

Thomas Irrenhauser

**Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID
im Wertschöpfungsnetz**



Herbert Utz Verlag · München

Forschungsberichte IWB

Band 288

Zugl.: Diss., München, Techn. Univ., 2014

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 · 2014

ISBN 978-3-8316-4404-9

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

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Lehrstuhl für
Betriebswissenschaften und Montagetechnik
am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (*iwb*)

**Bewertung der Wirtschaftlichkeit
von RFID im Wertschöpfungsnetz**

Thomas Irrenhauser

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

Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)

genehmigten Dissertation.

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

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart
2. Univ.-Prof. Dr. Helmut Krcmar

Die Dissertation wurde am 19.12.2013 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Maschinenwesen am 08.07.2014 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abkürzungsverzeichnis.....	VI
1 Einleitung.....	1
1.1 Ausgangssituation und Motivation	1
1.2 Zielsetzung der Arbeit.....	5
1.3 Betrachtungsbereich und Begriffsdefinitionen	6
1.4 Aufbau der Arbeit	9
2 Grundlagen	11
2.1 Allgemeines.....	11
2.2 RFID-Technik	11
2.2.1 Allgemeines	11
2.2.2 Aufbau und Funktionsweise	12
2.2.3 Erfassungs- und Objektklassen	14
2.2.4 Events	16
2.2.5 Einsatzmöglichkeiten	17
2.2.6 Herausforderungen	19
2.3 Charakterisierung der Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit von RFID.....	21
2.3.1 Allgemeines	21
2.3.2 Quantitative und qualitative Einflussfaktoren	22
2.3.3 Beziehungen zwischen den Einflussfaktoren	24
2.4 Risiko und Unsicherheit.....	25

2.5	Rechnungswesen und Investitionsrechnung	27
2.5.1	Allgemeines.....	27
2.5.2	Betriebswirtschaftliche Ziele des Rechnungswesens.....	27
2.5.3	Investitionsrechnung	28
2.6	Wirtschaftlichkeitsbewertung unter Unsicherheit	31
2.7	Multikriterielle Bewertungs- und Entscheidungsverfahren.....	34
2.8	Cost-Benefit-Sharing	38
2.9	Fazit.....	40
3	Anforderungen an eine Methode zur Wirtschaftlichkeitsbewertung von RFID im Wertschöpfungsnetz.....	42
3.1	Allgemeines	42
3.2	Spezielle Anforderungen an die Bewertungsmethode.....	42
3.3	Anwendungsorientierte Anforderungen für die praktische Anwendung	43
3.4	Fazit.....	44
4	Stand der Erkenntnisse	45
4.1	Allgemeines	45
4.2	Ein- und mehrdimensionale Bewertungsansätze	45
4.3	RFID-spezifische Bewertungsansätze	48
4.4	Bewertung der Ansätze und resultierender Handlungsbedarf	55
5	Methode zur Wirtschaftlichkeitsbewertung von RFID im Wertschöpfungsnetz	57
5.1	Allgemeines	57
5.2	Aufbau der Methode	57
5.3	Eingangsgrößen und Voraussetzungen.....	61

5.4	Informationsbeschaffung für die Bewertung	64
6	Detaillierte Beschreibung der Analysephase	67
6.1	Allgemeines.....	67
6.2	Spezifizierung des Bewertungsfalls	67
6.2.1	Allgemeines	67
6.2.2	Zieldefinition	67
6.2.3	Prozessmodellierung.....	69
6.3	Identifikation von Aufwänden	71
6.3.1	Allgemeines	71
6.3.2	Definition von Erfassungspunkten	72
6.3.3	Spezifizierung des RFID-Systems.....	73
6.3.4	Definition von Absicherungsstrategien	77
6.4	Identifikation von Nutzenpotentialen.....	86
6.4.1	Allgemeines	86
6.4.2	Bereiche der Entstehung von Nutzenpotentialen	86
6.4.3	Identifikation und Filterung von Nutzenpotentialen in den Prozessbausteinen.....	89
6.5	Fazit.....	100
7	Detaillierte Beschreibung der Bewertungsphase	101
7.1	Allgemeines.....	101
7.2	Quantifizierung der Einflussfaktoren.....	101
7.2.1	Allgemeines	101
7.2.2	Quantifizierung der Nutzenpotentiale	101

7.2.3	Quantifizierung der Aufwände.....	111
7.2.4	Quantifizierung des qualitativen Einflusses.....	114
7.3	Bewertung der Wirtschaftlichkeit.....	123
7.3.1	Allgemeines.....	123
7.3.2	Kalkulationsstruktur.....	124
7.3.3	Durchführung von Bewertung und Simulation.....	126
7.4	Analyse der Bewertung.....	127
7.4.1	Allgemeines.....	127
7.4.2	Systemanalyse.....	127
7.4.3	Ausgleichsanalyse.....	137
7.4.4	Expansionsanalyse.....	142
7.5	Fazit.....	147
8	Umsetzung der Methode.....	148
8.1	Allgemeines.....	148
8.2	Bewertungstool €CO ₂ Calc.....	148
8.3	Projektbeispiel.....	151
8.3.1	Beschreibung des Projektbeispiels.....	151
8.3.2	Anwendung der Methode im Projektbeispiel.....	152
8.4	Bewertung der entwickelten Methode.....	164
9	Zusammenfassung und Ausblick.....	167
10	Literaturverzeichnis.....	170
11	Anhang.....	189
11.1	Beschreibung der Erfassungsklassen.....	189

11.2	Checkliste für die monetäre RFID-Bewertung	191
11.3	Anforderungsprofile der RFID-Komponenten	192
11.4	Beschreibung der Prozessbausteine	194
11.5	Beschreibung beispielhafter Events	195
11.6	Nutzenkataloge der Prozessbausteine	197
11.7	Bewertungsformeln für quantitative Nutzenpotentiale	203
11.8	Bewertungsformeln für quantitative Aufwände.....	209
11.9	Mögliche Wahrscheinlichkeitsverteilungen.....	212
11.10	Protokoll zur Durchführung der Ausgleichsanalyse	214
11.11	Genutzte Softwareprodukte und genannte Firmen	215
12	Studienarbeitsverzeichnis.....	216

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation und Motivation

Die marktorientierte Produktion und eine zunehmende Produktindividualisierung bei gleichzeitiger Abnahme der Prognostizierbarkeit der Absatzentwicklung führen zu einer kontinuierlichen Reduktion der Fertigungstiefe (FUCHS 2012, BAIER 2007). Studien zeigen in diesem Rahmen auf, dass der Wertschöpfungsanteil eines Herstellers in der Automobilindustrie von 35% im Jahre 2000 auf 25% 2010 bzw. 15 bis 20% im Jahre 2015 zurückgehen wird (MEIBNER 2009, LEGNER ET AL. 2009). Dieser Rückgang wird durch die Verlagerung von Entwicklungs- und Produktionsaufgaben auf Lieferanten erreicht (ABELE & REINHART 2011, GEHR & HELLINGRATH 2007). Die Wertschöpfung der deutschen Automobilindustrie verteilt sich derzeit auf fünf Stufen. Neben ca. 40 Lieferanten erster Ordnung, 250 Lieferanten zweiter Ordnung und 1.400 Lieferanten dritter Ordnung (BARTHEL ET AL. 2010) unterstützen eine Vielzahl von Logistikunternehmen die Automobilhersteller bei der Fahrzeugherstellung. Letztere übernehmen dabei den weltweiten Materialtransport sowie zusätzliche wertschöpfende Tätigkeiten (VOB 2006). Für das BMW-Modell Z4 werden bspw. ca. 500 Module, Komponenten und Teile JIT-/JIS- bzw. verbrauchsgesteuert angeliefert (WIBBE & ROHDE 2009).

Die Koordination der einzelnen Unternehmen im Netzwerk fällt unter den Begriff des Supply Chain Managements. Generell wird hierunter die integrierte prozessorientierte Planung und Steuerung von Waren- und Informationsflüssen vom Rohstofflieferanten bis hin zum Kunden und zurück verstanden. Die Kundenorientierung stellt die Basis für eine bedarfsgerechte Produktion und einer Bestandsreduzierung im Netzwerk dar (GEHR & HELLINGRATH 2007). Neben der reinen Optimierung der Lieferbeziehungen spielt auch die Materialflussteuerung der verschiedenen Varianten durch unternehmensinterne Produktions-, Montage- und Logistikprozesse eine zentrale Rolle für einen effektiven Fertigungsprozess (REINHART ET AL. 2012). Durch die strikten Termin-, Kosten- und Qualitätsvereinbarungen zwischen den Unternehmen, ist es von zentraler Bedeutung den Materialstatus in Echtzeit zu verfolgen, um interne Abläufe optimal steuern und den Übergang von Verantwortlichkeiten eindeutig feststellen zu können (LEGNER ET AL. 2009, OSTGATHE 2012). Durch einen verzögerten Informationsaustausch können sich Produktionsausfälle bzw. -störungen entlang des Netzwerks auf-

schaukeln und enorme Kosten verursachen (SOMMERLATTE ET AL. 2004, GEHR & HELLINGRATH 2007). Zur Begegnung dieser Problematik ist ein hoher Koordinations- und Kommunikationsaufwand erforderlich, um alle Unternehmen rechtzeitig zu informieren und somit Transparenz im Netzwerk zu schaffen (SCHMID & GROSCHKE 2008, ZIEGENBEIN 2007). Für die Realisierung dieses Datentransfers setzen die Unternehmen auf verschiedene Methoden. 31% der in einer Studie befragten Unternehmen verwenden herkömmliche Verfahren wie E-Mail, Fax und Post. Diese manuellen Verfahren sind jedoch zeit- und kostenintensiv und unterliegen zusätzlich einer hohen Fehleranfälligkeit. Deshalb setzen Unternehmen verstärkt auf neue automatische Kommunikationstechnologien. (STAIB 2011, ABELE & REINHART 2011, LÖDDING 2008, DITTMANN 2006)

In diesem Zusammenhang findet vor allem die RFID-Technik (Radio Frequency Identification) steigenden Zuspruch. Die bereits im 2. Weltkrieg entwickelte Technik bietet die Möglichkeit, größere Datenmengen auf Datenträgern direkt an einem Objekt zu speichern und diese sichtkontaktlos auszulesen bzw. zu bearbeiten. Erfassungsgeräte an beliebigen Positionen im Materialfluss können die Objekte automatisch erfassen und den jeweiligen Prozessen im Wertschöpfungsnetzwerk zuordnen (FINKENZELLER 2006, HOCHSTÄTTER 2008). Des Weiteren bietet sich die Möglichkeit Datenträger am Objekt zu belassen und somit Abläufe im After-Market aktiv zu unterstützen. Mögliche Einsatzgebiete sind bspw. der Kundenservice, die Aufwandsreduzierung bei Rückrufaktionen oder auch der Echtheitsnachweis von Produkten (RHENSIUS 2008, JANSEN & HELMIGH 2007). Durch den Handel mit gefälschter Ware entstehen der Automobilindustrie u. a. jährlich ca. 12 Milliarden Euro Umsatzeinbußen. Neben den monetären Schäden ist zudem der Imageverlust des Unternehmens zu berücksichtigen, der jedoch in der Regel nur qualitativ erfassbar ist. (GOLOMB 2008, KOYUNCU 2009)

Mit dem Einsatz der RFID-Technik sind neben verschiedenen Prozessverbesserungen auch unterschiedliche Hürden verbunden. 68% der in einer Studie befragten Unternehmen geben in diesem Rahmen die Integration unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse als größte Herausforderung an (STRÜKER ET AL. 2008). Weitere Studien bezeichnen die mangelnde Wirtschaftlichkeit von RFID als zentralen Grund für das Scheitern von RFID-Projekten. Neben den Investitionen für die Implementierung führen vor allem die zusätzlichen Ausgaben im Betrieb, durch Lizenzgebühren für Softwaresysteme sowie die Kosten für Datenträger in offenen Systemen bis zum Endkunden, zu dieser Einschätzung. In engem Zusammenhang hierzu stehen die schwer identifizierbaren und monetär erfassbaren Einsparpotentiale (STRÜKER ET AL. 2008, SCHAFFRY 2007). Neben

den bislang erwähnten quantitativen Potentialen stellen primär die qualitativen Einflüsse, wie eine gesteigerte Transparenz oder erhöhte Mitarbeitermotivation, Herausforderungen bei der Quantifizierung dar. Des Weiteren verursachen technische Schwierigkeiten zusätzliche Aufwände, um einen reibungsfreien Ablauf des Materialflusses zu gewährleisten (SCHAFFRY 2007, GÜNTNER ET AL. 2010). Die Zusammenarbeit im Netzwerk wird primär durch die fehlende Standardisierung von Komponenten und Schnittstellen sowie aufwendige Maßnahmen zur Datensicherheit beeinflusst (WALDMANN ET AL. 2007, STRÜKER ET AL. 2008). Neben Problemen mit dem Datenschutz führt die ungleiche Verteilung von Kosten und Nutzen dazu, dass vor allem Unternehmen in frühen Stufen der Wertschöpfung sich gegen einen RFID-Einsatz entscheiden. Während diesen Unternehmen zusätzliche Aufwände, für bspw. das Anbringen der Datenträger, entstehen, können nachfolgende Stufen bereits ab dem Wareneingang alle Prozesse durch RFID unterstützen und damit Einsparungen erzielen (BENSEL ET AL. 2008, TAMM 2011). Im Rahmen der Planungsphase werden bzgl. dieser unternehmensinternen und -übergreifenden Einflüsse verschiedene Annahmen getroffen. Die realen Auswirkungen treten jedoch erst im Laufe der Realisierung in den Vordergrund. (IVANTYSYNOVA 2008)

Im Zuge einer Bewertung basieren die getroffenen Annahmen auf Erfahrungswerten bzw. den Einschätzungen von Prozessbeteiligten (STRASSNER 2005). Untersuchungen verweisen in diesem Rahmen darauf, dass Einsparungen oftmals zu positiv angenommen werden (GÜNTNER ET AL. 2010, MELSKI 2006). Die Studie von STRÜKER ET AL. (2008) zeigt bspw., dass anstelle einer 100%-igen Einsparung nur 70% der Produktionsstillstände vermieden, 55% der angestrebten Bestände reduziert und nur 43% der Diebstähle verhindert werden konnten. Neben zu hoch angesetzten Einsparungen können auch Kostenpositionen höher ausfallen als geplant. Es wird zwar mit einem signifikanten Rückgang der Kosten für RFID-Komponenten gerechnet, spezifische Umgebungseinflüsse machen jedoch häufig kostenintensive Einzellösungen erforderlich (LYHS 2005, SCHOLZ-REITER ET AL. 2007). Des Weiteren ist die Preisentwicklung stark abhängig von der weltweiten Nachfrage sowie der verwendeten Produktionsverfahren zur Herstellung von RFID-Systemen (LYHS 2005). Eine Veränderung in diesem Zusammenhang kann zu einem unerwarteten Anstieg der laufenden Kosten führen (ABRAMOVICI ET AL. 2009). Die Beispiele zeigen, dass Expertenschätzungen und Preisprognosen oftmals Schwankungen unterliegen und somit Unsicherheiten im Rahmen der Bewertung darstellen (SCHMIDT 2006). Da die Implementierung der RFID-Technik eine vollständige Umstellung des Datenmanagements bedeutet,

kann eine mangelhafte Berücksichtigung dieser Unsicherheiten ein erhöhtes Risiko für ein Unternehmen darstellen. Eine Fehleinschätzung kann zum Verlust der Wettbewerbsfähigkeit führen (RHENSIUS & DÜNNEBACKE 2009, IVANTYSYNOVA 2008). Eine Gegenüberstellung der genannten Hürden sowie verschiedener Gründe für den RFID-Einsatz befindet sich in Abbildung 1.

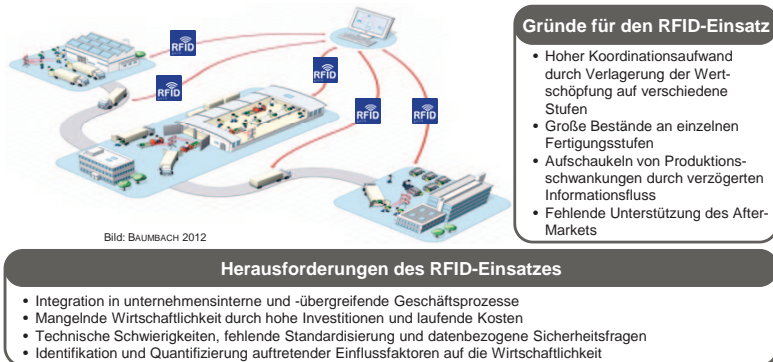


Abbildung 1: Gründe und Herausforderungen des RFID-Einsatzes

Um dieses Risiko zu umgehen, realisieren viele Unternehmen zunächst Testprojekte in abgegrenzten Bereichen (RHENSIUS 2008, MANNEL 2006). Da viele Herausforderungen jedoch erst bei der Ausbreitung des RFID-Einsatzes entstehen, sind die Ergebnisse der Testphase nicht aussagekräftig (MADLBERGER 2008, FLEISCH & MATTERN 2005). Wie bereits die Studie von STRÜKER ET AL. (2008) aufzeigt, entstehen die größten Hürden, wenn der Einsatz auf unternehmensübergreifende Prozesse ausgedehnt wird. Um die Investitionen in Testprojekte sowie in vollständige RFID-Implementierungen zu rechtfertigen, setzen viele Unternehmen auf verschiedene Bewertungsverfahren (STRASSNER 2005). Diese fokussieren jedoch lediglich die Gegenüberstellung von Aufwänden und Einsparungen. Da jedoch die größte Herausforderung bei der RFID-Bewertung in der Identifikation und Quantifizierung der quantitativen und qualitativen Aufwände und Potentiale besteht, reichen diese Verfahren nicht aus, um eine vollständige Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zu erhalten (ABRAMOVICI ET AL. 2009, GILBERG 2009, STEINHÜBEL 2004). Um eine valide Entscheidungsbasis für eine Investition in die RFID-Technik zu erhalten, ist eine ganzheitliche Bewertung erforderlich, die die Unternehmen ausgehend von der Zieldefinition über die Planung bis hin zur Realisierung unterstützt (VOJDANI & GÄRTNER 2007).

1.2 Zielsetzung der Arbeit

Vor dem Hintergrund der beschriebenen Ausgangssituation wird deutlich, dass die zunehmende Variantenvielfalt sowie die Konzentration der Hersteller auf ihre Kernkompetenzen zur Abnahme der Fertigungstiefe und infolgedessen zu komplexeren Lieferantennetzwerken führen. Die Voraussetzung für die Beherrschung dieser Komplexität ist die Generierung höchster Transparenz im Materialfluss. Dies kann durch den Einsatz der RFID-Technik erfolgen. Dessen Erfolg ist jedoch von verschiedenen quantitativen und qualitativen Nutzenpotentialen und Aufwänden abhängig, wodurch die Investitionen derzeit noch einem hohen Risiko unterliegen. Die komplexe Identifikation der Potentiale sowie die Abhängigkeit von der Technik machen eine detaillierte Bewertung erforderlich.

Die übergeordnete Zielsetzung dieser Arbeit ist es daher eine Methode bereitzustellen, die bei der Auswahl von unternehmensinternen sowie -übergreifenden RFID-Projekten unterstützt. Hierfür ist es erforderlich verschiedene quantitative und qualitative Einflussfaktoren sowie deren Beziehungen untereinander zu berücksichtigen. Aufgrund der beschriebenen Schwierigkeiten bei der Quantifizierung der einzelnen Einflussfaktoren sind Unsicherheiten zu beachten, um so die mögliche Gefahr einer Fehlinvestition zu reduzieren.

Basierend auf den zuvor beschriebenen Herausforderungen lässt sich die Zielsetzung ableiten, eine Methode zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz zu entwickeln. Um die bestehenden Defizite zu beseitigen, sind folgende Teilziele Bestandteil dieser Arbeit:

- Ganzheitliche Bewertung eines RFID-Systems unter Beachtung aller auftretenden Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit.
- Berücksichtigung der bewertungszeitpunktabhängigen Granularität der zur Verfügung stehenden Daten.
- Unterstützung bei der Identifikation und Quantifizierung der Einflussfaktoren.
- Beachtung der Beziehungen zwischen den Einflussfaktoren.
- Berücksichtigung von Unsicherheiten im Rahmen der Quantifizierung.
- Bereitstellung von Analyseverfahren zur Unterstützung der Entscheidung.
- Gewährleistung des Praxiseinsatzes durch eine Implementierung der erarbeiteten Methode in einem Bewertungstool.

1.3 Betrachtungsbereich und Begriffsdefinitionen

Zur Schaffung eines einheitlichen Verständnisses für diese Arbeit wird im Folgenden der Betrachtungsbereich abgesteckt und, basierend auf der in Abschnitt 1.2 getroffenen Zielstellung, eine Methode zur Wirtschaftlichkeitsbewertung von RFID im Wertschöpfungsnetz zu entwickeln, wesentliche Begrifflichkeiten definiert. Die Wirtschaftlichkeitsbewertung, die einen zentralen Bestandteil dieser Arbeit darstellt, wird in der bestehenden Literatur durchgehend als das Verhältnis von Aufwand und Nutzen dargestellt. Da ein Teilziel dieser Arbeit die Identifikation der Einflussfaktoren ist, werden in Anlehnung an ZANGEMEISTER (2000) und THOMMEN & ACHLEITNER (2009) die bestehenden Definitionen um die Erfassung der Einflussfaktoren erweitert:

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung beschreibt die Erfassung und vergleichende Gegenüberstellung von Aufwands- und Ertragsgrößen zur Kennzahlenermittlung.

Die Betrachtungen fokussieren sich auf das Wertschöpfungsnetz der Automobilindustrie. Abbildung 2 stellt in diesem Zusammenhang ein mehrstufiges Netzwerk dar, in dem die einzelnen Stufen unterschiedliche Aufgaben im Rahmen des Wertschöpfungsprozesses übernehmen. Die Wertschöpfung an sich beschreibt die Schaffung eines neuen und höheren Wertes durch die Verarbeitung von Einzel- Ausgangsgrößen (THOMMEN & ACHLEITNER 2009, WESTKÄMPER 2006). Neben den rein wertschöpfenden Tätigkeiten können die beteiligten Unternehmen auch Dienstleistungen sowie Transportaufgaben übernehmen. Allgemein wird im Rahmen dieser Arbeit der Begriff des Wertschöpfungsnetzwerks, gleichbedeutend mit den Begrifflichkeiten Supply Chain und Netzwerk gesetzt. Eine Definition leitet sich aus den Ansätzen verschiedener Autoren ab. BECKER ET AL. (2008) setzt den Schwerpunkt seiner Beschreibung auf die rechtliche Form der kooperierenden Unternehmen, wohingegen WILDEMANN (2007) den Endkunden und die Logistik in den Fokus stellt. SUDHOFF (2007) dagegen zielt vor allem auf den Produktionscharakter ab. Basierend auf dem Ziel dieser Arbeit, werden die Schwerpunkte der Beschreibungen zu folgender Definition vereint:

Wertschöpfungsnetzwerke bestehen aus rechtlich unabhängigen Unternehmen, die in Kooperation von der Gewinnung des Rohmaterials über die Herstellung, Auslieferung zum Endkunden bis hin zur Entsorgung alle Tätigkeiten übernehmen, um Kunden und Märkte mit Produkten zu versorgen.

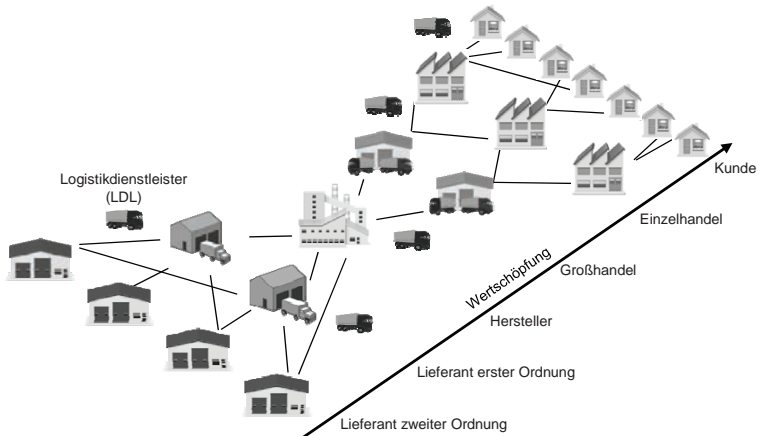


Abbildung 2: Aufbau eines Wertschöpfungsnetzwerks (in Anlehnung an GOEBEL 2008, HAAG ET AL. 2012)

In der Wertschöpfung werden zwischen den Unternehmen Materialien und Informationen ausgetauscht. Der Materialfluss läuft in den direkten Unternehmensbereichen ab. Der Informationsfluss hingegen findet in direkten und in indirekten Bereichen statt. SCHMELZER & SESSELMANN (2008) sowie REMER (2005) unterscheiden diese beiden Bereiche hinsichtlich der entstehenden Kostenarten. FEHR ET AL. (2012) hingegen fokussiert die verschiedenen Anteile an der Wertschöpfung. Da für die RFID-Bewertung die Veränderungen im Wertschöpfungsprozess und eine exakte Verrechnung der entstehenden Aufwände und Nutzen im Fokus stehen, ergeben sich folgende Definitionen:

Zu den direkten Bereichen gehören alle wertschöpfenden Abläufe sowie alle Tätigkeiten, die diese Wertschöpfung unmittelbar unterstützen.

Zu den indirekten Bereichen gehören alle unterstützenden Abläufe, die nicht im Wertschöpfungsprozess integriert sind, sondern Planungs- und Organisationstätigkeiten übernehmen.

Für eine Analyse der Wertschöpfung in den Bereichen, kann die Abfolge einzelner Tätigkeiten, die zur Abarbeitung einer speziellen Aufgabe dienen, in einem Prozess zusammengefasst werden (VILKOV 2007, LOOS 1998). BULLINGER ET AL. (2003) erweitert die Begrifflichkeit des Prozesses noch um einen definierten zeitlichen Rahmen. Da RFID zudem das Datenmanagement maßgeblich beeinflusst, werden die von REINHART ET AL. (2011D) erläuterten Informationsflüsse in die folgende Definition eines Prozesses integriert:

Prozesse beinhalten eine definierte Abfolge von Tätigkeiten zur Verarbeitung von Input- zu Output-Größen, wie Informationen und Ressourcen. Sie sind durch einen Beginn- und Endpunkt gekennzeichnet und können inhaltlich isoliert von anderen Prozessen betrachtet werden.

Speziell in der Kooperation zwischen Unternehmen kommt dem Informationsaustausch eine große Bedeutung zu, da dieser für einen gezielten und effizienten Materialfluss erforderlich ist. Um diese Herausforderungen zu bewältigen, hat sich basierend auf dem Logistikgedanken das Supply Chain Management entwickelt, welches als strategische und kundenorientierte Managementmethode im unternehmensübergreifenden Einsatz angesehen werden kann (KOYUNCU 2009, SCHÖNSLEBEN ET AL. 2007). In der wissenschaftlichen Literatur lassen sich verschiedene Definitionen, u. a. von MENTZER ET AL. (2001), SCHÖNSLEBEN (2007) und WILDEMANN (2007) für das Supply Chain Management finden. Da die Beschreibung von KUHN und HELLINGRATH (2002) jedoch die Effekte von RFID am besten widerspiegelt, dient diese Definition als Grundlage für diese Arbeit:

„Supply Chain Management ist die integrierte prozessorientierte Planung und Steuerung der Waren-, Informations- und Geldflüsse entlang der gesamten Wertschöpfungskette vom Kunden bis zum Rohstofflieferanten mit den Zielen

- *Verbesserung der Kundenorientierung,*
- *Synchronisation der Versorgung mit dem Bedarf,*
- *Flexibilisierung und bedarfsgerechte Produktion,*
- *Abbau der Bestände entlang der Wertschöpfungskette.“*

Der RFID-Einsatz verursacht Veränderungen in den direkten und indirekten Bereichen, den darunter liegenden Prozessen und im Supply Chain Management (KOYUNCU 2009, STRASSNER 2005). Wie aus der Ausgangssituation ersichtlich ist, können Einsparungen im Material- und Informationsfluss erzielt werden. Jedoch ist mit direkten und indirekten Aufwänden, durch die Investitionen und den Betrieb, zu rechnen (WHITAKER ET AL. 2007, RHENSIUS & DEINDL 2009, MELSKI & SCHUMANN 2007). Um eine Entscheidung unter Beachtung der endlichen Anzahl auftretender Einflussfaktoren zu ermöglichen, sind in der zu entwickelnden Methode alle Einflüsse, die direkt und indirekt die Wirtschaftlichkeit des RFID-Systems beeinflussen, in die Bewertung zu integrieren. Hierunter fallen auch Faktoren, die durch den unternehmensübergreifenden Einsatz entstehen.

1.4 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in neun Kapitel (s. Abbildung 3). Die vorangegangenen Abschnitte erläuterten die Ausgangssituation und die Motivation. Zudem wurden die Zielstellung und der Betrachtungsbereich definiert.

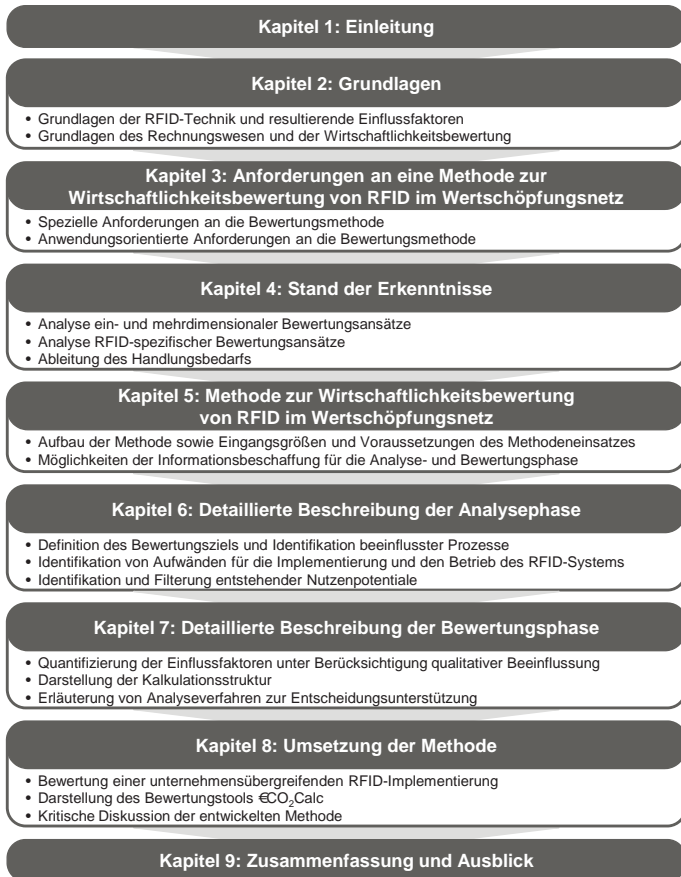


Abbildung 3: Aufbau der Arbeit

In Kapitel 2 werden zuerst die Grundlagen der RFID-Technik erläutert. Da der Einsatz dieser Technik verschiedene Einflussfaktoren bedingt, deren Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit nicht sicher vorhersehbar sind, erfolgt anschließend eine Kategorisierung dieser Faktoren sowie eine Definition der beiden Be-

griffe Risiko und Unsicherheit. Um die Rentabilität beurteilen zu können, werden abschließend geeignete Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsbewertung vorgestellt.

Die aus den Grundlagen und der Ausgangssituation abgeleitete Problemstellung dient in Kapitel 3 zur Definition spezieller und anwendungsorientierter Anforderungen an eine Methode zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID.

In Kapitel 4 findet eine Gegenüberstellung der definierten Anforderungen mit bestehenden Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsbewertung statt. Hierbei werden zunächst ein- und mehrdimensionale Bewertungsansätze analysiert, bevor im Anschluss RFID-spezifische Verfahren beurteilt werden. Aus den gewonnenen Erkenntnissen wird abschließend der konkrete Handlungsbedarf abgeleitet.

Basierend auf dem identifizierten Handlungsbedarf wird in Kapitel 5 die Methode zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz vorgestellt. Hierbei werden die Inhalte und Ziele der Analyse- und Bewertungsphase erläutert. Zudem werden die Eingangsgrößen und Voraussetzungen des Methodeneinsatzes abgesteckt. Da für den Einsatz der Methode eine Vielzahl an Daten nötig ist, werden abschließend Verfahren zur Informationssammlung dargelegt.

In Kapitel 6 werden die Teilschritte der Analysephase erläutert. Ausgehend von der Definition des Bewertungsziels werden die, durch das RFID-System, beeinflussten Prozesse ermittelt. Anschließend findet eine Analyse dieser Prozesse hinsichtlich entstehender Aufwände des RFID-Einsatzes statt. Zudem wird das Vorgehen zur Identifikation der Nutzenpotentiale dargestellt.

Kapitel 7 umfasst die Beschreibung der Bewertungsphase. Zunächst findet die Quantifizierung der identifizierten Aufwände und Nutzenpotentiale, unter Beachtung eines qualitativen Einflusses und bestehender Unsicherheiten, statt. Die quantifizierten Einflussfaktoren werden anschließend in der Kalkulationsstruktur zu den definierten Zielgrößen verrechnet. Abschließend werden verschiedene Verfahren zur weiteren Analyse der Bewertung erläutert.

Kapitel 8 beschreibt die praktische Anwendung der Methode. Im Rahmen eines unternehmensübergreifenden RFID-Systems werden die einzelnen Schritte des Vorgehens durchlaufen. Die Bewertung wird dabei durch das entwickelte Bewertungstool €CO₂Calc unterstützt. Abschließend wird die entwickelte Methode anhand der in Kapitel 3 definierten Anforderungen kritisch diskutiert.

Kapitel 9 schließt diese Arbeit mit einer Zusammenfassung der Erkenntnisse ab. Zudem wird ein Ausblick über zukünftige Handlungsfelder gegeben.

12 Studienarbeitsverzeichnis

Im Rahmen dieser Dissertation entstanden am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften der Technischen Universität München in den Jahren von 2010 bis 2013 unter wesentlicher wissenschaftlicher, fachlicher und inhaltlicher Anleitung des Autors die im Folgenden aufgeführten studentischen Arbeiten. In diesen wurden u. a. Fragestellungen zur Identifikation und Quantifizierung von Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit von RFID untersucht. Entstandene Ergebnisse sind teilweise in das vorliegende Dokument eingeflossen. Der Autor dankt allen Studierenden für ihr Engagement bei der Unterstützung dieser wissenschaftlichen Arbeit.

Studierende/r	Studienarbeit
Elias Christ (Semesterarbeit, 2011)	Entwicklung einer Methode zur Wirtschaftlichkeitsbewertung von RFID-Systemen
Elias Christ (Diplomarbeit, 2011)	Anwendungsspezifische Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID in der Wertschöpfungskette
Katharina Fritsch (Semesterarbeit, 2011)	Cost Benefit Sharing für den Einsatz von RFID entlang der Supply Chain
Marc Steiner (Diplomarbeit, 2011)	Methode zur Kalkulation von Ausgleichsszenarien in RFID-unterstützten Wertschöpfungsnetzen
Jessica Homan (Semesterarbeit, 2012)	Bewertung der Kosten- und Nutzenaspekte von RFID in der gesamten Wertschöpfungskette anhand eines idealisierten Anwendungsszenarios
Benjamin Lemme (Semesterarbeit, 2012)	Identifikation und Kategorisierung qualitativer und quantitativer Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeitsbewertung von RFID in der Supply Chain
Klaus Priller (Bachelorarbeit, 2012)	Entwicklung einer Verrechnungsstruktur und Analysewerkzeuge für die Wirtschaftlichkeitsbewertung von RFID
Daniel Rief (Bachelorarbeit, 2012)	Standardisierte Bewertung quantitativer Nutzenpotentiale von RFID
Florian Ertl (Diplomarbeit, 2013)	Integration qualitativer Einflussfaktoren in die Wirtschaftlichkeitsbewertung von RFID
Felix Jenkel (Semesterarbeit, 2013)	Identifikation quantitativer Nutzenpotentiale für die Wirtschaftlichkeitsbewertung von RFID

Seminarberichte iwb

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

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

- 1 **Innovative Montagesysteme - Anlagengestaltung, -bewertung und -überwachung**
115 Seiten - ISBN 3-931327-01-9
- 2 **Integriertes Produktmodell - Von der Idee zum fertigen Produkt**
82 Seiten - ISBN 3-931327-02-7
- 3 **Konstruktion von Werkzeugmaschinen - Berechnung, Simulation und Optimierung**
110 Seiten - ISBN 3-931327-03-5
- 4 **Simulation - Einsatzmöglichkeiten und Erfahrungsberichte**
134 Seiten - ISBN 3-931327-04-3
- 5 **Optimierung der Kooperation in der Produktentwicklung**
95 Seiten - ISBN 3-931327-05-1
- 6 **Materialbearbeitung mit Laser - von der Planung zur Anwendung**
86 Seiten - ISBN 3-931327-06-0
- 7 **Dynamisches Verhalten von Werkzeugmaschinen**
80 Seiten - ISBN 3-931327-07-9
- 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 Dichtungsmontage und zum Dichtmittelauftrag**
110 Seiten - ISBN 3-931327-26-4
- 27 **Rapid Prototyping - Mit neuen Technologien schnell vom Entwurf zum Serienprodukt**
111 Seiten - ISBN 3-931327-27-2
- 28 **Rapid Tooling - Mit neuen Technologien schnell vom Entwurf zum Serienprodukt**
154 Seiten - ISBN 3-931327-28-0
- 29 **Installationstechnik an Werkzeugmaschinen - Abschlußseminar**
156 Seiten - ISBN 3-931327-29-9
- 30 **Nicht erschienen – wird nicht erscheinen**
- 31 **Engineering Data Management (EDM) - Erfahrungsberichte und Trends**
183 Seiten - ISBN 3-931327-31-0
- 32 **Nicht erschienen – wird nicht erscheinen**
- 33 **3D-CAD - Mehr als nur eine dritte Dimension**
181 Seiten - ISBN 3-931327-33-7
- 34 **Laser in der Produktion - Technologische Randbedingungen für den wirtschaftlichen Einsatz**
102 Seiten - ISBN 3-931327-34-5
- 35 **Ablaufsimulation - Anlagen effizient und sicher planen und betreiben**
129 Seiten - ISBN 3-931327-35-3
- 36 **Moderne Methoden zur Montageplanung - Schlüssel für eine effiziente Produktion**
124 Seiten - ISBN 3-931327-36-1
- 37 **Wettbewerbsfaktor Verfügbarkeit - Produktivitätssteigerung durch technische und organisatorische Ansätze**
95 Seiten - ISBN 3-931327-37-X
- 38 **Rapid Prototyping - Effizienter Einsatz von Modellen in der Produktentwicklung**
128 Seiten - ISBN 3-931327-38-8
- 39 **Rapid Tooling - Neue Strategien für den Werkzeug- und Formenbau**
130 Seiten - ISBN 3-931327-39-6
- 40 **Erfolgreich kooperieren in der produzierenden Industrie - 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 3-98675-069-0
- 70 Mechatronik - Strukturndynamik von Werkzeugmaschinen
161 Seiten - ISBN 3-89675-070-4
- 71 Klebtechnik - Zerstörungsfreie Qualitätssicherung beim flexibel automatisierten Kleben und Dichten
ISBN 3-89675-071-2 - vergriffen
- 72 Fabrikplanung 2004 Erfolgsfaktor im Wettbewerb - Erfahrungen - Werkzeuge - Visionen
ISBN 3-89675-072-0 - vergriffen
- 73 Rapid Manufacturing Vom Prototyp zur Produktion - Erwartungen - Erfahrungen - Entwicklungen
179 Seiten - ISBN 3-89675-073-9
- 74 Virtuelle Produktionssystemplanung - Virtuelle Inbetriebnahme und Digitale Fabrik
133 Seiten - ISBN 3-89675-074-7
- 75 Nicht erschienen - wird nicht erscheinen
- 76 Berührungslose Handhabung - Vom Wafer zur Glaslinse, von der Kapsel zur aseptischen Ampulle
95 Seiten - ISBN 3-89675-076-3
- 77 ERP-Systeme - Einführung in die betriebliche Praxis - Erfahrungen, Best Practices, Visionen
153 Seiten - ISBN 3-89675-077-7
- 78 Mechatronik - Trends in der interdisziplinären Entwicklung von Werkzeugmaschinen
155 Seiten - ISBN 3-89675-078-X
- 79 Produktionsmanagement
267 Seiten - ISBN 3-89675-079-8
- 80 Rapid Manufacturing - Fertigungsverfahren für alle Ansprüche
154 Seiten - ISBN 3-89675-080-1
- 81 Rapid Manufacturing - Heutige Trends - Zukünftige Anwendungsfelder
172 Seiten - ISBN 3-89675-081-X
- 82 Produktionsmanagement - Herausforderung Variantenmanagement
100 Seiten - ISBN 3-89675-082-8
- 83 Mechatronik - Optimierungspotenzial der Werkzeugmaschine nutzen
160 Seiten - ISBN 3-89675-083-6
- 84 Virtuelle Inbetriebnahme - Von der Kür zur Pflicht?
104 Seiten - ISBN 978-3-89675-084-6
- 85 3D-Erfahrungsforum - Innovation im Werkzeug- und Formenbau
375 Seiten - ISBN 978-3-89675-085-3
- 86 Rapid Manufacturing - Erfolgreich produzieren durch innovative Fertigung
162 Seiten - ISBN 978-3-89675-086-0
- 87 Produktionsmanagement - Schlang im Mittelstand
102 Seiten - ISBN 978-3-89675-087-7
- 88 Mechatronik - Vorsprung durch Simulation
134 Seiten - ISBN 978-3-89675-088-4
- 89 RFID in der Produktion - Wertschöpfung effizient gestalten
122 Seiten - ISBN 978-3-89675-089-1
- 90 Rapid Manufacturing und Digitale Fabrik - Durch Innovation schnell und flexibel am Markt
100 Seiten - ISBN 978-3-89675-090-7
- 91 Robotik in der Kleinserienproduktion - Die Zukunft der Automatisierungstechnik
ISBN 978-3-89675-091-4
- 92 Rapid Manufacturing - Ressourceneffizienz durch generative Fertigung im Werkzeug- und Formenbau
ISBN 978-3-89675-092-1
- 93 Handhabungstechnik - Innovative Greiftechnik für komplexe Handhabungsaufgaben
136 Seiten - ISBN 978-3-89675-093-8
- 94 iwv Seminarreihe 2009 Themengruppe Werkzeugmaschinen
245 Seiten - ISBN 978-3-89675-094-5
- 95 Zuführtechnik - Herausforderung der automatisierten Montage!
111 Seiten - ISBN 978-3-89675-095-2
- 96 Risikobewertung bei Entscheidungen im Produktionsumfeld - Seminar »Risiko und Chance«
151 Seiten - ISBN 978-3-89675-096-9
- 97 Seminar Rapid Manufacturing 2010 - Innovative Einsatzmöglichkeiten durch neue Werkstoffe bei Schichtbauverfahren
180 Seiten - ISBN 978-3-89675-097-6

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

Forschungsberichte iwb

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

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

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

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

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

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

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

- 269 **Tobias Zeilinger:** Laserbasierte Bauteillagebestimmung bei der Montage optischer MikrokompONENTEN
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4234-2
- 270 **Stefan Krug:** Automatische Konfiguration von Robotersystemen (Plug&Produce)
208 Seiten - ISBN 978-3-8316-4243-4
- 271 **Marc Lotz:** Erhöhung der Fertigungsgenauigkeit beim Schweiß-Reibschweißen durch modellbasierte Regelungsverfahren
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4245-8
- 272 **William Brice Tekouo Moutchiho:** A New Programming Approach for Robot-based Flexible Inspection systems
232 Seiten - ISBN 978-3-8316-4247-2
- 273 **Matthias Waibel:** Aktive Zusatzsysteme zur Schwingungsreduktion an Werkzeugmaschinen
158 Seiten - ISBN 978-3-8316-4250-2
- 274 **Christian Eschey:** Maschinenspezifische Erhöhung der Prozessfähigkeit in der additiven Fertigung
216 Seiten - ISBN 978-3-8316-4270-0
- 275 **Florian Aull:** Modell zur Ableitung effizienter Implementierungsstrategien für Lean-Production-Methoden
270 Seiten - ISBN 978-3-8316-4283-0
- 276 **Marcus Hennauer:** Entwicklungsbegleitende Prognose der mechatronischen Eigenschaften von Werkzeugmaschinen
214 Seiten - ISBN 978-3-8316-4306-6
- 277 **Alexander Götzfried:** Analyse und Vergleich fertigungstechnischer Prozessketten für Flugzeugtriebwerks-Rotoren
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4310-3
- 278 **Saskia Reinhardt:** Bewertung der Ressourceneffizienz in der Fertigung
232 Seiten - ISBN 978-3-8316-4317-2
- 279 **Fabian J. Meling:** Methodik für die Rekombination von Anlagentechnik
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-4319-6
- 280 **Jörg Egbers:** Identifikation und Adaption von Arbeitsplätzen für leistungsgewandelte Mitarbeiter entlang des Montageplanungsprozesses
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-4328-8
- 281 **Max von Bredow:** Methode zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit und des Risikos unternehmensübergreifender Wertschöpfungskonfigurationen in der Automobilindustrie
208 Seiten - ISBN 978-3-8316-4337-0
- 282 **Tobias Philipp:** RFID-gestützte Produktionssteuerungsverfahren für die Herstellung von Bauteilen aus Faserverbundkunststoffen
142 Seiten - ISBN 978-3-8316-4346-2
- 283 **Stefan Rainer Johann Braunreuther:** Untersuchungen zur Lasersicherheit für Materialbearbeitungsanwendungen mit brillanten Laserstrahlquellen
232 Seiten - ISBN 978-3-8316-4348-6
- 284 **Johannes Pohl:** Adaption von Produktionsstrukturen unter Berücksichtigung von Lebenszyklen
202 Seiten - ISBN 978-3-8316-4358-5
- 285 **Mathey Wiesbeck:** Struktur zur Repräsentation von Montagesequenzen für die situationsorientierte Werkerführung
194 Seiten - ISBN 978-3-8316-4369-1
- 286 **Sonja Huber:** In-situ-Legierungsbestimmung beim Laserstrahlschweißen
206 Seiten - ISBN 978-3-8316-4370-7
- 287 **Robert Wiedenmann:** Prozessmodell und Systemtechnik für das lasterunterstützte Fräsen
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4384-4
- 288 **Thomas Irenhauser:** Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz
242 Seiten - ISBN 978-3-8316-4404-9