensmanagement sowie Rechnerunterstützung erläutert, um zum einen eine breite Grundlage für die Entwicklung der Methodik zu schaffen und zum anderen den Betrachtungsraum der Arbeit abzugrenzen.

### 1.6 Vorgehensweise

Nach der Einleitung (Kapitel 1) mit der Darstellung der aktuellen Trends und Herausforderungen, der Definition von Begriffen, der Fokussierung bezüglich der Arbeit sowie der Aufgabenstellung und Zielsetzung wird im folgenden Kapitel 2 der Stand der Forschung und Technik erläutert. Die Betrachtung konzentriert sich auf die Bereiche der integrierten Produktentwicklung und Produktionsplanung sowie der Bewertungsmethoden. Auf der Basis einer Zusammenfassung und der Ausarbeitung der daraus resultierenden Defizite werden die spezifischen Anforderungen an die zu entwickelnde Methodik (Kapitel 3) dokumentiert und auf der Grundlage der Zielsetzung präzisiert. Darauf basierend erfolgt die Konzeption der Methodik für die entwicklungs- und planungsbegleitende Generierung und Bewertung von Produktionsalternativen (Abschnitt 3.3). Hier wird das „Gerüst“ der Methodik erarbeitet und dargestellt, um im Folgenden die Methodik detailliert mit allen relevanten Elementen zu beschreiben (Kapitel 4). Kapitel 5 veranschaulicht die exemplarische Anwendung der Methodik mittels zweier Fallbeispiele. Entsprechend den Resultaten aus der exemplarischen Anwendung folgt eine Bewertung von Nutzen und Aufwand (Kapitel 6) hinsichtlich der Einführung und Anwendung der Methodik. Eine Zusammenfassung und ein Ausblick (Kapitel 7) schließen die Arbeit ab. Abbildung 9 präsentiert den Aufbau der Arbeit:

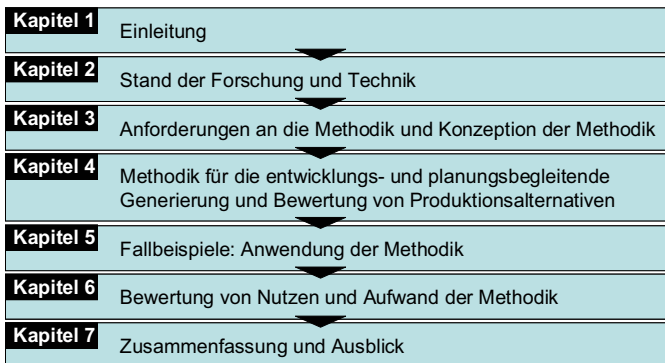


Abbildung 9: Überblick über die Inhalte und den Aufbau der Arbeit

Bei der Entwicklung der Methodik wird ein induktiver Ansatz verfolgt. Das heißt, auf der Basis von Analysen und Beobachtungen aus bestehenden wissenschaftlichen Ansätzen und aktuellen industriellen Vorgehensweisen wird eine allgemeingültige Methodik erarbeitet.

# iwb Forschungsberichte Band 1–121

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

Band 1–121 erschienen im Springer Verlag, Berlin, Heidelberg und sind im Erscheinungsjahr und den folgenden drei Kalenderjahren erhältlich im Buchhandel oder durch Lange & Springer, Otto-Suhr-Allee 26–28, 10585 Berlin

- 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, I.*  
**Schneiderodierte 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 *Bärstner, 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 modaler 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 Fertigungsautomatisierung**  
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 *Wiba, 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 *Tuczek, H.*  
**Inspektion von Karosserieteilen 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-Fertigungsgeräten**  
1991 · 60 Abb. · 166 Seiten · ISBN 3-540-54027-X
- 35 *Moser, O.*  
**3D-Echtzeitkollisionsschutz 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 *Hoßmann, 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 Programmbaukastens für robotergeführte Klebprozesse**  
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 3-540-55377-0
- 47 *Gebauer, L.*  
**Prüfuntersuchungen zur automatisierten Montage von optischen Linsen**  
1992 · 84 Abb. · 150 Seiten · ISBN 3-540-55378-9
- 48 *Schräfer, 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 Zustandsregelung 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 *Helmi, H.J.*  
**Ein Verfahren zur On-Line Fehlererkennung und Diagnose**  
1992 · 60 Abb. · 153 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  
Zubringeinrichtungen**  
1993 · 80 Abb. · 152 Seiten · ISBN 3-540-56652-X
- 61 *Glas, J.*  
**Standardisierter Aufbau anwendungsspezifischer  
Zellenrechnersoftware**  
1993 · 80 Abb. · 145 Seiten · ISBN 3-540-56890-5
- 62 *Stetter, R.*  
**Rechnergestützte Simulationswerkzeuge zur  
Effizienzsteigerung des Industrierobereinsatzes**  
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 *Kummetsteiner, G.*  
**3D-Bewegungssimulation als integratives Hilfsmittel zur  
Planung manueller Montagesysteme**  
1994 · 62 Abb. · 146 Seiten · ISBN 3-540-57535-9
- 67 *Kugelmann, 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 *Amann, 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  
Koordinationssystem 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 *Zetlmayer, H.*  
**Verfahren zur simulationsgestützten  
Produktionsregelung in der Einzel- und  
Kleinserienproduktion**  
1994 · 62 Abb. · 143 Seiten · ISBN 3-540-58134-0
- 75 *Lindt, 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 *Rath, 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  
Produktionssystemen 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 *Zwanzer, N.*  
**Technologisches Prozeßmodell für die  
Kugelschleifbearbeitung**  
1995 · 65 Abb. · 150 Seiten · ISBN 3-540-58634-2
- 81 *Romanow, 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  
Harzbearbeitung**  
1995 · 87 Abb. · 152 Seiten · ISBN 3-540-58773-X
- 84 *Birkel, G.*  
**Aufwandsminimierter Wissenserwerb für die Diagnose in  
flexiblen Produktionssystemen**  
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  
Materialflußsteuerungen**  
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 Produktionssysteme**  
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 de la Barrera, J.L.*  
**Ein durchgängiges System zur computer- und rechnergestützten Chirurgie**  
1996 · 99 Abb. · 175 Seiten · ISBN 3-540-61145-2
- 100 *Geyer, 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 *Kähler, 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.*  
**Steuerungintegrierte Fehlerbehandlung für maschinennahe 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 *Krönert, U.*  
**Systematik für die rechnergestützte Ähnlichkeitsuche 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 Arbeitssystemgestaltung**  
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 an automatisierter Fügeprozesse**  
1998 · 85 Abb. · 136 Seiten · ISBN 3-540-64511-X
- 115 *Lindermeier, R.*  
**Qualitätsorientierte Entwicklung von Montagesystemen**  
1998 · 84 Abb. · 164 Seiten · ISBN 3-540-64686-8
- 116 *Koehler, J.*  
**Präzeorientierte Teamstrukturen in Betrieben mit Großserienfertigung**  
1998 · 75 Abb. · 185 Seiten · ISBN 3-540-65037-7
- 117 *Schuller, R. W.*  
**Leitfäden zum automatisierten Auftrag von hochviskosen Dichtmassen**  
1999 · 76 Abb. · 162 Seiten · ISBN 3-540-65320-1
- 118 *Debuschewitz, M.*  
**Integrierte Methodik und Werkzeuge zur herstellungsorientierten 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.*  
**Erfahrungsgleiteite Planung von Laseranlagen**  
1999 · 63 Abb. · 156 Seiten · ISBN 3-540-65896-3

# 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@utz.de

- 1 **Innovative Montagesysteme - Anlagengestaltung, -bewertung und -überwachung**  
115 Seiten · ISBN 3-931327-01-9
- 2 **Integriertes Produktmodell - Von der Idee zum fertigen Produkt**  
82 Seiten · ISBN 3-931327-02-7
- 3 **Konstruktion von Werkzeugmaschinen - Berechnung, Simulation und Optimierung**  
110 Seiten · ISBN 3-931327-03-5
- 4 **Simulation - Einsatzmöglichkeiten und Erfahrungsberichte**  
134 Seiten · ISBN 3-931327-04-3
- 5 **Optimierung der Kooperation in der Produktentwicklung**  
95 Seiten · ISBN 3-931327-05-1
- 6 **Materialbearbeitung mit Laser - von der Planung zur Anwendung**  
86 Seiten · ISBN 3-931327-06-0
- 7 **Dynamisches Verhalten von Werkzeugmaschinen**  
80 Seiten · ISBN 3-931327-07-9
- 8 **Qualitätsmanagement - der Weg ist das Ziel**  
130 Seiten · ISBN 3-931327-08-7
- 9 **Installationstechnik an Werkzeugmaschinen - Analysen und Konzepte**  
120 Seiten · ISBN 3-931327-09-5
- 10 **3D-Simulation - Schneller, sicherer und kostengünstiger zum Ziel**  
90 Seiten · ISBN 3-931327-10-8
- 11 **Unternehmensorganisation - Schlüssel für eine effiziente Produktion**  
110 Seiten · ISBN 3-931327-11-6
- 12 **Autonome Produktionssysteme**  
100 Seiten · ISBN 3-931327-12-4
- 13 **Planung von Montageanlagen**  
130 Seiten · ISBN 3-931327-13-2
- 14 **Nicht erschienen – wird nicht erscheinen**
- 15 **Flexible fluide Kleb/Dichtstoffe - Dosierung und Prozeßgestaltung**  
80 Seiten · ISBN 3-931327-15-9
- 16 **Time to Market - Von der Idee zum Produktionsstart**  
80 Seiten · ISBN 3-931327-16-7
- 17 **Industriekeramik in Forschung und Praxis - Probleme, Analysen und Lösungen**  
80 Seiten · ISBN 3-931327-17-5
- 18 **Das Unternehmen im Internet - Chancen für produzierende Unternehmen**  
165 Seiten · ISBN 3-931327-18-3
- 19 **Leittechnik und Informationslogistik - mehr Transparenz in der Fertigung**  
85 Seiten · ISBN 3-931327-19-1
- 20 **Dezentrale Steuerungen in Produktionsanlagen - Plug & Play - Vereinfachung von Entwicklung und Inbetriebnahme**  
105 Seiten · ISBN 3-931327-20-5
- 21 **Rapid Prototyping - Rapid Tooling - Schnell zu funktionalen Prototypen**  
95 Seiten · ISBN 3-931327-21-3
- 22 **Mikrotechnik für die Produktion - Greifbare Produkte und Anwendungspotentiale**  
95 Seiten · ISBN 3-931327-22-1
- 24 **EDM Engineering Data Management**  
195 Seiten · ISBN 3-931327-24-8
- 25 **Rationelle Nutzung der Simulationstechnik - Entwicklungstrends und Praxisbeispiele**  
152 Seiten · ISBN 3-931327-25-6
- 26 **Alternative Dichtungssysteme - Konzepte zur Dichtungs montage und zum Dichtmittelauftrag**  
110 Seiten · ISBN 3-931327-26-4
- 27 **Rapid Prototyping - Mit neuen Technologien schnell vom Entwurf zum Serienprodukt**  
111 Seiten · ISBN 3-931327-27-2
- 28 **Rapid Tooling - Mit neuen Technologien schnell vom Entwurf zum Serienprodukt**  
154 Seiten · ISBN 3-931327-28-0
- 29 **Installationstechnik an Werkzeugmaschinen - Abschlußseminar**  
156 Seiten · ISBN 3-931327-29-9
- 30 **Nicht erschienen – wird nicht erscheinen**
- 31 **Engineering Data Management (EDM) - Erfahrungsberichte und Trends**  
183 Seiten · ISBN 3-931327-31-0
- 32 **Nicht erschienen – wird nicht erscheinen**
- 33 **3D-CAD - Mehr als nur eine dritte Dimension**  
181 Seiten · ISBN 3-931327-33-7
- 34 **Laser in der Produktion - Technologische Randbedingungen für den wirtschaftlichen Einsatz**  
102 Seiten · ISBN 3-931327-34-5
- 35 **Ablaufsimulation - Anlagen effizient und sicher planen und betreiben**  
129 Seiten · ISBN 3-931327-35-3
- 36 **Moderne Methoden zur Montageplanung - Schlüssel für eine effiziente Produktion**  
124 Seiten · ISBN 3-931327-36-1
- 37 **Wettbewerbsfaktor Verfügbarkeit - Produktivitätssteigerung durch technische und organisatorische Ansätze**  
95 Seiten · ISBN 3-931327-37-X
- 38 **Rapid Prototyping - Effizienter Einsatz von Modellen in der Produktentwicklung**  
128 Seiten · ISBN 3-931327-38-8
- 39 **Rapid Tooling - Neue Strategien für den Werkzeug- und Formenbau**  
130 Seiten · ISBN 3-931327-39-6
- 40 **Erfolgreich kooperieren in der produzierenden Industrie - Flexibel und schneller mit modernen Kooperationen**  
160 Seiten · ISBN 3-931327-40-X
- 41 **Innovative Entwicklung von Produktionsmaschinen**  
146 Seiten · ISBN 3-89675-041-0
- 42 **Stückzahlflexible Montagesysteme**  
139 Seiten · ISBN 3-89675-042-9
- 43 **Produktivität und Verfügbarkeit - ...durch Kooperation steigern**  
120 Seiten · ISBN 3-89675-043-7
- 44 **Automatisierte Mikromontage - Handhaben und Positionieren von Mikrobautteilen**  
125 Seiten · ISBN 3-89675-044-5
- 45 **Produzieren in Netzwerken - Lösungsansätze, Methoden, Praxisbeispiele**  
173 Seiten · ISBN 3-89675-045-3
- 46 **Virtuelle Produktion - Ablaufsimulation**  
108 Seiten · ISBN 3-89675-046-1

- 47 Virtuelle Produktion · Prozeß- und Produktsimulation  
131 Seiten · ISBN 3-89675-047-X
- 48 Sicherheitstechnik an Werkzeugmaschinen  
106 Seiten · ISBN 3-89675-048-8
- 49 Rapid Prototyping · Methoden für die reaktionsfähige Produktentwicklung  
150 Seiten · ISBN 3-89675-049-6
- 50 Rapid Manufacturing · Methoden für die reaktionsfähige Produktion  
121 Seiten · ISBN 3-89675-050-X
- 51 Flexibles Kleben und Dichten · Produkt- & Prozeßgestaltung, Mischverbindungen, Qualitätskontrolle  
137 Seiten · ISBN 3-89675-051-8
- 52 Rapid Manufacturing · Schnelle Herstellung von Klein- und Prototypenserien  
124 Seiten · ISBN 3-89675-052-6
- 53 Mischverbindungen · Werkstoffauswahl, Verfahrensauswahl, Umsetzung  
107 Seiten · ISBN 3-89675-054-2
- 54 Virtuelle Produktion · Integrierte Prozess- und Produktsimulation  
133 Seiten · ISBN 3-89675-054-2
- 55 e-Business in der Produktion · Organisationskonzepte, IT-Lösungen, Praxisbeispiele  
150 Seiten · ISBN 3-89675-055-0
- 56 Virtuelle Produktion – Ablaufsimulation als planungsbegleitendes Werkzeug  
150 Seiten · ISBN 3-89675-056-9
- 57 Virtuelle Produktion – Datenintegration und Benutzerschnittstellen  
150 Seiten · ISBN 3-89675-057-7
- 58 Rapid Manufacturing · Schnelle Herstellung qualitativ hochwertiger Bauteile oder Kleinserien  
169 Seiten · ISBN 3-89675-058-7
- 59 Automatisierte Mikromontage · Werkzeuge und Fügetechnologien für die Mikrosystemtechnik  
114 Seiten · ISBN 3-89675-059-3
- 60 Mechatronische Produktionssysteme · Genauigkeit gezielt entwickeln  
131 Seiten · ISBN 3-89675-060-7
- 61 Nicht erschienen – wird nicht erscheinen
- 62 Rapid Technologien · Anspruch – Realität – Technologien  
100 Seiten · ISBN 3-89675-062-3
- 63 Fabrikplanung 2002 · Visionen – Umsetzung – Werkzeuge  
124 Seiten · ISBN 3-89675-063-1
- 64 Mischverbindungen · Einsatz und Innovationspotenzial  
143 Seiten · ISBN 3-89675-064-X
- 65 Fabrikplanung 2003 – Basis für Wachstum · Erfahrungen Werkzeuge Visionen  
136 Seiten · ISBN 3-89675-065-8
- 66 Mit Rapid Technologien zum Aufschwung · Neue Rapid Technologien und Verfahren, Neue Qualitäten, Neue Möglichkeiten, Neue Anwendungsfelder  
185 Seiten · ISBN 3-89675-066-6
- 67 Mechatronische Produktionssysteme · Die Virtuelle Werkzeugmaschine: Mechatronisches Entwicklungsvorgehen, Integrierte Modellbildung, Applikationsfelder  
148 Seiten · ISBN 3-89675-067-4
- 68 Virtuelle Produktion · Nutzenpotenziale im Lebenszyklus der Fabrik  
139 Seiten · ISBN 3-89675-068-2
- 69 Kooperationsmanagement in der Produktion · Visionen und Methoden zur Kooperation – Geschäftsmodelle und Rechtsformen für die Kooperation – Kooperation entlang der Wertschöpfungskette  
134 Seiten · ISBN 3-89675-069-0
- 70 Mechatronik · Strukturndynamik von Werkzeugmaschinen  
161 Seiten · ISBN 3-89675-070-4
- 71 Klebtechnik · Zerstörungsfreie Qualitätssicherung beim flexibel automatisierten Kleben und Dichten  
ISBN 3-89675-071-2 · vergriffen
- 72 Fabrikplanung 2004 Erfolgsfaktor im Wettbewerb · Erfahrungen – Werkzeuge – Visionen  
ISBN 3-89675-072-0 · vergriffen
- 73 Rapid Manufacturing Vom Prototyp zur Produktion · Erwartungen – Erfahrungen – Entwicklungen  
179 Seiten · ISBN 3-89675-073-9
- 74 Virtuelle Produktionssystemplanung · Virtuelle Inbetriebnahme und Digitale Fabrik  
133 Seiten · ISBN 3-89675-074-7
- 75 Nicht erschienen – wird nicht erscheinen
- 76 Berührungslose Handhabung · Vom Wafer zur Glaslinse, von der Kapselfel zur aseptischen Ampulle  
95 Seiten · ISBN 3-89675-076-3
- 77 ERP-Systeme · Einführung in die betriebliche Praxis · Erfahrungen, Best Practices, Visionen  
153 Seiten · ISBN 3-89675-077-7
- 78 Mechatronik · Trends in der interdisziplinären Entwicklung von Werkzeugmaschinen  
155 Seiten · ISBN 3-89675-078-X
- 79 Produktionsmanagement  
267 Seiten · ISBN 3-89675-079-8
- 80 Rapid Manufacturing · Fertigungsverfahren für alle Ansprüche  
154 Seiten · ISBN 3-89675-080-1
- 81 Rapid Manufacturing · Heutige Trends – Zukünftige Anwendungsfelder  
172 Seiten · ISBN 3-89675-081-X
- 82 Produktionsmanagement · Herausforderung Variantenmanagement  
100 Seiten · ISBN 3-89675-082-8
- 83 Mechatronik · Optimierungspotenzial der Werkzeugmaschine nutzen  
160 Seiten · ISBN 3-89675-083-6
- 84 Virtuelle Inbetriebnahme · Von der Kür zur Pflicht?  
104 Seiten · ISBN 978-3-89675-084-6
- 85 3D-Erfahrungsforum · Innovation im Werkzeug- und Formenbau  
375 Seiten · ISBN 978-3-89675-085-3
- 86 Rapid Manufacturing · Erfolgreich produzieren durch innovative Fertigung  
162 Seiten · ISBN 978-3-89675-086-0
- 87 Produktionsmanagement · 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

# Forschungsberichte iw b

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

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

- 122 Schneider, Burghard  
**Prozesskettenorientierte Bereitstellung nicht formstabiler Bauteile**  
1999 · 183 Seiten · 98 Abb. · 14 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-559-5
- 123 Goldstein, Bernd  
**Modellgestützte Geschäftsprozeßgestaltung in der Produktentwicklung**  
1999 · 170 Seiten · 65 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-546-3
- 124 Müßler, Helmut E.  
**Methode zur simulationsbasierten Regelung zeitvarianter Produktionssysteme**  
1999 · 164 Seiten · 67 Abb. · 5 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-585-4
- 125 Gräser, Ralf-Gunter  
**Ein Verfahren zur Kompensation temperaturinduzierter Verformungen an Industrierobotern**  
1999 · 167 Seiten · 63 Abb. · 5 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-603-6
- 126 Trossin, Hans-Jürgen  
**Nutzung der Ähnlichkeitstheorie zur Modellbildung in der Produktionstechnik**  
1999 · 162 Seiten · 75 Abb. · 11 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-614-1
- 127 Kugelmann, Doris  
**Aufgabenorientierte Offline-Programmierung von Industrierobotern**  
1999 · 168 Seiten · 68 Abb. · 2 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-615-X
- 128 Diesch, Rolf  
**Steigerung der organisatorischen Verfügbarkeit von Fertigungszellen**  
1999 · 160 Seiten · 69 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-618-4
- 129 Lulay, Werner E.  
**Hybrid-hierarchische Simulationsmodelle zur Koordination teilautonomer Produktionsstrukturen**  
1999 · 182 Seiten · 51 Abb. · 14 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-620-6
- 130 Murr, Otto  
**Adaptive Planung und Steuerung von integrierten Entwicklungs- und Planungsprozessen**  
1999 · 178 Seiten · 85 Abb. · 3 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-636-2
- 131 Macht, Michael  
**Ein Vorgehensmodell für den Einsatz von Rapid Prototyping**  
1999 · 170 Seiten · 87 Abb. · 5 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-638-9
- 132 Mehler, Bruno H.  
**Aufbau virtueller Fabriken aus dezentralen Partnerverbänden**  
1999 · 152 Seiten · 44 Abb. · 27 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-645-1
- 133 Heitmann, Knut  
**Sichere Prognosen für die Produktionsoptimierung mittels stochastischer Modelle**  
1999 · 146 Seiten · 60 Abb. · 13 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-675-3
- 134 Blessing, Stefan  
**Gestaltung der Materialflußsteuerung in dynamischen Produktionsstrukturen**  
1999 · 160 Seiten · 67 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-690-7
- 135 Abay, Can  
**Numerische Optimierung multivariater mehrstufiger Prozesse am Beispiel der Hartbearbeitung von Industriekeramik**  
2000 · 159 Seiten · 46 Abb. · 5 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-697-4

- 136 Brandner, Stefan  
**Integriertes Produktdaten- und Prozeßmanagement in virtuellen Fabriken**  
 2000 · 172 Seiten · 61 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-715-6
- 137 Hirschberg, Arnd G.  
**Verbindung der Produkt- und Funktionsorientierung in der Fertigung**  
 2000 · 165 Seiten · 49 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-729-6
- 138 Reek, Alexandra  
**Strategien zur Fokuspositionierung beim Laserstrahlschweißen**  
 2000 · 193 Seiten · 103 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-730-X
- 139 Sabbah, Khalid-Alexander  
**Methodische Entwicklung störungstoleranter Steuerungen**  
 2000 · 148 Seiten · 75 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-739-3
- 140 Schliffenbacher, Klaus U.  
**Konfiguration virtueller Wertschöpfungsketten in dynamischen, heterarchischen Kompetenznetzwerken**  
 2000 · 187 Seiten · 70 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-754-7
- 141 Sprengel, Andreas  
**Integrierte Kostenkalkulationsverfahren für die Werkzeugmaschinenentwicklung**  
 2000 · 144 Seiten · 55 Abb. · 6 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-757-1
- 142 Gallasch, Andreas  
**Informationstechnische Architektur zur Unterstützung des Wandels in der Produktion**  
 2000 · 150 Seiten · 69 Abb. · 6 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-781-4
- 143 Cuiper, Ralf  
**Durchgängige rechnergestützte Planung und Steuerung von automatisierten Montagevorgängen**  
 2000 · 168 Seiten · 75 Abb. · 3 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-783-0
- 144 Schneider, Christian  
**Strukturmechanische Berechnungen in der Werkzeugmaschinenkonstruktion**  
 2000 · 180 Seiten · 66 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-789-X
- 145 Jonas, Christian  
**Konzept einer durchgängigen, rechnergestützten Planung von Montageanlagen**  
 2000 · 183 Seiten · 82 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-870-5
- 146 Willnecker, Ulrich  
**Gestaltung und Planung leistungsorientierter manueller Fließmontagen**  
 2001 · 175 Seiten · 67 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-891-8
- 147 Lehner, Christof  
**Beschreibung des Nd:Yag-Laserstrahlschweißprozesses von Magnesiumdruckguss**  
 2001 · 205 Seiten · 94 Abb. · 24 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0004-X
- 148 Rick, Frank  
**Simulationsgestützte Gestaltung von Produkt und Prozess am Beispiel Laserstrahlschweißen**  
 2001 · 145 Seiten · 57 Abb. · 2 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0008-2
- 149 Höhn, Michael  
**Sensorgeführte Montage hybrider Mikrosysteme**  
 2001 · 171 Seiten · 74 Abb. · 7 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0012-0
- 150 Böhl, Jörn  
**Wissensmanagement im Klein- und mittelständischen Unternehmen der Einzel- und Kleinserienfertigung**  
 2001 · 179 Seiten · 88 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0020-1
- 151 Bürgel, Robert  
**Prozessanalyse an spanenden Werkzeugmaschinen mit digital geregelten Antrieben**  
 2001 · 185 Seiten · 60 Abb. · 10 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0021-X
- 152 Stephan Dürrschmidt  
**Planung und Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme in der variantenreichen Serienproduktion**  
 2001 · 914 Seiten · 61 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0023-6
- 153 Bernhard Eich  
**Methode zur prozesskettenorientierten Planung der Teilebereitstellung**  
 2001 · 132 Seiten · 48 Abb. · 6 Tabellen · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0028-7

- 154 Wolfgang Rudorfer  
**Eine Methode zur Qualifizierung von produzierenden Unternehmen für Kompetenznetzwerke**  
 2001 · 207 Seiten · 89 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0037-6
- 155 Hans Meier  
**Verteilte kooperative Steuerung maschinennaher Abläufe**  
 2001 · 162 Seiten · 85 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0044-9
- 156 Gerhard Nowak  
**Informationstechnische Integration des industriellen Service in das Unternehmen**  
 2001 · 203 Seiten · 95 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0055-4
- 157 Martin Werner  
**Simulationsgestützte Reorganisation von Produktions- und Logistikprozessen**  
 2001 · 191 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0058-9
- 158 Bernhard Lenz  
**Finite Elemente-Modellierung des Laserstrahlschweißens für den Einsatz in der Fertigungsplanung**  
 2001 · 150 Seiten · 47 Abb. · 5 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0094-5
- 159 Stefan Grunwald  
**Methode zur Anwendung der flexiblen integrierten Produktentwicklung und Montageplanung**  
 2002 · 206 Seiten · 80 Abb. · 25 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0095-3
- 160 Josef Gartner  
**Qualitätssicherung bei der automatisierten Applikation hochviskoser Dichtungen**  
 2002 · 165 Seiten · 74 Abb. · 21 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0096-1
- 161 Wolfgang Zeller  
**Gesamtheitliches Sicherheitskonzept für die Antriebs- und Steuerungstechnik bei Werkzeugmaschinen**  
 2002 · 192 Seiten · 54 Abb. · 15 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0100-3
- 162 Michael Loferer  
**Rechnergestützte Gestaltung von Montagesystemen**  
 2002 · 178 Seiten · 80 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0118-6
- 163 Jörg Fährer  
**Ganzheitliche Optimierung des indirekten Metall-Lasersinterprozesses**  
 2002 · 176 Seiten · 69 Abb. · 13 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0124-0
- 164 Jürgen Höppner  
**Verfahren zur berührungslosen Handhabung mittels leistungsstarker Schallwandler**  
 2002 · 132 Seiten · 24 Abb. · 3 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0125-9
- 165 Hubert Götte  
**Entwicklung eines Assistenzrobotersystems für die Knieendoprothetik**  
 2002 · 258 Seiten · 123 Abb. · 5 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0126-7
- 166 Martin Weißberger  
**Optimierung der Bewegungsdynamik von Werkzeugmaschinen im rechnergestützten Entwicklungsprozess**  
 2002 · 210 Seiten · 86 Abb. · 2 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0138-0
- 167 Dirk Jacob  
**Verfahren zur Positionierung unterseitenstrukturierter Bauelemente in der Mikrosystemtechnik**  
 2002 · 200 Seiten · 82 Abb. · 24 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0142-9
- 168 Ulrich Roßgorderer  
**System zur effizienten Layout- und Prozessplanung von hybriden Montageanlagen**  
 2002 · 175 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0154-2
- 169 Robert Klingel  
**Anziehverfahren für hochfeste Schraubverbindungen auf Basis akustischer Emissionen**  
 2002 · 164 Seiten · 89 Abb. · 27 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0174-7
- 170 Paul Jens Peter Ross  
**Bestimmung des wirtschaftlichen Automatisierungsgrades von Montageprozessen in der frühen Phase der Montageplanung**  
 2002 · 144 Seiten · 38 Abb. · 38 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0191-7
- 171 Stefan von Praun  
**Toleranzanalyse nachgiebiger Baugruppen im Produktentstehungsprozess**  
 2002 · 250 Seiten · 62 Abb. · 7 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0202-6

- 172 Florian von der Hagen  
**Gestaltung kurzfristiger und unternehmensübergreifender Engineering-Kooperationen**  
 2002 · 220 Seiten · 104 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0208-5
- 173 Oliver Kramer  
**Methode zur Optimierung der Wertschöpfungskette mittelständischer Betriebe**  
 2002 · 212 Seiten · 84 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0211-5
- 174 Winfried Dohmen  
**Interdisziplinäre Methoden für die integrierte Entwicklung komplexer mechatronischer Systeme**  
 2002 · 200 Seiten · 67 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0214-X
- 175 Oliver Anton  
**Ein Beitrag zur Entwicklung telepräsenster Montagesysteme**  
 2002 · 158 Seiten · 85 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0215-8
- 176 Welf Broser  
**Methode zur Definition und Bewertung von Anwendungsfeldern für Kompetenznetzwerke**  
 2002 · 224 Seiten · 122 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0217-4
- 177 Frank Breitingner  
**Ein ganzheitliches Konzept zum Einsatz des indirekten Metall-Lasersinterns für das Druckgießen**  
 2003 · 156 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0227-1
- 178 Johann von Pieverling  
**Ein Vorgehensmodell zur Auswahl von Konturfertigungsverfahren für das Rapid Tooling**  
 2003 · 163 Seiten · 88 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0230-1
- 179 Thomas Baudisch  
**Simulationsumgebung zur Auslegung der Bewegungsdynamik des mechatronischen Systems Werkzeugmaschine**  
 2003 · 190 Seiten · 67 Abb. · 8 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0249-2
- 180 Heinrich Schieferstein  
**Experimentelle Analyse des menschlichen Kausystems**  
 2003 · 132 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0251-4
- 181 Joachim Berlak  
**Methodik zur strukturierten Auswahl von Auftragsabwicklungssystemen**  
 2003 · 244 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0258-1
- 182 Christian Meierlohr  
**Konzept zur rechnergestützten Integration von Produktions- und Gebäudeplanung in der Fabrikgestaltung**  
 2003 · 181 Seiten · 84 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0292-1
- 183 Volker Weber  
**Dynamisches Kostenmanagement in kompetenzzentrierten Unternehmensnetzwerken**  
 2004 · 210 Seiten · 64 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0330-8
- 184 Thomas Bongardt  
**Methode zur Kompensation betriebsabhängiger Einflüsse auf die Absolutgenauigkeit von Industrierobotern**  
 2004 · 170 Seiten · 40 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0332-4
- 185 Tim Angerer  
**Effizienzsteigerung in der automatisierten Montage durch aktive Nutzung mechatronischer Produktkomponenten**  
 2004 · 180 Seiten · 67 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0336-7
- 186 Alexander Krüger  
**Planung und Kapazitätsabstimmung stückzahlflexibler Montagesysteme**  
 2004 · 197 Seiten · 83 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0371-5
- 187 Matthias Meindl  
**Beitrag zur Entwicklung generativer Fertigungsverfahren für das Rapid Manufacturing**  
 2005 · 222 Seiten · 97 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0465-7
- 188 Thomas Fusch  
**Betriebsbegleitende Prozessplanung in der Montage mit Hilfe der Virtuellen Produktion am Beispiel der Automobilindustrie**  
 2005 · 190 Seiten · 99 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0467-3



- 189 Thomas Mosandl  
**Qualitätssteigerung bei automatisiertem Klebstoffauftrag durch den Einsatz optischer Konturfolgesysteme**  
 2005 · 182 Seiten · 58 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0471-1
- 190 Christian Patron  
**Konzept für den Einsatz von Augmented Reality in der Montageplanung**  
 2005 · 150 Seiten · 61 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0474-6
- 191 Robert Cisek  
**Planung und Bewertung von Rekonfigurationsprozessen in Produktionssystemen**  
 2005 · 200 Seiten · 64 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0475-4
- 192 Florian Auer  
**Methode zur Simulation des Laserstrahlschweißens unter Berücksichtigung der Ergebnisse vorangegangener Umformsimulationen**  
 2005 · 160 Seiten · 65 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0485-1
- 193 Carsten Selke  
**Entwicklung von Methoden zur automatischen Simulationsmodellgenerierung**  
 2005 · 137 Seiten · 53 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0495-9
- 194 Markus Seefried  
**Simulation des Prozessschrittes der Wärmebehandlung beim Indirekten-Metall-Lasersintern**  
 2005 · 216 Seiten · 82 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0503-3
- 195 Wolfgang Wagner  
**Fabrikplanung für die standortübergreifende Kostensenkung bei marktnaher Produktion**  
 2006 · 208 Seiten · 43 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0586-6
- 196 Christopher Ulrich  
**Erhöhung des Nutzungsgrades von Laserstrahlquellen durch Mehrfach-Anwendungen**  
 2006 · 178 Seiten · 74 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0590-4
- 197 Johann Härtl  
**Prozessgaseinfluss beim Schweißen mit Hochleistungsdiodenlasern**  
 2006 · 140 Seiten · 55 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0611-0
- 198 Bernd Hartmann  
**Die Bestimmung des Personalbedarfs für den Materialfluss in Abhängigkeit von Produktionsfläche und -menge**  
 2006 · 208 Seiten · 105 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0615-3
- 199 Michael Schilp  
**Auslegung und Gestaltung von Werkzeugen zum berührungslosen Greifen kleiner Bauteile in der Mikromontage**  
 2006 · 130 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0631-5
- 200 Florian Manfred Grätz  
**Teilautomatische Generierung von Stromlauf- und Fluidplänen für mechatronische Systeme**  
 2006 · 192 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0643-9
- 201 Dieter Eireiner  
**Prozessmodelle zur statischen Auslegung von Anlagen für das Friction Stir Welding**  
 2006 · 214 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0650-1
- 202 Gerhard Volkwein  
**Konzept zur effizienten Bereitstellung von Steuerungsfunktionalität für die NC-Simulation**  
 2007 · 192 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0668-9
- 203 Sven Roeren  
**Komplexitätsvariable Einflussgrößen für die bauteilbezogene Struktursimulation thermischer Fertigungsprozesse**  
 2007 · 224 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0680-1
- 204 Henning Rudolf  
**Wissensbasierte Montageplanung in der Digitalen Fabrik am Beispiel der Automobilindustrie**  
 2007 · 200 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0697-9
- 205 Stella Clarke-Griebsch  
**Overcoming the Network Problem in Telepresence Systems with Prediction and Inertia**  
 2007 · 150 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0701-3
- 206 Michael Ehrenstraßer  
**Sensoreinsatz in der telepräsenten Mikromontage**  
 2008 · 160 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0743-3

- 207 Rainer Schack  
**Methodik zur bewertungsorientierten Skalierung der Digitalen Fabrik**  
2008 · 248 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0748-8
- 208 Wolfgang Sudhoff  
**Methodik zur Bewertung standortübergreifender Mobilität in der Produktion**  
2008 · 276 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0749-5
- 209 Stefan Müller  
**Methodik für die entwicklungs- und planungsbegleitende Generierung und Bewertung von Produktionsalternativen**  
2008 · 240 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0750-1
- 210 Ulrich Kohler  
**Methodik zur kontinuierlichen und kostenorientierten Planung produktionstechnischer Systeme**  
2008 · 232 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0753-2