

Albrecht Lottermoser

**Soziotechnische Systemgestaltung
für die robotergestützte Assistenz
leistungsgewandelter Werkskräfte**



Forschungsberichte iwb

Band 399

Zugl.: Diss., München, Techn. Univ., 2025

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.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt.
Sämtliche, auch auszugsweise Verwertungen
bleiben vorbehalten.
Bei Fragen zur Produktsicherheit wenden Sie sich
bitte an unsere Adresse: utzverlag GmbH · Herr
Matthias Hoffmann · Nymphenburger Straße 91 ·
80636 München · Telefon: 0049-89-27779100
oder www.utzverlag.de

Copyright © utzverlag GmbH · 2025

ISBN (Print) 978-3-8316-5084-2
ISBN (E-Book) 978-3-8316-7826-6
Printed in Germany
utzverlag GmbH, München
089-277791-00 · www.utzverlag.de

Geleitwort der Herausgeber

Die Produktionstechnik ist in Zeiten globaler Herausforderungen, wie der Klimakrise, dem Mobilitätswandel und der Überalterung der Gesellschaft in westlichen Ländern, für eine nachhaltige Weiterentwicklung unserer Industriegesellschaft von zentraler Bedeutung. Der Einfluss eines Industriebetriebs auf die Umwelt und die Gesellschaft hängt dabei entscheidend von den eingesetzten Produktionsmitteln, den angewandten Produktionsverfahren und der eingeführten Produktionsorganisation ab. Erst das optimale Zusammenspiel von Mensch, Organisation und Technik erlaubt es, alle Potenziale für den Unternehmenserfolg auszuschöpfen. Dabei muss größtes Augenmerk darauf gelegt werden, möglichst ressourcenschonend, effizient und resilient zu werden, um flexibel im volatilen Produktionsumfeld zu agieren. Um in dem Spannungsfeld Nachhaltigkeit, Komplexität, Kosten, Zeit und Qualität bestehen zu können, müssen Produktionsstrukturen ständig neu überdacht und weiterentwickelt werden. Dabei ist es notwendig, die Komplexität von Produkten, Produktionsabläufen und -systemen einerseits zu verringern und andererseits besser zu beherrschen. Ziel der Forschungsarbeiten des iwb ist die ständige Verbesserung von Produktentwicklungs- und Planungssystemen, von Herstellverfahren sowie von Produktionsanlagen. Betriebsorganisation, Produktions- und Arbeitsstrukturen sowie Systeme zur Auftragsabwicklung werden unter besonderer Berücksichtigung der Anforderungen des Personals sowie von Nachhaltigkeitsaspekten entwickelt. Die dabei eingesetzten rechnergestützten und Künstliche- Intelligenz-basierten Methoden und die notwendige Steigerung des Automatisierungsgrades dürfen jedoch nicht zu einer Verfestigung arbeitsteiliger Strukturen führen. Fragen der optimalen Einbindung ökologischer und sozialer Aspekte in alle Planungs- und Entwicklungsprozesse spielen deshalb eine sehr wichtige Rolle.

Die im Rahmen dieser Buchreihe erscheinenden Bände stammen thematisch aus den Forschungsbereichen des iwb. Diese reichen von der Entwicklung

Geleitwort der Herausgeber

von Produktionssystemen über deren Planung bis hin zu den eingesetzten Technologien in den Bereichen Fertigung und Montage. Die Steuerung und der Betrieb von Produktionssystemen, die Qualitätssicherung, die Verfügbarkeit und die Autonomie sind Querschnittsthemen hierfür. In den iwb-Forschungsberichten werden neue Ergebnisse und Erkenntnisse aus der praxisnahen Forschung des Institutes veröffentlicht. Diese Buchreihe soll dazu beitragen, den Wissenstransfer zwischen dem Hochschulbereich und den Anwendenden zu verbessern.

Rüdiger Daub

Gunther Reinhart

Michael Zäh

Vorwort

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV sowie am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb) der Technischen Universität München.

Ein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Herrn Professor Dr.-Ing. Gunther Reinhart für seine kontinuierliche Förderung und Unterstützung dieser Arbeit während meiner Zeit am Institut und darüber hinaus. Bei Herrn Professor Dr. phil. Klaus Bengler möchte ich mich ganz herzlich für die Übernahme des Koreferats bedanken. Des Weiteren danke ich Herrn Professor Dr. rer. nat. Tim Lüth für die Übernahme des Vorsitzes der Prüfungskommission.

Meinen Kolleginnen und Kollegen, die mich während meiner Institutszeit und den zahlreichen Projekten begleitet haben, möchte ich herzlich danken. Es war eine sehr prägende und lehrreiche Zeit, auf die ich gerne zurückblicke. Allen voran möchte ich Christian Härdlein, Johannes Fink, Dr. Julia Berger, Shuang Lu, Kurt Hartmann und Laura Merhar für viele gemeinsame Erfahrungen sowie die Unterstützung und Impulse bei meiner Promotion danken. So sind während meiner Institutszeit auch viele langfristige Freundschaften entstanden.

Bei meinen Studierenden möchte ich mich ebenfalls für die fachlichen Diskussionen und ihre Beiträge bedanken.

Von Herzen möchte ich meinen Eltern Werner und Claudia sowie meiner Schwester Annemarie danken, die mir das alles ermöglicht und mich fortwährend auf meinem Weg begleitet haben. Durch ihren grenzenlosen Rückhalt haben sie mir stets den Anker gegeben, um schwierige Entscheidungen zu treffen und den richtigen Weg zu finden. Ohne sie wäre ich jetzt nicht dort, wo ich gerade stehe.

Vorwort

Zuletzt möchte ich mich noch bei meiner Großmutter Ursula Hoffmann bedanken. Leider konnte sie die Fertigstellung dieser Arbeit nicht mehr erleben. Sie hatte bis zuletzt großes Interesse an meiner Forschung und ermutigte mich stets zu meinem Weg.

Ihr möchte ich diese Arbeit widmen.

Augsburg, im November 2024

Albrecht Lottermoser

Gleichstellung der Geschlechter

In dieser Arbeit wird, soweit es die Lesbarkeit ermöglicht, auf eine geschlechtergerechte Sprache geachtet. Die männliche Sprachform wird nur verwendet, wenn dies der Beibehaltung eines hohen Maßes an Lesbarkeit dient. Sämtliche Bezeichnungen gelten jedoch ausdrücklich gleichermaßen für alle Geschlechter.

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort der Herausgeber

Vorwort

Inhaltsverzeichnis	I
Abkürzungsverzeichnis	VII
Verzeichnis der Formelzeichen	IX
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangssituation und Motivation	1
1.2 Zielsetzung	4
1.3 Einordnung in die Wissenschaftssystematik und Beschreibung des Forschungsansatzes	5
1.4 Aufbau der Arbeit	9
2 Grundlagen und Begriffsdefinition	13
2.1 Übersicht	13
2.2 Begrifflichkeiten der Arbeit	13
2.2.1 Soziotechnisches System	13
2.2.2 Arbeitsunfähigkeit, Behinderung und Leistungswandlung	14
2.2.3 Assistenzroboter	18
2.2.4 Mensch-System-Interaktion	20
2.2.5 Montage	20
2.3 Demografischer Wandel und Fachkräfteengpass	21
2.4 Betriebliche Maßnahmen zum Umgang mit leistungsgewandel- ten Werkskräften	24
2.5 Fazit	25

Inhaltsverzeichnis

3 Stand der Wissenschaft und Technik	27
3.1 Belastung und Beanspruchung im Arbeitskontext	27
3.1.1 Belastungs-Beanspruchungskonzept	27
3.1.2 Körperliche Leistung in der Normung	28
3.2 Ergonomie- und Funktionsbewertungsmethoden	30
3.2.1 Ergonomische Bewertungsmethoden	30
3.2.2 International Classification of Functioning, Disability and Health	33
3.2.3 Work Ability Index	35
3.2.4 Neutral-Null-Methode	36
3.3 Vergleichsverfahren zwischen menschlichen Fähigkeiten und Arbeitsplatzanforderungen	36
3.4 Planung und Einsatz kollaborativer Mensch-Roboter-Anwendung	39
3.4.1 Auswahl und Planung von MRK-Szenarien	39
3.4.2 Einsatz von Assistenzrobotik im Kontext von Leistungswandlung	40
3.4.3 Multimodale Interaktion zwischen Mensch und Roboter	41
3.4.4 Detektion und Analyse der Leistungsfähigkeit von Mensch-Roboter-Teams	43
3.5 Zusammenfassung und Bewertung des Standes der Technik und Wissenschaft	47
4 Anforderungen an eine soziotechnische Systemgestaltung für die robotergestützte Assistenz leistungsgewandelter Werkskräfte	51
4.1 Vorgehen zur Anforderungsanalyse	51
4.2 Ein- und Ausgabeinformationen der soziotechnischen Systemgestaltung	52
4.3 Definition der Nutzerrollen	53
4.4 Anforderungen an die soziotechnische Systemgestaltung	54
4.5 Rahmenbedingungen und Anwendungsbereich der soziotechnischen Systemgestaltung	55
4.6 Zusammenfassung der Anforderungen an die soziotechnische Systemgestaltung	56

5 Methode zur soziotechnischen Systemgestaltung für die robotergestützte Assistenz leistungsgewandelter Werkskräfte	59
5.1 Überblick	59
5.2 Methodenbausteine und -schritte	61
6 Ermittlung und Bewertung der körperfunktionsbasierten Prozesseig- nung	63
6.1 Allgemeines	63
6.2 Erfassung von Personen- und Prozessdaten	64
6.2.1 Aufbau des Methodenschritts	64
6.2.2 Personenakte	66
6.2.3 Prozessakte	73
6.3 Ableitung körperfunktionsbasierter Profile	82
6.3.1 Datenprofil Personenakte	82
6.3.2 Datenprofil Montagevorgangssakte	83
6.3.3 Datenprofil Bauteilakte	85
6.3.4 Datenprofil Werkzeug- und Hilfsmittelakte	86
6.3.5 Datenprofil Umweltakte	88
6.4 Profilvergleich	89
6.4.1 Anforderungs-/ Fähigkeitsabgleich der Sinnes- und Sprechfunktionen	91
6.4.2 Anforderungs-/ Fähigkeitsabgleich der Handfunktionen	92
6.4.3 Anforderungs-/ Fähigkeitsabgleich der Körperfunktionen	94
6.4.4 Ergebnis des Abgleichs	94
7 Konfiguration eines anwendungs- und benutzerspezifischen Assis- tenzroboters	99
7.1 Allgemeines	99
7.2 Durchführung eines Technologieabgleichs	100
7.2.1 Aufbau der Roboterdatenbank	100
7.2.2 Aufbau der Interaktionsdatenbank	102
7.2.3 Analyse und Auswahl von Robotersystemen	103
7.2.4 Analyse und Auswahl von Interaktionssystemen	108
7.3 Abgleich der Umweltbedingungen	111
7.3.1 Analyse der Arbeitsplatz-Rahmenbedingungen	111
7.3.2 Analyse der Roboter-Rahmenbedingungen	112

Inhaltsverzeichnis

7.3.3	Analyse der Rahmenbedingungen für die Interaktion	114
7.4	Generierung des Lösungsraums	115
7.4.1	Lösungsraum der Robotersysteme	115
7.4.2	Lösungsraum der Interaktionssysteme	116
8	Auswahl einer Assistenzroboterlösung und Ableitung von Maßnahmen zur leistungsbasierten Parameteranpassung	119
8.1	Allgemeines	119
8.2	Definition der Auswahlkriterien	120
8.2.1	Übersicht der Auswahlkriterien	120
8.2.2	Vergleich der Auswahlkriterien	122
8.3	Auswahl von Parametern zur Anpassung des Assistenzroboters im Betrieb	122
8.3.1	Identifikation der Eingabe-Parameter	124
8.3.2	Identifikation der Ausgabe-Parameter	127
8.3.3	Identifikation der Roboter-Parameter	128
8.4	Detektion von Leistungsschwankungen und Ableitung von Maßnahmen zur Anpassung	129
8.4.1	Erkennung von Leistungsschwankungen	130
8.4.2	Technische Anpassungsmaßnahmen	133
9	Umsetzung und Evaluierung	137
9.1	Allgemeines	137
9.2	Umsetzung der Methodenbausteine	138
9.2.1	Systemvoraussetzung des Konfigurators und verwendete Technologien	139
9.2.2	Umsetzung der Personenakte	139
9.2.3	Umsetzung der Prozessakte	140
9.2.4	Umsetzung der Roboter- und Interaktionsdatenbank	142
9.2.5	Umsetzung des Profilvergleichs und der Auswahl eines Assistenzroboters	142
9.3	Versuchsumgebung	143
9.4	Evaluierung des Konfigurators am Beispiel einer leistungswandelten Person	144
9.4.1	Dateneingabe Personenakte	145
9.4.2	Dateneingabe Prozessakte	147

9.4.3	Prozesszuweisung und Ermittlung des Unterstützungsbedarfs	151
9.4.4	Generierung des Lösungsraums und Konfiguration eines Assistenzroboters	152
9.5	Evaluierung der Konfiguration anhand eines prototypischen Systemaufbaus	155
9.5.1	Systemaufbau des Assistenzroboters	155
9.5.2	Prozessablauf und Ableitung von Maßnahmen zur Anpassung	156
9.5.3	Evaluation der Mensch-Roboter-Zusammenarbeit	159
9.5.4	Zwischenfazit	160
9.6	Technisch-wirtschaftliche Bewertung	161
9.6.1	Anforderungsbezogene technische Bewertung	161
9.6.2	Wirtschaftliche Bewertung	162
10	Zusammenfassung und Ausblick	171
10.1	Zusammenfassung	171
10.2	Ausblick	173
Literatur		175
Abbildungsverzeichnis		207
Tabellenverzeichnis		211
Anhang		213
A.1	Evaluationsbogen	214
Verzeichnis betreuter Studienarbeiten		215

Abkürzungsverzeichnis

ABA	Anforderungs- und Belastbarkeitsanalyse
BEM	Betriebliches Eingliederungsmanagement
BGF	Betriebliche Gesundheitsförderung
BEG	Betriebliche Gesundheitsmanagement
BMW	Bayerische Motoren Werke AG
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung
ICF	Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit
IMBA	Integration von Menschen mit Behinderung in die Arbeitswelt
MRK	Mensch-Roboter-Kollaboration
MTM	Methods-Time Measurement
OCRA	Occupational Repetitive Action Method
OWAS	Ovako Working Posture Analysing System
RULA	Rapid Upper Limb Assessment
SGB	Sozialgesetzbuch
TMU	Time Measurement Unit
UI	User Interface
WAI	Work Ability Index
WHO	Weltgesundheitsorganisation

Verzeichnis der Formelzeichen

Akr_{Mon}	Datenpunkt Aktionsradius aus der Montagevorgangsakte
Anf_{DrDa}	Anforderung an die Druckkraft des Daumens
Anf_{DrFi}	Anforderung an die Druckkraft der Finger
$Anf_{Pbg,x}$	Prozessbewertungsgröße eines Prozessschritts, wobei x den einzelnen Datenpunkten der Prozessakte entspricht
Anf_{SiSp}	Bewertung der Sinnes- und Sprechanforderungen an den Prozess
Aut_{WeHi}	Datenpunkt Automatisierbarkeit aus der Werkzeug-/Hilfsmittelakte
Ba_{Bw}	Bauteilbewertung
Bsg_{Ba}	Datenpunkt Bereitstellung aus der Bauteilakte
Bwg_x	Bewertungsgröße von Prozess, Bauteil sowie Werkzeug und Hilfsmittel, wobei x den einzelnen Datenpunkten der Akten entspricht
Bgf_x	Bewegungsgrundfähigkeit einer Person, wobei x den einzelnen Datenpunkten der Personenakte entspricht
$Fhg_{Bgf,x}$	Bewegungsgrundfähigkeit einer Person, wobei x den einzelnen Datenpunkten der Personenakte entspricht
Fhg_{DrDa}	Fähigkeit der Druckkraft des Daumens
Fhg_{DrFi}	Fähigkeit der Druckkraft der Finger
Fhg_{SiSp}	Bewertung der Sinnes- und Sprechfähigkeiten der Person
For_{Ba}	Datenpunkt Form aus der Bauteilakte
Gew_{Ba}	Datenpunkt Gewicht aus der Bauteilakte

Verzeichnis der Formelzeichen

Gro_{Ba}	Datenpunkt Größe aus der Bauteilakte
$Hand_{Bw}$	Handhabungsbewertung
$KG_{d,Per}$	Bewertung des Kraftgriffs der dominanten Hand in der Personenakte
$KG_{d,Pro}$	Bewertung des Kraftgriffs der dominanten Hand in der Prozessakte
KG_{Mon}	Datenpunkt Kraftgriff aus der Montagevorgangsakte
$KG_{nd,Per}$	Bewertung des Kraftgriffs der nicht-dominanten Hand in der Personenakte
$KG_{nd,Pro}$	Bewertung des Kraftgriffs der nicht-dominanten Hand in der Prozessakte
Kom_{Mon}	Datenpunkt Komplexität aus der Montagevorgangsakte
Kra_{Mon}	Datenpunkt Kraftanforderung aus der Montagevorgangsakte
Mat_{Ba}	Datenpunkt Materialeigenschaft aus der Bauteilakte
$PG_{d,Per}$	Bewertung des Präzisionsgriffs der dominanten Hand in der Personenakte
$PG_{d,Pro}$	Bewertung des Präzisionsgriffs der dominanten Hand in der Prozessakte
PG_{Mon}	Datenpunkt Präzisionsgriff aus der Montagevorgangsakte
$PG_{nd,Per}$	Bewertung des Präzisionsgriffs der nicht-dominanten Hand in der Personenakte
$PG_{nd,Pro}$	Bewertung des Präzisionsgriffs der nicht-dominanten Hand in der Prozessakte
Qua_{Ba}	Datenpunkt Qualitätsanforderung aus der Bauteilakte
Whd_{Mon}	Datenpunkt Wiederholungszahl aus der Montagevorgangsakte
Zta_{Mon}	Datenpunkt Zeitanforderung aus der Montagevorgangsakte

1 Einleitung

Habt ihr nur elitäre Aufgaben? - Anna Müller¹

Diese Frage erweckt den Anschein, als ginge es um gehobene Aufgaben, die nur von bestimmten Werkskräften ausgeführt werden können und eine besondere Qualifikation erfordern.

Anna Müller sucht aber keineswegs nach privilegierten Aufgaben, sondern nach Aufgaben, die sie mit nur einem Arm ausführen kann. Aus welchem Grund? Frau Müller ist eine sogenannte leistungsgewandelte Person; jemand, der aufgrund einer Krankheit eine Veränderung der Leistungsfähigkeit erworben hat.

Anna Müller ist 52 Jahre alt und arbeitete seit über 20 Jahren in der Montage, zuletzt im Bereich einer Baugruppenmontage.

Nach einem Schlaganfall ist ihre linke Körperseite gelähmt. Seitdem sitzt sie im Rollstuhl und kann alltägliche Aufgaben nur noch mit dem rechten Arm ausführen. Im Alltag bekommt sie Unterstützung von einer Pflegekraft, aber durch ihre Einschränkung kann sie ihre bisherige Montagetätigkeit, die beide Hände erfordert, nicht mehr ausführen.

Sie wurde auf einen Büroarbeitsplatz umgeschult, an dem sie allerdings nicht mehr auf ihre langjährige Berufserfahrung zurückgreifen kann.

Letztendlich verlässt Frau Müller das Unternehmen.

1.1 Ausgangssituation und Motivation

Frau Müller ist kein Einzelfall. Produzierende Unternehmen werden in Deutschland durch fehlende Arbeitskräfte vor immer größer werdende Herausforderun-

¹Diese Person wird pseudonymisiert dargestellt, um den Datenschutz aufgrund personenbezogener, besonders schützenswerter Daten sicherzustellen.

1 Einleitung

gen gestellt. Die größte Ursache hierfür ist der demografische Wandel. Dieser sorgt dafür, dass nicht nur die Gesellschaft als Ganzes immer älter wird, sondern auch die Arbeitnehmer. (DIHK 2023; GARNITZ ET AL. 2023)

In Deutschland ist mehr als die Hälfte aller Erwerbstätigen über 45 Jahre alt. Nach aktuellen Prognosen wird sich die Zahl der Erwerbspersonen um 9 Mio. bis zum Jahr 2035 reduzieren, da bis zu diesem Zeitpunkt die geburtenstarken Jahrgänge, wie die „Babyboomer-Generation“, aus dem Erwerbsalter ausscheiden. (STATISTISCHES BUNDESAMT 2019A)

Mit einer immer älter werdenden Belegschaft in den Unternehmen steigt auch das Risiko krankheitsbedingter Ausfälle stark an. Diese lagen in der Altersgruppe der 60- bis 64-Jährigen im Jahr 2017 um 55 % über der der 45- bis 49-Jährigen. Auch die Anzahl der Ausfalltage ist bei den 60- bis 64-Jährigen am größten. (BAUER 2018) Zudem lag mit ca. 25 % die häufigste Ursache für krankheitsbedingte Ausfälle aller Altersgruppen im Muskel- und Skelettsystem. (ebd.) Die daraus entstandenen Produktionsausfallkosten betrugen 21,5 Mrd. € (BAUA 2023).

Oftmals führen krankheitsbedingte Ausfälle im Alter auch zu dauerhaften Einschränkungen. Nach Angaben des statistischen Bundesamts waren Ende 2021 knapp die Hälfte der schwerbehinderten Personen zwischen 55 und 74 Jahren alt. Darüber hinaus wurden 90 % der schweren Behinderungen, wovon 58 % körperlicher Art waren, durch Krankheiten ausgelöst. (STATISTISCHES BUNDESAMT 2022)

Nach einem Urteil des Bundesarbeitsgerichts im Jahr 2010 sind Arbeitgeber verpflichtet, Personen mit einer Einschränkung, die infolgedessen nicht mehr an ihrem ursprünglichen Arbeitsplatz eingesetzt werden können, an einem sog. „leidensgerechten“ Arbeitsplatz zu beschäftigen. Dieser Arbeitsplatz muss so gestaltet sein, dass die betroffenen Personen trotz ihrer Einschränkungen angepasste Tätigkeiten ausführen können. (BUNDESARBEITSGERICHT 2010)

Dadurch kann der betroffene Arbeitnehmer sein Erfahrungswissen und seine Arbeitskraft dem Unternehmen nicht mehr an dem ursprünglich vorgesehenen Arbeitsplatz zur Verfügung stellen. Besonders bei Montagetätigkeiten ist jedoch aufgrund der Komplexität der Tätigkeiten ein hohes Maß an Erfahrungswissen erforderlich. (ADAMI ET AL. 2008)

Für den Arbeitsplatz, an dem die leistungsgewandelte Person nicht mehr eingesetzt werden kann, muss eine neue Werkskraft angelernt und für den Prozess

befähigt werden. Dabei werden die Unternehmen in Deutschland vor eine weitere Herausforderung gestellt, den Fachkräfteengpass.

Im Jahr 2022 konnten 58 % der offenen Stellen in der Industrie aufgrund fehlender Fachkräfte nicht besetzt werden. Aktuelle Entwicklungen zeigen, dass dieser Trend in den nächsten Jahren weiter zunehmen wird. (AHLERS & VILLALOBOS 2022; DIHK 2023)

Um den aufgezeigten Trends zu begegnen, ist ein bedarfsgerechtes Assistenzsystem notwendig. Dieses System soll es Unternehmen ermöglichen, Personen mit physischen Einschränkungen wieder an ihren ursprünglichen Arbeitsplätzen einzusetzen. Dadurch könnten leistungsgewandelte Personen körperlich soweit unterstützt werden, dass sie wieder ihre ursprünglichen Tätigkeiten ausführen können. Es bestünde kein Bedarf für einen Ersatz und eine Umschulung auf einen anderen Arbeitsplatz.

Ein vielseitig einsetzbares Unterstützungssystem sind Roboter, die für die Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) befähigt sind. (GERKE 2015) Durch ihre mechanische Bauweise und die internen Kraft-Momenten-Sensoren sind sie in der Lage, ohne zusätzliche Sicherheitseinrichtungen, wie einem Schutzaun, mit einem Menschen zusammenzuarbeiten. Durch das geringe Eigengewicht im Vergleich zu Industrierobotern, die aufgrund der Voraussetzungen nicht in einer MRK verwendet werden können, bieten sie auch das Potential für einen ortsflexiblen Einsatz. (HÄRTLEIN 2022)

Durch die direkte Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter spielt zudem die Mensch-Maschine-Interaktion eine besondere Rolle für die Akzeptanz der Werkskräfte gegenüber den Robotersystemen. Dabei sind zum einen nicht nur intuitive Eingaben von einer Person an den Roboter, sondern zum anderen auch Rückmeldungen des Systems an den Menschen zu berücksichtigen. (BARTNECK ET AL. 2020)

Zusammenfassend ist zur Unterstützung leistungsgewandelter Personen ein soziotechnisches System notwendig, in dem Mensch und Roboter in einem Arbeitssystem zusammenarbeiten (HELLMANN 2023). MRK-fähige Roboter bieten hierbei das Potential, leistungsgewandelte Personen flexibel und individuell zu unterstützen. Allerdings besteht die Frage, welches Robotersystem bei welcher Tätigkeit unterstützen kann und welche Tätigkeiten leistungsgewandelte Personen noch selbstständig erbringen können. Zusätzlich kann auch die Auswahl der Mensch-Maschine-Interaktion abhängig von den Auswirkungen

1 Einleitung

der jeweiligen Leistungswandlung sein und Einfluss auf die Zusammenarbeit haben.

1.2 Zielsetzung

Vor dem Hintergrund der Ausgangssituation und Motivation aus Abschnitt 1.1 bedarf es einer soziotechnischen Systemgestaltung, um ein individuelles MRK-fähiges Robotersystems zu konfigurieren und damit leistungsgewandelte Personen wieder an ihrem ursprünglichen Arbeitsplatz einzusetzen. Die Konfiguration umfasst dabei sowohl die Auswahl eines MRK-fähigen Roboters, der für die Ausführung der zu unterstützenden Tätigkeit technisch geeignet ist, als auch dessen Kombination mit Technologien zur intuitiven Mensch-Maschine-Interaktion. Das Ergebnis der Konfiguration beinhaltet einen intuitiv bedienbaren Roboter, der im Folgenden als Assistenzroboter bezeichnet wird und Teil des soziotechnischen Systems ist.

Zum einen sind für die soziotechnische Systemgestaltung die Einschränkungen der Personen zu klassifizieren und es ist festzustellen, welchen Einfluss diese auf die Ausführung der Tätigkeiten haben. Daraus kann abgeleitet werden, welche Aufgaben mit der Einschränkung noch möglich sind und welche eine Unterstützung erfordern.

Zum anderen sind die auszuführenden Tätigkeiten so zu beschreiben, dass ein Abgleich mit den Fähigkeiten einer Person möglich ist.

Für die zu unterstützenden Tätigkeiten ist zusätzlich ein Robotersystem mit geeigneter Interaktion auszuwählen, das in der Lage ist, sich an eine zeitlich bedingte Veränderung der Leistungswandlung anpassen zu können.

Das Ziel der soziotechnischen Systemgestaltung ist es daher, für eine leistungsgewandelte Person, im Folgenden auch leistungsgewandelte Werkskraft genannt, einen Assistenzroboter zu konfigurieren, der bei der Durchführung einer Montagetätigkeit unterstützen kann.

Die Methode zur Gestaltung des soziotechnischen Systems wird in dieser Arbeit vorgestellt.

Dafür werden folgende forschungsleitende Fragen definiert, um die Zielsetzung dieser Arbeit zu erreichen:

-
1. Wie ist eine Vorgehensweise zu gestalten, um Unternehmen bei der Konfiguration eines Assistenzroboters zu unterstützen?
 2. Wie kann die körperliche Anforderung einer Tätigkeit mit der Leistungswandlung einer Person abgeglichen werden?
 3. Wie können geeignete Roboter- und Interaktionssysteme für die Unterstützung einer leistungsgewandelten Werkskraft identifiziert werden?
 4. Wie kann sich ein Assistenzroboter an den Unterstützungsbedarf einer leistungsgewandelten Werkskraft anpassen?

Diese Fragestellungen bilden die Grundlage, um die daraus resultierenden Lösungsbausteine zur *soziotechnischen Systemgestaltung für die robotergestützte Assistenz leistungsgewandelter Werkskräfte* zu erarbeiten.

1.3 Einordnung in die Wissenschaftssystematik und Beschreibung des Forschungsansatzes

Auf Basis dieser Zielstellung wird die Arbeit im weiteren Verlauf dieses Abschnitts in die Wissenschaftssystematik eingeordnet und der Forschungsansatz beschrieben.

Für die Thematik dieser Arbeit wird die Wissenschaftssystematik nach ULRICH & HILL (1976) herangezogen, die in Abbildung 1.1 dargestellt ist. Hierbei wird zwischen Formal- und Realwissenschaften unterschieden, wobei letztere wiederum in Grundlagen- und Handlungswissenschaften unterteilt werden. Grundlagenwissenschaften beschäftigen sich nach ULRICH & HILL (1976) mit der Erklärung empirischer Phänomene, während sich Handlungswissenschaften auf die Analyse menschlicher Entscheidungsprozesse und die Entwicklung von Entscheidungsmodellen konzentrieren.

Die vorliegende Arbeit ist aufgrund des hohen Anwendungsbezugs der angewandten Forschung zuzuordnen und gehört damit zu den Handlungswissenschaften.

Neben der Einordnung in die Wissenschaftssystematik wird der heuristische Bezugsrahmen der vorliegenden Arbeit entwickelt, der in Abbildung 1.2 dargestellt ist. Dieser dient der strukturierten Beschreibung der Problemstellung

1 Einleitung

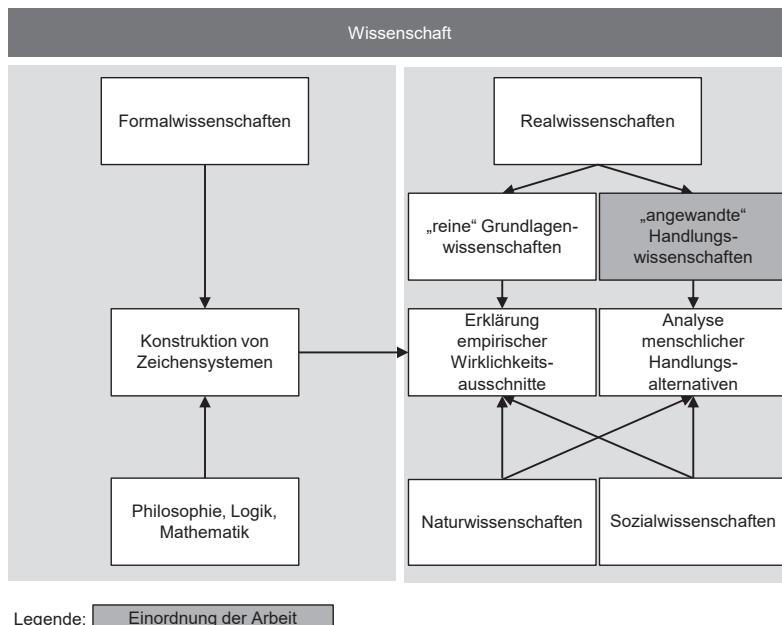


Abbildung 1.1: Einordnung der Arbeit in die Wissenschaftssystematik in Anlehnung an ULRICH & HILL (1976)

und zur Darstellung der Zusammenhänge weiterer Themenkomplexe, die in Beziehung zu dieser Arbeit stehen.

Den Mittelpunkt des Bezugsrahmens bildet die soziotechnische Systemgestaltung für robotergestützte Assistenz leistungsgewandelter Werkskräfte. Die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Themenkomplexen stellen sich wie folgt dar.

Durch die Schnittstelle zu den Ingenieurwissenschaften wird der produktions-technische Bezug dieser Arbeit sichergestellt. Die Ingenieurwissenschaften stellen dabei Methoden für den Einsatz und für die Auslegung kollaborativer Mensch-Roboter-Anwendungen zur Verfügung. Dabei steht der Mensch im Fokus, wodurch eine weitere Schnittstelle zu den Arbeitswissenschaften gebildet wird. Diese ermöglichen systematische Vorgehen wie die Arbeitssystemanalyse, um Arbeitsabläufe, Belastungen, Anforderungen und Arbeitsbedingungen

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

Utzverlag, München, Fax 089-277791-01, info@utzverlag.de, www.utzverlag.de

- 1 Innovative Montagesysteme - Anlagengestaltung, -bewertung und -überwachung
115 Seiten · ISBN 3-931327-01-9
- 2 Integriertes Produktmodell - Von der Idee zum fertigen Produkt
82 Seiten · ISBN 3-931327-02-7
- 3 Konstruktion von Werkzeugmaschinen - Berechnung, Simulation und Optimierung
110 Seiten · ISBN 3-931327-03-5
- 4 Simulation - Einsatzmöglichkeiten und Erfahrungsberichte
134 Seiten · ISBN 3-931327-04-3
- 5 Optimierung der Kooperation in der Produktentwicklung
95 Seiten · ISBN 3-931327-05-1
- 6 Materialbearbeitung mit Laser - von der Planung zur Anwendung
86 Seiten · ISBN 3-931327-76-0
- 7 Dynamisches Verhalten von Werkzeugmaschinen
80 Seiten · ISBN 3-931327-77-9
- 8 Qualitätsmanagement - der Weg ist das Ziel
130 Seiten · ISBN 3-931327-78-7
- 9 Installationstechnik an Werkzeugmaschinen - Analysen und Konzepte
120 Seiten · ISBN 3-931327-79-5
- 10 3D-Simulation - Schneller, sicherer und kostengünstiger zum Ziel
90 Seiten · ISBN 3-931327-10-8
- 11 Unternehmensorganisation - Schlüssel für eine effiziente Produktion
110 Seiten · ISBN 3-931327-11-6
- 12 Autonome Produktionsysteme
100 Seiten · ISBN 3-931327-12-4
- 13 Planung von Montageanlagen
130 Seiten · ISBN 3-931327-13-2
- 14 Nicht erschienen - wird nicht erscheinen
- 15 Flexible fluide Kleb/Dichtstoffe - Dosierung und Prozeßgestaltung
80 Seiten · ISBN 3-931327-15-9
- 16 Time to Market - Von der Idee zum Produktionsstart
80 Seiten · ISBN 3-931327-16-7
- 17 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 - Produktivitätsteigerung durch technische und organisatorische Ansätze
95 Seiten · ISBN 3-931327-37-X
- 38 Rapid Prototyping - Effizienter Einsatz von Modellen in der Produktentwicklung
128 Seiten · ISBN 3-931327-38-8
- 39 Rapid Tooling - Neue Strategien für den Werkzeug- und Formenbau
130 Seiten · ISBN 3-931327-39-6
- 40 Erfolgreich kooperieren in der produzierenden Industrie - Flexibler und schneller mit modernen Kooperationen
160 Seiten · ISBN 3-931327-40-X
- 41 Innovative Entwicklung von Produktionsmaschinen
146 Seiten · ISBN 3-89675-041-0
- 42 Stückzahlflexible Montagesysteme
139 Seiten · ISBN 3-89675-042-9
- 43 Produktivität und Verfügbarkeit - ...durch Kooperation steigern
120 Seiten · ISBN 3-89675-043-7
- 44 Automatisierte Mikromontage - Handhaben und Positionieren von Mikrobauteilen
125 Seiten · ISBN 3-89675-044-5
- 45 Produzieren in Netzwerken - Lösungsansätze, Methoden, Praxisbeispiele
173 Seiten · ISBN 3-89675-045-3
- 46 Virtuelle Produktion - Ablaufsimulation
108 Seiten · ISBN 3-89675-046-1

- 47 **Virtuelle Produktion - Prozeß- und Produktsimulation**
131 Seiten · ISBN 3-89675-047-X
- 48 **Sicherheitstechnik an Werkzeugmaschinen**
106 Seiten · ISBN 3-89675-048-8
- 49 **Rapid Prototyping - Methoden für die reaktionsfähige Produktentwicklung**
150 Seiten · ISBN 3-89675-049-6
- 50 **Rapid Manufacturing - Methoden für die reaktionsfähige Produktion**
121 Seiten · ISBN 3-89675-050-X
- 51 **Flexibles Kleben und Dichten - Produkt- & Prozeßgestaltung, Mischverbindungen, Qualitätskontrolle**
137 Seiten · ISBN 3-89675-051-8
- 52 **Rapid Manufacturing - Schnelle Herstellung von Klein- und Prototypenserien**
124 Seiten · ISBN 3-89675-052-6
- 53 **Mischverbindungen - Werkstoffauswahl, Verfahrensauswahl, Umsetzung**
107 Seiten · ISBN 3-89675-054-2
- 54 **Virtuelle Produktion - Integrierte Prozess- und Produktsimulation**
133 Seiten · ISBN 3-89675-054-2
- 55 **e-Business in der Produktion - Organisationskonzepte, IT-Lösungen, Praxisbeispiele**
150 Seiten · ISBN 3-89675-055-0
- 56 **Virtuelle Produktion - Ablaufsimulation als planungsbegleitendes Werkzeug**
150 Seiten · ISBN 3-89675-056-9
- 57 **Virtuelle Produktion - Datenintegration und Benutzerschnittstellen**
150 Seiten · ISBN 3-89675-057-8
- 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 - Genaugkeit 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 - Strukturdynamik von Werkzeugmaschinen**
161 Seiten · ISBN 3-89675-070-4
- 71 **Klebetechnik - 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 Produktionsystemplanung - 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 - Schlanke im Mittelstand**
102 Seiten · ISBN 978-3-89675-087-7
- 88 **Mechatronik - Vorsprung durch Simulation**
134 Seiten · ISBN 978-3-89675-088-4
- 89 **RFID in der Produktion - Wertschöpfung effizient gestalten**
122 Seiten · ISBN 978-3-89675-089-1
- 90 **Rapid Manufacturing und Digitale Fabrik - Durch Innovation schnell und flexibel am Markt**
100 Seiten · ISBN 978-3-89675-090-7
- 91 **Robotik in der Kleinserienproduktion - Die Zukunft der Automatisierungstechnik**
ISBN 978-3-89675-091-4
- 92 **Rapid Manufacturing - Ressourceneffizienz durch generative Fertigung im Werkzeug- und Formenbau**
ISBN 978-3-89675-092-1
- 93 **Handhabungstechnik - Innovative Greiftechnik für komplexe Handhabungsaufgaben**
136 Seiten · ISBN 978-3-89675-093-8
- 94 **iwb Seminarreihe 2009 Themengruppe Werkzeugmaschinen**
245 Seiten · ISBN 978-3-89675-094-5
- 95 **Zuführtechnik - Herausforderung der automatisierten Montage!**
111 Seiten · ISBN 978-3-89675-095-2
- 96 **Risikobewertung bei Entscheidungen im Produktionsumfeld - Seminar »Risiko und Chance«**
151 Seiten · ISBN 978-3-89675-096-9
- 97 **Seminar Rapid Manufacturing 2010 - Innovative Einsatzmöglichkeiten durch neue Werkstoffe bei Schichtbauverfahren**
180 Seiten · ISBN 978-3-89675-097-6

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

Forschungsberichte IWB Band 1–121

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

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

- 1 Streifinger, E.: Beitrag zur Sicherung der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit moderner Fertigungsmittel
1986 · 72 Abb. · 167 Seiten · ISBN 3-540-16391-3
- 2 Fuchsberger, A.: Untersuchung der spanenden Bearbeitung von Knochen
1986 · 90 Abb. · 175 Seiten · ISBN 3-540-16392-1
- 3 Maier, C.: Montageautomatisierung am Beispiel des Schraubens mit Industrierobotern
1986 · 77 Abb. · 144 Seiten · ISBN 3-540-16393-X
- 4 Summer, H.: Modell zur Berechnung verzweigter Antriebsstrukturen
1986 · 74 Abb. · 197 Seiten · ISBN 3-540-16394-8
- 5 Simon, W.: Elektrische Vorschubantriebe an NC-Systemen
1986 · 141 Abb. · 198 Seiten · ISBN 3-540-16693-9
- 6 Büchs, S.: Analytische Untersuchungen zur Technologie der Kugelbearbeitung
1986 · 74 Abb. · 173 Seiten · ISBN 3-540-16694-7
- 7 Hunzinger, J.: Schneiderodierte Oberflächen
1986 · 79 Abb. · 162 Seiten · ISBN 3-540-16695-5
- 8 Pilland, U.: Echtzeit-Kollisionschutz an NC-Drehmaschinen
1986 · 54 Abb. · 127 Seiten · ISBN 3-540-17274-2
- 9 Barthelmeß, P.: Montagegerechte Konstruktionen 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 Dies, H.: Rechnerunterstützte Entwicklung flexibel automatisierter Montageprozesse
1988 · 56 Abb. · 144 Seiten · ISBN 3-540-18799-5
- 12 Reinhart, G.: Flexible Automatisierung der Konstruktion und Fertigung elektrischer Leitungssätze
1988 · 112 Abb. · 197 Seiten · ISBN 3-540-19003-1
- 13 Bürstner, H.: Investitionsentscheidung in der rechnerintegrierten Produktion
1988 · 74 Abb. · 190 Seiten · ISBN 3-540-19099-6
- 14 Groha, A.: Universelles Zellenrechnerkonzept für flexible Fertigungssysteme
1988 · 74 Abb. · 153 Seiten · ISBN 3-540-19182-8
- 15 Riese, K.: Klipsmontage mit Industrierobotern
1988 · 92 Abb. · 150 Seiten · ISBN 3-540-19183-6
- 16 Lutz, P.: Leistungssysteme für rechnerintegrierte Auftragsabwicklung
1988 · 44 Abb. · 144 Seiten · ISBN 3-540-19260-3
- 17 Klippl, C.: Mobilier Roboter im Materialfluß eines flexiblen Fertigungssystems
1988 · 86 Abb. · 164 Seiten · ISBN 3-540-50468-0
- 18 Rascher, R.: Experimentelle Untersuchungen zur Technologie der Kugelherstellung
1989 · 110 Abb. · 200 Seiten · ISBN 3-540-51301-9
- 19 Heusler, H.-J.: Rechnerunterstützte Planung flexibler Montagesysteme
1989 · 43 Abb. · 154 Seiten · ISBN 3-540-51723-5
- 20 Kirchknopf, P.: Ermittlung modularer Parameter aus Übertragungsfrequenzgängen
1989 · 57 Abb. · 157 Seiten · ISBN 3-540-51724-3
- 21 Sauerer, Ch.: Beitrag für ein Zerspanungsmodell 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 Wrba, P.: Simulation als Werkzeug in der Handhabungstechnik
1990 · 125 Abb. · 178 Seiten · ISBN 3-540-52231-X
- 26 Eibelshäuser, P.: Rechnerunterstützte experimentelle Modalanalyse mittels gestufter Sinusregelung
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 Turcek, H.: Inspektion von Karosseriekomponenten 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-Echzeitkollisionschutz für Drehmaschinen
1991 - 66 Abb. - 177 Seiten - ISBN 3-540-54076-8
- 36 Naber, H.: Aufbau und Einsatz eines mobilen Roboters mit unabhängigen Lokomotions- und Manipulationskomponente
1991 - 85 Abb. - 139 Seiten - ISBN 3-540-54216-7
- 37 Kupec, Th.: Wissensbasiertes Leitsystem zur Steuerung flexibler Fertigungsanlagen
1991 - 68 Abb. - 150 Seiten - ISBN 3-540-54260-4
- 38 Maulhardt, U.: Dynamisches Verhalten von Kreissägen
1991 - 109 Abb. - 159 Seiten - ISBN 3-540-54365-1
- 39 Götz, R.: Strukturierte Planung flexibel automatisierter Montagesysteme für flächige Bauteile
1991 - 86 Abb. - 201 Seiten - ISBN 3-540-54401-1
- 40 Koepfer, Th.: 3D-grafisch-interaktive Arbeitsplanung - ein Ansatz zur Aufhebung der Arbeitsteilung
1991 - 74 Abb. - 126 Seiten - ISBN 3-540-54436-4
- 41 Schmidt, M.: Konzeption und Einsatzplanung flexibel automatisierter Montagesysteme
1992 - 108 Abb. - 168 Seiten - ISBN 3-540-55025-9
- 42 Burger, C.: Produktionsregelung mit entscheidungsunterstützenden Informationssystemen
1992 - 94 Abb. - 186 Seiten - ISBN 3-540-55187-5
- 43 Hößmann, J.: Methodik zur Planung der automatischen Montage von nicht formstabilen Bauteilen
1992 - 73 Abb. - 168 Seiten - ISBN 3-540-5520-0
- 44 Petry, M.: Systematik zur Entwicklung eines modularen Programmabkastens für robotergeführte Klebeprozesse
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.: Prozeßuntersuchungen zur automatisierten Montage von optischen Linsen
1992 - 84 Abb. - 150 Seiten - ISBN 3-540-55378-9
- 48 Schriener, N.: Erstellung eines 3D-Simulationsystems zur Reduzierung von Rüstzeiten bei der NC-Bearbeitung
1992 - 103 Abb. - 161 Seiten - ISBN 3-540-55431-9
- 49 Wisbacher, J.: Methoden zur rationellen Automatisierung der Montage von Schnellbefestigungselementen
1992 - 77 Abb. - 176 Seiten - ISBN 3-540-55512-9
- 50 Garnich, F.: Laserbearbeitung mit Robotern
1992 - 110 Abb. - 184 Seiten - ISBN 3-540-55513-7
- 51 Eubert, P.: Digitale Zustandesregelung elektrischer Vorschubantriebe
1992 - 89 Abb. - 159 Seiten - ISBN 3-540-44441-2
- 52 Glasas, W.: Rechnerintegrierte Kabelsatzfertigung
1992 - 67 Abb. - 140 Seiten - ISBN 3-540-55749-0
- 53 Helm, H.J.: Ein Verfahren zur On-Line Fehlererkennung und Diagnose
1992 - 60 Abb. - 153 Seiten - ISBN 3-540-55750-4
- 54 Lang, Ch.: Wissensbasierte Unterstützung der Fügbarkeitsplanung
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 Geräuschrückbildung
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 Strohmayer, R.: Rechnergestützte Auswahl und Konfiguration von Zubringereinrichtungen
1993 - 80 Abb. - 152 Seiten - ISBN 3-540-56652-X
- 61 Glas, J.: Standardisierte Aufbau anwendungsspezifischer Zellenrechnersoftware
1993 - 80 Abb. - 145 Seiten - ISBN 3-540-56890-5
- 62 Stetter, R.: Rechnergestützte Simulationswerkzeuge zur Effizienzsteigerung des Industrieroboter Einsatzes
1994 - 91 Abb. - 146 Seiten - ISBN 3-540-56889-1
- 63 Dürndorfer, 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 integriertes 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 3-540-57757-4
- 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 3-540-57786-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 Koordinationsystem für das Fertigungsvorfeld
1997 - 63 Abb. - 130 Seiten - ISBN 3-540-58052-2
- 73 Welling, A.: Effizienter Einsatz bildgebender Sensoren zur Flexibilisierung automatisierter Handhabungsvorgänge
1994 - 66 Abb. - 139 Seiten - ISBN 3-540-580-0
- 74 Zettlmayer, H.: Verfahren zur simulationsgestützten Produktionsregelung in der Einzel- und Kleinserienproduktion
1994 - 62 Abb. - 143 Seiten - ISBN 3-540-58134-0

- 75 Lindl, M.: Auftragsleittechnik für Konstruktion und Arbeitsplanung
1994 - 66 Abb. - 147 Seiten - ISBN 3-540-58221-5
- 76 Zipper, B.: Das integrierte Betriebsmittelwesen - Baustein einer flexiblen Fertigung
1994 - 64 Abb. - 147 Seiten - ISBN 3-540-58223-3
- 77 Raith, P.: Programmierung und Simulation von Zellenabläufen in der Arbeitsvorbereitung
1995 - 51 Abb. - 130 Seiten - ISBN 3-540-58223-1
- 78 Engel, A.: Strömungstechnische Optimierung von Produktionsystemen durch Simulation
1994 - 69 Abb. - 160 Seiten - ISBN 3-540-58258-4
- 79 Zah, M. F.: Dynamisches Prozeßmodell Kreisrägen
1995 - 95 Abb. - 186 Seiten - ISBN 3-540-58624-5
- 80 Zwanzner, 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 Hartbearbeitung
1995 - 87 Abb. - 152 Seiten - ISBN 3-540-58773-X
- 84 Birkel, G.: Aufwandsminimierter Wissenserwerb für die Diagnose in flexiblen Produktionszellen
1995 - 64 Abb. - 137 Seiten - ISBN 3-540-58869-8
- 85 Simon, D.: Fertigungsregelung durch zielgrößenorientierte Planung und logistisches Störungsmanagement
1995 - 77 Abb. - 132 Seiten - ISBN 3-540-58942-2
- 86 Nedeljkovic-Groha, V.: Systematische Planung anwendungsspezifischer Materialflußsteuerungen
1995 - 94 Abb. - 188 Seiten - ISBN 3-540-58953-8
- 87 Rockland, M.: Flexibilisierung der automatischen Teilebereitstellung in Montageanlagen
1995 - 83 Abb. - 168 Seiten - ISBN 3-540-58999-6
- 88 Linner, St.: Konzept einer integrierten Produktentwicklung
1995 - 67 Abb. - 168 Seiten - ISBN 3-540-59016-1
- 89 Eder, Th.: Integrierte Planung von Informationssystemen für rechnergestützte Produktionsysteme
1995 - 62 Abb. - 150 Seiten - ISBN 3-540-59084-6
- 90 Deutsche, U.: Prozeßorientierte Organisation der Auftragsentwicklung in mittelständischen Unternehmen
1995 - 80 Abb. - 188 Seiten - ISBN 3-540-59337-3
- 91 Dieterle, A.: Recyclingintegrierte Produktentwicklung
1995 - 68 Abb. - 146 Seiten - ISBN 3-540-60120-1
- 92 Hechl, Chr.: Personalorientierte Montageplanung für komplexe und varianteureiche 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 Mocetsuma de la Barrera, J. L.: Ein durchgängiges System zur Computer- und rechnergestützten Chirurgie
1996 - 99 Abb. - 175 Seiten - ISBN 3-540-61145-2
- 100 Geuer, A.: Einsatzpotential des Rapid Prototyping in der Produktentwicklung
1996 - 84 Abb. - 154 Seiten - ISBN 3-540-61495-8
- 101 Ebner, C.: Ganzheitliches Verfügbarkeits- und Qualitätsmanagement unter Verwendung von Felddaten
1996 - 67 Abb. - 132 Seiten - ISBN 3-540-61678-0
- 102 Pischetsrieder, K.: Steuerung autonomer mobiler Roboter in der Produktion
1996 - 74 Abb. - 171 Seiten - ISBN 3-540-61714-0
- 103 Köhler, R.: Disposition und Materialbereitstellung bei komplexen varianteureichen Kleinprodukten
1997 - 62 Abb. - 177 Seiten - ISBN 3-540-62024-9
- 104 Feldmann, Ch.: Eine Methode für die integrierte rechnergestützte Montageplanung
1997 - 71 Abb. - 163 Seiten - ISBN 3-540-62059-1
- 105 Lehmann, H.: Integrierte Materialfluß- und Layoutplanung durch Kopplung von CAD- und Ablaufsimulationssystem
1997 - 96 Abb. - 191 Seiten - ISBN 3-540-62202-0
- 106 Wagner, M.: Steuerungsintegrierte Fehlerbehandlung für 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 Kröner, 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 automatisierter Fügeprozesse
1998 - 85 Abb. - 136 Seiten - ISBN 3-540-64511-X
- 115 Lindnermaier, R.: Qualitätsorientierte Entwicklung von Montagesystemen
1998 - 84 Abb. - 164 Seiten - ISBN 3-540-64686-8
- 116 Koehler, J.: Prozeßorientierte Teamstrukturen in Betrieben mit Großserienfertigung
1998 - 75 Abb. - 185 Seiten - ISBN 3-540-65037-7
- 117 Schüller, R. W.: Leitfaden 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 **Spitzmagel, J.:** Erfahrungsgleitete Planung von Laseranlagen
1999 - 63 Abb. - 156 Seiten - ISBN 3-540-65896-3

Forschungsberichte IWB Band 122–341

herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart und Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh,

Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften der Technischen Universität München

Band 122–341 sind im Herbert Utz Verlag, München erschienen.

- 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. Möbner:** Methode zur simulationsbasierten Regelung zeitvariabler Produktionsysteme
164 Seiten - ISBN 978-3-89675-585-8
- 125 **Ralf-Günter Gräser:** Ein Verfahren zur Kompensation temperaturinduzierter Verformungen an Industrierobotern
167 Seiten - ISBN 978-3-89675-603-9
- 126 **Hans-Jürgen Trossin:** Nutzung der Ähnlichkeitstheorie zur Modellbildung in der Produktionstechnik
162 Seiten - ISBN 978-3-89675-614-5
- 127 **Doris Kugelmann:** Aufgabenorientierte Offline-Programmierung von Industrierobotern
168 Seiten - ISBN 978-3-89675-615-2
- 128 **Rolf Diesch:** Steigerung der organisatorischen Verfügbarkeit von Fertigungszellen
160 Seiten - ISBN 978-3-89675-618-3
- 129 **Werner E. Lüty:** 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 Partnerverbünden
152 Seiten - ISBN 978-3-89675-645-9
- 133 **Knut Heitmann:** Sichere Prognosen für die Produktionsoptimierung mittels stochastischer Modelle
146 Seiten - ISBN 978-3-89675-675-6
- 134 **Stefan Blessing:** Gestaltung der Materialflussteuerung 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 Brandler:** Integrierte Produktdaten- und Prozeßmanagement in virtuellen Fabriken
172 Seiten - ISBN 978-3-89675-715-9
- 137 **Arnd G. Hirschberg:** Verbindung der Produkt- und Funktionsorientierung in der Fertigung
165 Seiten - ISBN 978-3-89675-729-6
- 138 **Alexandra Reek:** Strategien zur Fokuspositionierung beim Laserstrahlschweißen
193 Seiten - ISBN 978-3-89675-730-2
- 139 **Khalid-Alexander Sabbah:** Methodische Entwicklung störungstoleranter Steuerungen
148 Seiten - ISBN 978-3-89675-739-5
- 140 **Klaus U. Schilfenbacher:** Konfiguration virtueller Wertschöpfungsketten in dynamischen, heterarchischen Kompetenznetzwerken
187 Seiten - ISBN 978-3-89675-754-8
- 141 **Andreas Sprengel:** Integrierte Kostenkalkulationsverfahren für die Werkzeugmaschinenentwicklung
144 Seiten - ISBN 978-3-89675-757-9
- 142 **Andreas Gallasch:** Informationstechnische Architektur zur Unterstützung des Wandels in der Produktion
150 Seiten - ISBN 978-3-89675-781-4
- 143 **Ralf Lüper:** 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 Willmecker:** Gestaltung und Planung leistungsorientierter manueller Fließmontagen
194 Seiten - ISBN 978-3-89675-891-0
- 147 **Christof Lehner:** Beschreibung des Nd:YAG-Laserstrahlschweißprozesses von Magnesiumdruckguss
205 Seiten - ISBN 978-3-8316-0004-5
- 148 **Frank Rick:** Simulationsgestützte Gestaltung von Produkt und Prozess am Beispiel Laserstrahlschweißen
145 Seiten - ISBN 978-3-8316-0008-3
- 149 **Michael Höhn:** Sensorgeführte Montage hybrider Mikrosysteme
185 Seiten - ISBN 978-3-8316-0012-0
- 150 **Jörn Böhl:** Wissensmanagement im Klein- und mittelständischen Unternehmen der Einzel- und Kleinserienfertigung
190 Seiten - ISBN 978-3-8316-0020-5
- 151 **Robert Bürgel:** Prozessanalyse an spanenden Werkzeugmaschinen mit digital geregelten Antrieben
185 Seiten - ISBN 978-3-8316-0021-2

- 152 *Stephan Dürrschmidt*: Planung und Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme in der variantenreichen Serienproduktion
194 Seiten · ISBN 978-3-8316-0023-6
- 153 *Bernhard Eich*: Methode zur prozesskettenorientierten Planung der Teilebereitstellung
136 Seiten · ISBN 978-3-8316-0028-1
- 154 *Wolfgang Ruderer*: Eine Methode zur Qualifizierung von produzierenden Unternehmen für Kompetenznetzwerke
207 Seiten · ISBN 978-3-8316-0037-3
- 155 *Hans Meier*: Verteilte kooperative Steuerung maschinennaher Abläufe
166 Seiten · ISBN 978-3-8316-0044-1
- 156 *Gerhard Nowak*: Informationstechnische Integration des industriellen Service in das Unternehmen
208 Seiten · ISBN 978-3-8316-0055-7
- 157 *Martin Werner*: Simulationsgestützte Reorganisation von Produktions- und Logistikprozessen
191 Seiten · ISBN 978-3-8316-0058-8
- 158 *Bernhard Lenz*: Finite Elemente-Modellierung des Laserstrahlenschweißens für den Einsatz in der Fertigungsplanung
162 Seiten · ISBN 978-3-8316-0094-6
- 159 *Stefan Grunwald*: Methode zur Anwendung der flexiblen integrierten Produktentwicklung und Montageplanung
216 Seiten · ISBN 978-3-8316-0095-3
- 160 *Josef Gartner*: Qualitäts sicherung bei der automatisierten Applikation hochviskoser Dichtungen
165 Seiten · ISBN 978-3-8316-0096-0
- 161 *Wolfgang Zeller*: Gesamtheitliches Sicherheitskonzept für die Antriebs- und Steuerungstechnik bei Werkzeugmaschinen
192 Seiten · ISBN 978-3-8316-0100-4
- 162 *Michael Loferer*: Rechnergestützte Gestaltung von Montagesystemen
178 Seiten · ISBN 978-3-8316-0118-9
- 163 *Jörg Fährer*: Ganzheitliche Optimierung des indirekten Metall-Lasersinterprozesses
176 Seiten · ISBN 978-3-8316-0124-0
- 164 *Jürgen Höppner*: Verfahren zur berührungslosen Handhabung mittels 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 Weißberger*: 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 Roßgodeyer*: System zur effizienten Layout- und Prozessplanung von hybriden Montagelanlagen
175 Seiten · ISBN 978-3-8316-0154-7
- 169 *Robert Klingel*: Anziehverfahren für hochfeste Schraubenverbindungen auf Basis akustischer Emissionen
164 Seiten · ISBN 978-3-8316-0174-5
- 170 *Paul Jens Peter Ross*: Bestimmung des wirtschaftlichen Automatisierungsgrades von Montageprozessen in der frühen Phase der Montageplanung
144 Seiten · ISBN 978-3-8316-0191-2
- 171 *Stefan von Praun*: Toleranzanalyse nachgiebiger Baugruppen im Produktentstehungsprozess
252 Seiten · ISBN 978-3-8316-0202-5
- 172 *Florian von der Hagen*: Gestaltung kurzfristiger und unternehmensübergreifender Engineering-Kooperationen
220 Seiten · ISBN 978-3-8316-0208-7
- 173 *Oliver Kramer*: Methode zur Optimierung der Wertschöpfungskette mittelständischer Betriebe
212 Seiten · ISBN 978-3-8316-0211-7
- 174 *Winfried Dohmen*: Interdisziplinäre Methoden für die integrierte Entwicklung komplexer mechatronischer Systeme
200 Seiten · ISBN 978-3-8316-0214-8
- 175 *Oliver Anton*: Ein Beitrag zur Entwicklung telepräzenter Montagesysteme
158 Seiten · ISBN 978-3-8316-0215-5
- 176 *Wolfgang Broser*: Methode zur Definition und Bewertung von Anwendungsfeldern für Kompetenznetzwerke
224 Seiten · ISBN 978-3-8316-0217-9
- 177 *Frank Breitinger*: Ein ganzheitliches Konzept zum Einsatz des indirekten Metall-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 *Joachim Berlak*: Methodik zur strukturierten Auswahl von Auftragsabwicklungssystemen
244 Seiten · ISBN 978-3-8316-0258-2
- 182 *Christian Meierlohr*: 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 kompetenzorientierten 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*: Qualitätsteigerung bei automatisiertem Klebstoffaufftrag durch den Einsatz optischer Konturfolgesysteme
182 Seiten · ISBN 978-3-8316-0471-5
- 190 *Christian Patron*: Konzept für den Einsatz von Augmented Reality in der Montageplanung
150 Seiten · ISBN 978-3-8316-0474-6
- 191 *Robert Cisek*: Planung und Bewertung von Rekonfigurationsprozessen in Produktionsystemen
200 Seiten · ISBN 978-3-8316-0475-3
- 192 *Florian Auer*: Methode zur Simulation des Laserstrahlenschweißens unter Berücksichtigung der Ergebnisse vorangegangener Umformsimulationen
160 Seiten · ISBN 978-3-8316-0485-2
- 193 *Carsten Selke*: Entwicklung von Methoden zur automatischen Simulationsmodellgenerierung
137 Seiten · ISBN 978-3-8316-0495-1

- 194 *Markus Seefried*: Simulation des Prozessschrittes der Wärmebehandlung beim Indirekten-Metall-Lasersintern
216 Seiten · ISBN 978-3-8316-0503-3
- 195 *Wolfgang Wagner*: Fabrikplanung für die standortübergreifende 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 Schild*: 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*: Tellautomatische 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 bauteilbezogenen Struktursimulation thermischer Fertigungsprozesse
224 Seiten · ISBN 978-3-8316-0680-1
- 204 *Henning Rudolf*: Wissensbasierte Montageplanung in der Digitalen Fabrik am Beispiel der Automobilindustrie
200 Seiten · ISBN 978-3-8316-0697-9
- 205 *Stella Clarke-Griebisch*: Overcoming the Network Problem in Telepresence Systems with Prediction and Inertia
150 Seiten · ISBN 978-3-8316-0701-3
- 206 *Michael Ehrensträßer*: 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 Schlickerrieder*: Methodik zur Prozessoptimierung beim automatisierten elastischen Kleben großflächiger Bauteile
204 Seiten · ISBN 978-3-8316-0776-1
- 212 *Niklas Möller*: Bestimmung der Wirtschaftlichkeit wandlungsfähiger Produktionsysteme
260 Seiten · ISBN 978-3-8316-0778-5
- 213 *Daniel Siedl*: Simulation des dynamischen Verhaltens von Werkzeugmaschinen während Verfahrerbewegungen
226 Seiten · ISBN 978-3-8316-0779-2
- 214 *Dirk Ansgere*: 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 Oertl*: Strukturmechanische Berechnung und Regelungssimulation von Werkzeugmaschinen mit elektromechanischen Vorschubantrieben
194 Seiten · ISBN 978-3-8316-0798-3
- 217 *Bernd Petzold*: Entwicklung eines Operatorarbeitsplatzes für die telepräsente Mikromontage
234 Seiten · ISBN 978-3-8316-0805-8
- 218 *Lucas Papadakis*: Simulation of the Structural Effects of Welded Frame Assemblies 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 *Mathäus Sigl*: Ein Beitrag zur Entwicklung des Elektronenstrahlsinterns
200 Seiten · ISBN 978-3-8316-0841-6
- 224 *Mark Hartensteller*: Eine Methodik zur Entwicklung und Herstellung von Radiumtargets
198 Seiten · ISBN 978-3-8316-0849-2
- 225 *Jochen Werner*: Methode zur roboterbasierten förderbandsynchronen Fließmontage am Beispiel der Automobilindustrie
210 Seiten · ISBN 978-3-8316-0857-7
- 226 *Florian Hagemann*: Ein formflexibles Werkzeug für das Rapid Tooling beim Spritzgießen
244 Seiten · ISBN 978-3-8316-0861-4
- 227 *Haitham Rashdy*: Knowledge-based quality control in manufacturing processes with application to the automotive industry
226 Seiten · ISBN 978-3-8316-0862-1
- 228 *Wolfgang Vogl*: Eine interaktive räumliche Benutzerschnittstelle für die Programmierung von Industrierobotern
248 Seiten · ISBN 978-3-8316-0869-0
- 229 *Sonja Schedl*: Integration von Anforderungsmanagement in den mechatronischen Entwicklungsprozess
176 Seiten · ISBN 978-3-8316-0874-4
- 230 *Andreas Trautmann*: Bifocal Hybrid Laser Welding - A Technology for Welding of Aluminium and Zinc-Coated Steels
314 Seiten · ISBN 978-3-8316-0876-8
- 231 *Patrick Neise*: Managing Quality and Delivery Reliability of Suppliers by Using Incentives and Simulation Models
226 Seiten · ISBN 978-3-8316-0878-2
- 232 *Christian Habicht*: Einsatz und Auslegung zeitfensterbasierter Planungssysteme in überbetrieblichen Wertschöpfungsketten
204 Seiten · ISBN 978-3-8316-0891-1
- 233 *Michael Spitzweg*: 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*: Bahnanplanungsalgorithmen für das robotergestützte Remote-Laserstrahlschweißen
176 Seiten · ISBN 978-3-8316-0948-2
- 235 *Georg Völlner*: Röhrengeschweißen 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
194 Seiten · ISBN 978-3-8316-0996-3
- 238 *Christian Lau*: Methodik für eine selbstoptimierende Produktionssteuerung
204 Seiten · ISBN 978-3-8316-4012-6
- 239 *Christoph Rimpau*: Wissensbasierte Risikobewertung in der Angebotskalkulation für hochgradig individualisierte Produkte
268 Seiten · ISBN 978-3-8316-4015-7
- 240 *Michael Loy*: Modularer Vibrationswendeförderer zur 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 Schilp*: Adaptive Montagesysteme für hybride Mikrosysteme unter Einsatz von Telepräsenz
192 Seiten · ISBN 978-3-8316-4063-8
- 245 *Stefan Lutzmann*: Beitrag zur Prozessbeherrschung des Elektronenstrahl schmelzens
242 Seiten · ISBN 978-3-8316-4070-6
- 246 *Gregor Branner*: Modellierung transienter Effekte in der Struktursimulation von Schichtbauverfahren
230 Seiten · ISBN 978-3-8316-4071-3
- 247 *Josef Ludwig Zimmermann*: Eine Methodik zur Gestaltung 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 Steuertest
294 Seiten · ISBN 978-3-8316-4125-3
- 250 *Michael Mauderer*: Ein Beitrag zur Planung und Entwicklung von rekonfigurierbaren mechatronischen Systemen – am Beispiel von starren Fertigungssystemen
148 Seiten · ISBN 978-3-8316-4126-0
- 251 *Roland Mork*: Qualitätsbewertung und -regelung für die Fertigung von Karosserieteilen in Presswerken auf Basis Neuronaler Netze
228 Seiten · ISBN 978-3-8316-4127-7
- 252 *Florian Reichl*: Methode zum Management der Kooperation von Fabrik- und Technologieplanung
224 Seiten · ISBN 978-3-8316-4128-4
- 253 *Paul Gebhard*: Dynamisches Verhalten von Werkzeugmaschinen bei Anwendung für das Röhrengeschweißen
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*: Modellbasiertes Entwicklungsprozess für Automatisierungslösungen
184 Seiten · ISBN 978-3-8316-4167-3
- 259 *Sherif Zaidan*: A Work-Piece Based Approach for Programming Cooperating Industrial Robots
212 Seiten · ISBN 978-3-8316-4175-8
- 260 *Hendrik Schellmann*: Bewertung kundenspezifischer Mengenflexibilität im Wertschöpfungsnetz
224 Seiten · ISBN 978-3-8316-4189-5
- 261 *Marwan Radj*: Workspace scaling and haptic feedback for industrial telepresence and teleaction systems with heavy-duty teleoperators
172 Seiten · ISBN 978-3-8316-4195-6
- 262 *Markus Ruhstorfer*: Röhrengeschweißen von Rohren
206 Seiten · ISBN 978-3-8316-4197-0
- 263 *Rüdiger Daub*: Erhöhung der Nahttiefe beim Laserstrahl-Wärmeleitungsschweißen von Stählen
182 Seiten · ISBN 978-3-8316-4199-4
- 264 *Michael Ott*: Multimaterialverarbeitung bei der additiven strahl- und pulverbettbasierte Fertigung
220 Seiten · ISBN 978-3-8316-4201-4
- 265 *Martin Ostgathe*: System zur produktbasierten Steuerung von Abläufen in der auftagsbezogenen Fertigung und Montage
278 Seiten · ISBN 978-3-8316-4206-9
- 266 *Imke Nora Kerner*: Materialsysteme für das pulverbettbasierte 3D-Drucken
208 Seiten · ISBN 978-3-8316-4223-6
- 267 *Florian Oefele*: Remote-Laserstrahl schweißen 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 Zellinger*: 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 Schweißgrad-Reibschiß durch modellbasierte Regelungverfahren
220 Seiten · ISBN 978-3-8316-4245-8
- 272 *William Bruce Tekkou Moutchivo*: A New Programming Approach for Robot-based Flexible Inspection systems
226 Seiten · ISBN 978-3-8316-4247-2
- 273 *Matthias Waibel*: Aktive Zusatzzsysteme zur Schwingungsreduktion an Werkzeugmaschinen
158 Seiten · ISBN 978-3-8316-4250-2
- 274 *Christian Eschey*: Maschinenspezifische Erhöhung der Prozessfähigkeit in der additiven Fertigung
216 Seiten · ISBN 978-3-8316-4270-0
- 275 *Florian Aull*: Modell zur Ableitung effizienter Implementierungsstrategien für Lean-Production-Methoden
270 Seiten · ISBN 978-3-8316-4283-0
- 276 *Marcus Henauer*: Entwicklungsbegleitende Prognose der mechatronischen Eigenschaften von Werkzeugmaschinen
214 Seiten · ISBN 978-3-8316-4306-6
- 277 *Alexander Götzfried*: Analyse und Vergleich fertigungstechnischer Prozessketten für Flugzeugtriebwerks-Rotoren
220 Seiten · ISBN 978-3-8316-4310-3
- 278 *Saskia Reinhardt*: Bewertung der Ressourceneffizienz in der Fertigung
232 Seiten · ISBN 978-3-8316-4317-2

- 279 *Fabian J. Meling*: Methodik für die Rekombination von Anlagentechnik
192 Seiten · ISBN 978-3-8316-4319-6
- 280 *Jörg Egbers*: Identifikation und Adaption von Arbeitsplätzen für leistungsgewandte Mitarbeiter entlang des Montageplanungsprozesses
192 Seiten · ISBN 978-3-8316-4328-8
- 281 *Max von Bredow*: Methode zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit und des Risikos unternehmensübergreifender Wertschöpfungskonfigurationen in der Automobilindustrie
204 Seiten · ISBN 978-3-8316-4337-0
- 282 *Tobias Philipp*: RFID-gestützte Produktionssteuerungsverfahren für die Herstellung von Bauteilen aus Faserverbundkunststoffen
142 Seiten · ISBN 978-3-8316-4346-2
- 283 *Stefan Rainer Johann Brauneuther*: Untersuchungen zur Lasersicherheit für Materialbearbeitungsanwendungen mit brillanten Laserstrahlquellen
232 Seiten · ISBN 978-3-8316-4348-6
- 284 *Johannes Pohl*: Adaption von Produktionsstrukturen unter Berücksichtigung von Lebenszyklen
202 Seiten · ISBN 978-3-8316-4358-5
- 285 *Matthey Wiesbeck*: Struktur zur Repräsentation von Montagesequenzen für die situationsorientierte Werkerfahrung
194 Seiten · ISBN 978-3-8316-4369-1
- 286 *Sonja Huber*: In-situ-Legierungsbestimmung beim Laserstrahl schweißen
206 Seiten · ISBN 978-3-8316-4370-7
- 287 *Robert Wiedemann*: Prozessmodell und Systemtechnik für das laserunterstützte Fräsen
220 Seiten · ISBN 978-3-8316-4384-4
- 288 *Thomas Irenehäuser*: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz
242 Seiten · ISBN 978-3-8316-4404-9
- 289 *Jens Hatwig*: Automatisierte Bahnplanung für Industrieroboter und Scanneroptiken bei der Remote-Laserstrahlbearbeitung
196 Seiten · ISBN 978-3-8316-4405-6
- 290 *Matthias Baur*: Aktives Dämpfungssystem zur Ratterunterdrückung an spanenden Werkzeugmaschinen
210 Seiten · ISBN 978-3-8316-4408-7
- 291 *Alexander Schober*: Eine Methode zur Wärmequellenkalibrierung in der Schweißstruktur simulation
198 Seiten · ISBN 978-3-8316-4415-5
- 292 *Matthias Glössger*: Berücksichtigung menschlicher Leistungsschwankungen bei der Planung von Variantenfließmontagesystemen
214 Seiten · ISBN 978-3-8316-4419-3
- 293 *Markus Kahlert*: Scanstrategien zur verbesserten Prozessführung beim Elektronenstrahl schmelzen (EBM)
228 Seiten · ISBN 978-3-8316-4416-2
- 294 *Sebastian Schindler*: Strategisch Planung von Technologienketten für die Produktion
220 Seiten · ISBN 978-3-8316-4434-6
- 295 *Tobias Föcker*: Methode zur rechnergestützten Prozessgestaltung des Schleifhärtings
128 Seiten · ISBN 978-3-8316-4448-3
- 296 *Rüdiger Spillner*: Einsatz und Planung von Roboterassistenz zur Berücksichtigung von Leistungswandlungen in der Produktion
286 Seiten · ISBN 978-3-8316-4450-6
- 297 *Daniel Schmid*: Röhrebschweißen von Aluminiumlegierungen mit Stählen für die Automobilindustrie
300 Seiten · ISBN 978-3-8316-4452-0
- 298 *Florian Karl*: Bedarfsermittlung und Planung von Rekonfigurationen an Betriebsmitteln
222 Seiten · ISBN 978-3-8316-4458-2
- 299 *Philipp Ronald Engelhardt*: System für die RFID-gestützte situationsbasierte Produktionssteuerung in der auftragsbezogenen Fertigung und Montage
246 Seiten · ISBN 978-3-8316-4472-8
- 300 *Markus Groß*: Bewertung der Energieflexibilität in der Produktion
202 Seiten · ISBN 978-3-8316-4476-6
- 301 *Thomas Kirchmeier*: Methoden zur Anwendung der berührungslosen Handhabung mittels Ultraschall im automatisierten Montageprozess
196 Seiten · ISBN 978-3-8316-4478-0
- 302 *Oliver Rösch*: Steigerung der Arbeitsgenauigkeit bei der Fräsbearbeitung metallischer Werkstoffe mit Industrierobotern
214 Seiten · ISBN 978-3-8316-4486-5
- 303 *Christoph Sieben*: Entwicklung eines Prognosemodells zur prozessbegleitenden Beurteilung der Montagequalität von Kolbendichtungen
194 Seiten · ISBN 978-3-8316-4510-7
- 304 *Philip Alexander Schmidt*: Laserstrahl schweißen elektrischer Kontakte von Lithium-Ionen-Batterien in Elektro- und Hybridfahrzeugen
190 Seiten · ISBN 978-3-8316-4519-0
- 305 *Yi Shen*: System für die Mensch-Roboter-Koexistenz in der Fließmontage
230 Seiten · ISBN 978-3-8316-4520-6
- 306 *Thomas Bonin*: Moderne Ordnungsreduktionsverfahren für die Simulation des dynamischen Verhaltens von Werkzeugmaschinen
274 Seiten · ISBN 978-3-8316-4522-0
- 307 *Jan Daniel Misail*: Remote-Laserstrahl-Abtrags schneiden
168 Seiten · ISBN 978-3-8316-4523-7
- 308 *Ermin Genc*: Frühwarnsystem für ein adaptives Störungsmanagement
234 Seiten · ISBN 978-3-8316-4525-1
- 309 *Mirko Langhorst*: Beherrschung von Schweißverzug und Schweiß eige spannungen
252 Seiten · ISBN 978-3-8316-4524-2
- 310 *Markus Schwei*: Simulative und experimentelle Untersuchungen zum Laserschweißen mit Strahl o zillation
284 Seiten · ISBN 978-3-8316-4536-7
- 311 *Florian Geiger*: System zur wissensbasierten Maschinenbelegungsplanung auf Basis produkt spezifischer Auftragsdaten
224 Seiten · ISBN 978-3-8316-4537-4
- 312 *Peter Schnellbach*: Methodik zur Reduzierung von Energieverschwendungen unter Berücksichtigung von Zielgrößen
Ganzheitlicher Produktionsysteme
236 Seiten · ISBN 978-3-8316-4540-4
- 313 *Stefan Schwarz*: Prognosefähigkeit dynamischer Simulationen von Werkzeugmaschinenstrukturen
244 Seiten · ISBN 978-3-8316-4542-8
- 314 *Markus Pröpster*: Methodik zur kurzfristigen Austaktung variante reicher Montagelinien am Beispiel des Nutzfahrzeugbaus
238 Seiten · ISBN 978-3-8316-4547-3
- 315 *Dominik David Simon*: Automatisierte flexible Werkzeugsysteme zum Umformen und Spannen von Kunststoff scheiben und - schalen
234 Seiten · ISBN 978-3-8316-4548-0
- 316 *Stefan Maurer*: Früh aufklärung kritischer Situationen in Versorgungsprozessen
242 Seiten · ISBN 978-3-8316-4554-1
- 317 *Tobias Maier*: Modellierungssystematik zur aufgabenbasierten Beschreibung des thermoelastischen Verhaltens von Werkzeugmaschinen
274 Seiten · ISBN 978-3-8316-4561-9
- 318 *Klemens Konrad Niehus*: Identifikation linearer Dämpfungsmodelle für Werkzeugmaschinenstrukturen
286 Seiten · ISBN 978-3-8316-4568-8

- 319 *Julian Christoph Sebastian Backhaus*: Adaptierbares aufgabenorientiertes Programmiersystem für Montagesysteme
264 Seiten · ISBN 978-3-8316-4570-1
- 320 *Sabine G. Zitzlsberger*: Flexibles Werkzeug zur Umformung von Polycarbonatplatten unter besonderer Beachtung der optischen Qualität
228 Seiten · ISBN 978-3-8316-4573-2
- 321 *Christian Thiemann*: Methode zur Konfiguration automatisierter thermografischer Prüfsysteme
244 Seiten · ISBN 978-3-8316-4574-9
- 322 *Markus Westermeier*: Qualitätsorientierte Analyse komplexer Prozessketten am Beispiel der Herstellung von Batteriezellen
208 Seiten · ISBN 978-3-8316-4586-2
- 323 *Thorsten Klein*: Agiles Engineering im Maschinen- und Anlagenbau
284 Seiten · ISBN 978-3-8316-4598-5
- 324 *Markus Wiedemann*: Methodik zur auslastungsorientierten Angebotsterminierung für hochvariante Produkte mit kundenindividuellen Leistungsanteiln
216 Seiten · ISBN 978-3-8316-4599-2
- 325 *Harald Krauss*: Qualitätssicherung beim Laserstrahlschmelzen durch schichtweise thermografische In-Process-Überwachung
304 Seiten · ISBN 978-3-8316-4628-9
- 326 *Stefan Krotil*: Online-Simulation von fluidischen Prozessen in der frühen Phase der Maschinen- und Anlagenentwicklung
208 Seiten · ISBN 978-3-8316-4636-4
- 327 *Andreas Roth*: Modellierung des Röhrengussweibens unter besonderer Berücksichtigung der Spalttoleranz
232 Seiten · ISBN 978-3-8316-4639-5
- 328 *Philipp Benjamin Michaeli*: Methodik zur Entwicklung von Produktionsstrategien am Beispiel der Triebwerksindustrie
288 Seiten · ISBN 978-3-8316-4642-5
- 329 *Michael Richard Niehues*: Adaptive Produktionssteuerung für Werkstattfertigungssysteme durch fertigungsbegleitende Reihenfolgebildung
314 Seiten · ISBN 978-3-8316-4650-0
- 330 *Johannes Stock*: Remote-Laserstrahl trennen von kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff
232 Seiten · ISBN 978-3-8316-4662-3
- 331 *Andreas Fabian Hees*: System zur Produktionsplanung für rekonfigurierbare Produktionsysteme
218 Seiten · ISBN 978-3-8316-4676-0
- 332 *Fabian Michael Distel*: Methodische Auslegung ultraschallbasierter berührungsloser Handhabungssysteme
292 Seiten · ISBN 978-3-8316-4679-1
- 333 *Christian Plehn*: A Method for Analyzing the Impact of Changes and their Propagation in Manufacturing Systems
276 Seiten · ISBN 978-3-8316-4695-1
- 334 *Josef Huber*: Verfahren zur Klassifikation von Ungänzen bei der optischen Prüfung von Batterieseparatoren
226 Seiten · ISBN 978-3-8316-4593-0
- 335 *Martin Schmid*: Kognitive Prozesssteuerung zur Steigerung der Ressourceneffizienz in der Druckindustrie
210 Seiten · ISBN 978-3-8316-4139-0
- 336 *Alexander Beltački*: Rechnergestützte Minimierung des Verzugs laserstrahlgeschweißter Bauteile
234 Seiten · ISBN 978-3-8316-4254-0
- 337 *Georg Albin Josef Gitz*: Methode zur Steigerung der Formatflexibilität von Verpackungsmaschinen
232 Seiten · ISBN 978-3-8316-4332-5
- 338 *Thomas Knoche*: Elektrolytbefüllung prismatischer Lithium-Ionen-Zellen
244 Seiten · ISBN 978-3-8316-4714-9
- 339 *Johannes Graf*: Ein Vorgehensmodell zur automatisierten und qualitätskonformen Handhabung textiler Halbzeuge
262 Seiten · ISBN 978-3-8316-4745-3
- 340 *Georgios Dimitrios Theodossiadis*: Thermal Joining based on Reactive Multilayered Nanofolios
110 Seiten · ISBN 978-3-8316-4747-7
- 341 *Fabian Karl Keller*: Methodik zur energiebezugsorientierten Auftragsplanung
218 Seiten · ISBN 978-3-8316-4761-3

Forschungsberichte IWB ab Band 342

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

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

- 342 *Johannes Karl Bernhard Schmalz*: Rechnergestützte Auslegung und Auswahl von Greifersystemen
240 Seiten · ISBN 978-3-8316-4768-2
- 343 *Christoph Richter*: Modellbasierte Entwicklung von Mensch-Maschine-Schnittstellen im Maschinen- und Anlagenbau
260 Seiten · ISBN 978-3-8316-4773-6
- 344 *Benedikt Sager*: Konfiguration globaler Produktionsnetzwerke
288 Seiten · ISBN 978-3-8316-4780-4
- 345 *Alexander Friedrich Schönmann*: Antizipative Identifikation produktionstechnologischer Substitutionsbedarfe durch Verwendung von Zyklusmodellen
242 Seiten · ISBN 978-3-8316-4787-3
- 346 *Christian Rebelein*: Prognosefähige Simulation von Dämpfungseffekten in mechatronischen Werkzeugmaschinenstrukturen
270 Seiten · ISBN 978-3-8316-4790-3
- 347 *Toni Adam Krol*: Beitrag zur simulationsgestützten Steigerung der Bauteilmaßhaltigkeit für laserbasierte Strahlschmelztechnologien
272 Seiten · ISBN 978-3-8316-4807-8
- 348 *Joachim Jan Michniewicz*: Automatische simulationsgestützte Arbeitsplanung in der Montage
250 Seiten · ISBN 978-3-8316-4814-6

- 349 *Thilo Martens*: Bedarfsgerechte Rohbiogasproduktion durch eine modellunterstützte Anpassung der Fütterungsstrategie
220 Seiten · ISBN 978-3-8316-4815-3
- 350 *Simone Dietrich*: Lichtbogenbasierte Pulverherstellung für die additive Fertigung
246 Seiten · ISBN 978-3-8316-4822-1
- 351 *Christian Markus Seidel*: Finite-Elemente-Simulation des Aufbauprozesses beim Laserstrahlschmelzen
238 Seiten · ISBN 978-3-8316-4833-7
- 352 *Manuel Johannes Kefler*: Fehlerdetection und -vermeidung beim Rotationsreibschweißen.
202 Seiten · ISBN 978-3-8316-4842-9
- 353 *Kai Philipp Bauer*: Standortwahl für die Distribution mittels Luftfracht
248 Seiten · ISBN 978-3-8316-4852-8
- 354 *Corinna Liebl*: Systematische Energiedatenerfassung in der Produktion
198 Seiten · ISBN 978-3-8316-4853-5
- 355 *Florian Roland Broß*: Dimensionierung indirekter Bereiche auf Basis unscharfer Daten
220 Seiten · ISBN 978-3-8316-4854-2
- 356 *Julia Nina Pielmeier*: System zur ereignisorientierten Produktionssteuerung.
230 Seiten · ISBN 978-3-8316-4856-6
- 357 *Sepp Sebastian Wimmer*: Prognose und Kompensation von Formabweichungen bei der Fräsbearbeitung dünnwandiger Strukturen
220 Seiten · ISBN 978-3-8316-4876-4
- 358 *Dominik Schmid*: Untersuchungen zum Laserstrahlschmelzen von Magnesiumlegierungen.
240 Seiten · ISBN 978-3-8316-4878-8
- 359 *Peter Simon*: Methodik zur risikoorientierten Bewertung von Energieflexibilität von Produktionsystemen.
236 Seiten · ISBN 978-3-8316-4879-5
- 360 *Peter Michael Seebach*: Topologienoptimierte, patientenindividuelle Osteosynthesplatten für die Rekonstruktion der Mandibula.
240 Seiten · ISBN 978-3-8316-4894-8
- 361 *Susanne Vermim*: Anforderungsermittlung für das Montagepersonal in der digitalen Transformation.
244 Seiten · ISBN 978-3-8316-4909-9
- 362 *Andreas Bachmann*: Regelung der Temperatur beim Röhrengeschweißen.
142 Seiten · ISBN 978-3-8316-4910-5
- 363 *Thomas Semm*: Position-flexible Modeling Approach for an Efficient Optimization of the Machine Tool Dynamics Considering Local Damping Effects.
134 Seiten · ISBN 978-3-8316-4911-2
- 364 *Eric Unterberger*: Methodik zur Gestaltung energieflexibler Produktionsysteme.
276 Seiten · ISBN 978-3-8316-4920-4
- 365 *Michael Klaus Gerhard Jelinek*: Wissensbasierte zerstörungsfreies Prüfen hybrider Faserverbundstrukturen durch optische Lock-in-Thermografie.
378 Seiten · ISBN 978-3-8316-4918-1
- 366 *Julia Berger*: System zur aufgabenorientierten Programmierung für die Mensch-Roboter-Kooperation.
224 Seiten · ISBN 978-3-8316-4919-8
- 367 *Jan Bernd Habedanck*: Laser Structuring of Graphite Anodes for Functionally Enhanced Lithium-Ion Batteries.
200 Seiten · ISBN 978-3-8316-4933-4
- 368 *Severin Teubner*: Dynamisches und individuelles erkerinformationssystem für die manuelle Serienmontage.
306 Seiten · ISBN 978-3-8316-4934-1
- 369 *Marc Matthias Schneck*: Technology Strategy for Metal-based Additive Manufacturing
228 Seiten · ISBN 978-3-8316-4943-3
- 370 *Richard Sung-Hyon Popp*: Energieflexible, spanende Werkzeugmaschinen. Analyse, Befähigung und Erfolgsaussichten
186 Seiten · ISBN 978-3-8316-4944-0
- 371 *Dino Nikolaus Gustaf Knoll*: Value Stream Mapping for Internal Logistics using Process Mining
254 Seiten · ISBN 978-3-8316-4946-4
- 372 *Roman Hartl*: Monitoring and Optimizing the Surface Quality of Friction Stir Welds Using Machine Learning
170 Seiten · ISBN 978-3-8316-4949-5
- 373 *Christoph Schmutzler*: Analyse des Verzugs infolge der Schwindung beim 3-D-Druck
246 Seiten · ISBN 978-3-8316-4963-1
- 374 *Sandra Grömmann*: Reaktive Partikel aus Nickel und Aluminium als innovative Wärmequelle für die Fügetechnik
312 Seiten · ISBN 978-3-8316-4961-7
- 375 *Robin Karl-Hermann Kleinwort*: Methodology for Enabling Active Vibration Control Systems of Machine Tools for Industrial Use
156 Seiten · ISBN 978-3-8316-4968-6
- 376 *Philip Maximilian Stefan Rinck*: Ultraschallunterstütztes Fräsen von Ti 6Al 4V
220 Seiten · ISBN 978-3-8316-4969-3
- 377 *Georg Höhlthaler*: Methodik zur Integration digitaler Technologien für Ganzheitliche Produktionssysteme
242 Seiten · ISBN 978-3-8316-4974-7
- 378 *Nicolas Billot*: Modeling of Adhesion Mechanisms of Graphite-based Anodes for Lithium-ion Batteries
248 Seiten · ISBN 978-3-8316-4976-1
- 379 *Martin Schreiber*: System zur integrierten Produktions- und Instandhaltungsplanung.
268 Seiten · ISBN 978-3-8316-4985-3
- 380 *Stefan P. Meyer*: A holistic, model-predictive process control for plastic-metal direct joining.
170 Seiten · ISBN 978-3-8316-4988-4
- 381 *Cosima Stocker*: Automatisierte Generierung von Ordnungsschikanen für Vibrationswendelförderer mithilfe von Reinforcement Learning.
250 Seiten · ISBN 978-3-8316-4991-4
- 382 *Ulrich Teschemacher*: Dynamische Routenzugoptimierung bei kurzfristigen Materialabrufen.
218 Seiten · ISBN 978-3-8316-4992-1
- 383 *Johannes Martin Löhe*: Methodik zur Identifikation des Wärmeauflösungskoeffizienten bei der Fräsbearbeitung dünnwandiger Werkstücke.
216 Seiten · ISBN 978-3-8316-4997-6
- 384 *Florian J. Günter*: Charakterisierung der Befüllung von Lithium-Ionen-Zellen mit Elektrolytfliessigkeit.
112 Seiten · ISBN 978-3-8316-5023-1
- 385 *Maximilian Johann Florian Benker*: Condition Monitoring of Machine Tool Feed Drives and Methods for the Estimation of Remaining Useful Life.
170 Seiten · ISBN 978-3-8316-5034-7
- 386 *David Schreiner*: Simulationsgestützte Auslegung des Kalandrierprozesses und experimentelle Charakterisierung der Elektroden von Lithium-Ionen-Batteriezellen.
130 Seiten · ISBN 978-3-8316-5035-4
- 387 *Alexander Zipfel*: Anreizbasiert Austausch steuerungsrelevanter Informationen in Wertschöpfungsnetzwerken.
266 Seiten · ISBN 978-3-8316-5038-5
- 388 *Philipp Alexander Friedrich Bauer*: Ein Beitrag zur Verbesserung von roboterbasierten optischen Messsystemen durch eine neuartige Verkettung von Punktwolken.
152 Seiten · ISBN 978-3-8316-5042-2
- 389 *Robin Dennis Sochor*: Verbesserung des Wissensmanagements in der manuellen Montage durch Einsatz eines Anreizsystems.
246 Seiten · ISBN 978-3-8316-5047-7

- 390 *Richard Döbler*: Frühaufklärung produktionstechnischer Defizite
224 Seiten · ISBN 978-3-8316-5053-8
- 391 *Daniel Bäuer*: Qualitätssicherung bei der Additiven Fertigung mit
Draht und Lichtbogen
134 Seiten · ISBN 978-3-8316-5063-7
- 392 *Patrick Voit*: Methodik zur Planung modularer, skalierbarer
Fertigungszellen im Kontext Cyber-physischer Produktionssysteme
244 Seiten · ISBN 978-3-8316-5066-8
- 393 *Stefan Roth*: Risikomanagementsystem für die energieorientierte
Produktionsplanung und -steuerung
180 Seiten · ISBN 978-3-8316-5069-9
- 394 *Lucas Christian Hille*: Investigations on the Industrial Applicability of
Laser Electrode Structuring in Lithium-ion Battery Production
136 Seiten · ISBN 978-3-8316-5073-6
- 395 *Christoph Berger*: Entwicklung eines Systems zur Produktionsregelung
von Cyber-physischen Produktionssystemen
244 Seiten · ISBN 978-3-8316-5074-3
- 396 *Andreas Hofer*: Potenzialbewertung und strategische Planung von
Technologieprojekten in der Produktion
232 Seiten · ISBN 978-3-8316-5075-0
- 397 *Alejandro Magaña*: Automating the Programming of Robot-Based
Optical 3D Measuring Systems
152 Seiten · ISBN 978-3-8316-5076-7
- 398 *Felix Frankenbach*: Adaption von Fabrikstrukturen unter
Berücksichtigung von Veränderungsfähigkeiten
240 Seiten · ISBN 978-3-8316-5077-4
- 399 *Albrecht Lottermoser*: Soziotechnische Systemgestaltung für die
robotergestützte Assistenz leistungsgewandelter Werkkräfte
244 Seiten · ISBN 978-3-8316-5084-2