

Maria Maier

**Managing Individualized Learning Processes
in Manual Assembly**



Forschungsberichte iwb

Band 400

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) 978-3-8316-5085-9
ISBN (E-Book) 978-3-8316-7827-3
Printed in Germany
utzverlag GmbH, München
089-277791-00 · www.utzverlag.de

Editors' Preface

In times of global challenges, such as climate change, the transformation of mobility, and an ongoing demographic change, production engineering is crucial for the sustainable advancement of our industrial society. The impact of manufacturing companies on the environment and society is highly dependent on the equipment and resources employed, the production processes applied, and the established manufacturing organization. The company's full potential for corporate success can only be taken advantage of by optimizing the interaction between humans, operational structures, and technologies. The greatest attention must be paid to becoming as resource-saving, efficient, and resilient as possible to operate flexibly in the volatile production environment.

Remaining competitive while balancing the varying and often conflicting priorities of sustainability, complexity, cost, time, and quality requires constant thought, adaptation, and the development of new manufacturing structures. Thus, there is an essential need to reduce the complexity of products, manufacturing processes, and systems. Yet, at the same time, it is also vital to gain a better understanding and command of these aspects.

The research activities at the Institute for Machine Tools and Industrial Management (*iwb*) aim to continuously improve product development and manufacturing planning systems, manufacturing processes, and production facilities. A company's organizational, manufacturing, and work structures, as well as the underlying systems for order processing, are developed under strict consideration of employee-related requirements and sustainability issues. However, the use of computer-aided and artificial intelligence-based methods and the necessary increasing degree of automation must not lead to inflexible and rigid work organization structures. Thus, questions concerning the optimal integration of ecological and social aspects in all planning and development processes are of utmost importance.

The volumes published in this book series reflect and report the results from the research conducted at the *iwb*. Research areas covered span from the design and development of manufacturing systems to the application of technologies in manufacturing and assembly. The management and operation of manufacturing systems, quality assurance, availability, and autonomy are overarching topics affecting all areas of our research. In this series, the latest results and insights from our application-oriented research are published, and it is intended to improve knowledge transfer between academia and a wide industrial sector.

Ruediger Daub

Gunther Reinhart

Michael Zaeh

Acknowledgments

This dissertation was completed with the support of numerous individuals, to whom I am deeply grateful.

First and foremost, I would like to express my sincere thanks to Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart for his invaluable guidance and trust throughout my research at the Institute for Machine Tools and Industrial Management (*iwb*) at the Technical University of Munich. His encouragement and constructive feedback were critical to the success of this project. I also extend my gratitude to Prof. Dr.-Ing. Michael Zaeh and Prof. Dr.-Ing. Ruediger Daub, whose leadership and support have significantly shaped the direction of this dissertation. I am also thankful to Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl and Prof. Dr.-Ing. Markus Lienkamp for being part of my examination committee.

Special thanks to my colleagues at the *iwb*, for their friendship, insightful discussions, and unwavering support. Working with such brilliant and motivated individuals made the challenges of this project both enjoyable and fulfilling. I would like to mention Markus, Daniel, Sarah, Anna, Barbara, Susanne and Svenja for their support throughout my research journey.

I am equally grateful to the many students I had the pleasure to supervise during this time, who contributed significantly to the progress of this research – special thanks to Kim and Camila for their hard work and dedication.

On a personal note, my heartfelt thanks go to my family, especially my parents and my sibling, Christina, for their unwavering love, support, and belief in me. Without their encouragement, none of this would have been possible.

Finally, I owe the deepest gratitude to my partner, Christoph. Your understanding, patience, motivation, and constant support have been my greatest source of strength throughout this journey. Your ability to motivate and encourage me while bringing joy into my life has been indispensable. I look forward to our shared future with excitement and gratitude.

Table of Contents

List of Abbreviations.....	III
1 Introduction	1
1.1 Current Situation	1
1.2 Problem Statement.....	3
1.3 Objective and Framework	5
1.4 Scientific Procedure and Structure of the Work	6
2 Fundamentals.....	9
2.1 Assembly and Manual Work	9
2.1.1 Assembly Systems	9
2.1.2 Manual Assembly	11
2.1.3 Humans and Manual Assembly	12
2.2 Learning in Manual Assembly	14
2.2.1 Definitions	14
2.2.2 Models and Methods	16
2.2.3 Evaluation	19
3 State of the Art.....	23
3.1 Literature Review Method.....	23
3.2 Literature Review	24
3.2.1 Planning of the Individual Learning Process.....	25
3.2.2 Controlling of the Individual Learning Process	29
3.3 Conclusion and Research Gap.....	31
4 Research Results	33
4.1 Requirements	33
4.2 Concept and Framework to the Publications	34
Publication 1: Concept	36
Publication 2: Planning – Selection of Learning Measures	38

Publication 3: Planning – Requirements for an Assistance System.....	40
Publication 4: Controlling – Learning Outcome Evaluation.....	42
4.3 Summary and Conclusion.....	44
5 Evaluation.....	45
5.1 Prototypical Implementation and Discussion with Companies.....	45
5.2 Evaluation of the Requirements	48
5.3 Cost-Benefit Analysis.....	50
5.4 Critical Reflection	52
6 Conclusion	55
6.1 Summary and Conclusion.....	55
6.2 Outlook	55
7 Bibliography.....	57
8 Appendix.....	70

List of Abbreviations

AI	Artificial Intelligence
CE	Competence Evaluation
CIRP	International Academy for Production Engineering (French: Collège International pour la Recherche en Productique)
DIN	German Institute for Standardization (German: Deutsches Institut für Normung)
DMM	Domain Mapping Matrix
DRM	Design Research Methodology
EN	European Standard
HRD	Human Resources Development
ISO	International Organization for Standardization
<i>iwb</i>	Institute for Machine Tools and Industrial Management (German: Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften)
LOE	Learning Outcome Evaluation
NASA-TLX	National Aeronautics and Space Act - Task Load Index
P	Publication
PDCA	Plan-Do-Check-Act
REFA	Association for Work Design, Business Organization and Business Development (German: Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung e. V.)
RQ	Research Question
SUS	System Usability Score
TUM	Technical University of Munich

1 Introduction

*“Those who are in love with learning are in love with life.
For them change is never a problem, [...] just another exciting opportunity.”*

Charles Handy (Professor and Co-Founder of London Business School)

As Charles Handy emphasizes, learning is fundamental to perceiving change as an opportunity (WILSON 2005, p. v). In manufacturing, change is a constant factor that necessitates the continuous adaptation of skills among production employees. To remain competitive – whether in product quality or attracting skilled employees – companies must strategically manage this adaptation through focused human learning initiatives. However, the growing emphasis on learning introduces new challenges, underscoring the need for structured approaches to planning and controlling learning processes within manufacturing environments.

1.1 Current Situation

German manufacturing companies face changing conditions regarding globalization, market shift, demographic change, and shortage of skilled workers (REINHART & ZÜHLKE 2017, BREQUE ET AL. 2021).

Globalization leads to expanding global trade, which extends the number of competitors in international competition. To remain competitive in Germany as a high-wage country, the demands on the productivity for manufacturing processes to be economically profitable are increasing. (REINHART & ZÜHLKE 2017)

Another change is transitioning from a seller's to a buyer's market, characterized by an oversupply of products that allows buyers to select both the products and producers that best meet their needs. As a result, companies must identify and fulfill consumer demands while differentiating themselves from their competitors to retain current customers and attract new ones. In response, products are often designed and produced to individual customer specifications, leading to a rise in production variants and higher product complexity. (GROB ET AL. 2019)

To manage the complexity and high flexibility of the product mix, individualization is implemented as late as possible in the production process, typically during the assembly stage. Unlike machines, human operators can adapt swiftly and cost-effectively to changing conditions. Consequently, assembly tasks are predominantly performed by people, who are well-suited to meet the demands of flexibility and complexity inherent in this production stage. (LOCK ET AL. 2015)

In addition, demographic shifts and the shortage of skilled workers in Germany impact the availability of human resources, resulting in fewer skilled workers in manufacturing. Figure 1-1 presents the results of annual company surveys conducted by the GERMAN CHAMBER OF INDUSTRY AND COMMERCE (2023a) regarding workforce availability. The industry comprises

manufacturing companies and remains one of the sectors facing the greatest challenges in recruiting suitable personnel. The shortage of skilled workers further underscores the need for competence development within production. Companies must enable their semi-skilled and unskilled employees for multiple complex tasks, as hiring individuals with pre-existing competencies is no longer sufficient (GERMAN CHAMBER OF INDUSTRY AND COMMERCE 2023b, RUDY 2022). Additionally, employees are changing jobs more frequently within companies to avoid physical impairments and minimize strain (ABELE & REINHART 2011). To address these challenges, companies must prioritize and plan workplace learning properly to sustain efficient production and ensure long-term competitiveness (BUCK & WITZGALL 2012, NIXDORF ET AL. 2022).

Are there currently long-term unfilled positions in your company because you cannot find suitable workers?

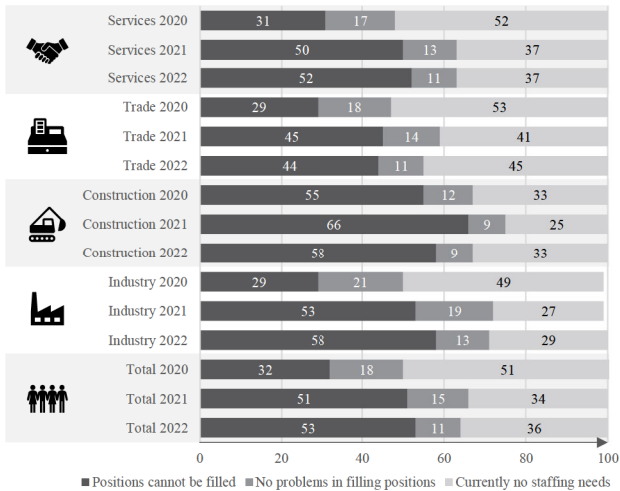


Figure 1-1: Unfilled positions in Germany due to labor shortage
(GERMAN CHAMBER OF INDUSTRY AND COMMERCE 2023a)

The increasing flexibility and complexity resulting from the changes present new challenges not only for companies but also for assembly employees. Employees are required to remember and process various product variants specific to their workstation, necessitating the use of multiple tools and different procedures (BENGLER ET AL. 2017). Consequently, employees must acquire a broader range of tasks. Currently, learning new tasks usually takes place informally at the workplace (GROß ET AL. 2019). This process involves assigning an employee to a workstation where they observe an experienced colleague, followed by collaborative work, during which the experienced worker shares insights and explains critical steps based on their own experience. This informal learning approach can lead to inefficiencies, such as a lack of structured feedback, the potential for errors, and variable learning times depending on the interaction between the two employees (BUCK & WITZGALL 2012). In summary, this current practice is

insufficient, negatively impacting production planning and productivity. Systematic planning of learning introduces a structured approach that enables targeted competence transfer and the use of methods with the potential to enhance the learning process (BUCK & WITZGALL 2012). As a result, errors can be minimized, and employees can become fully productive more quickly (GROB ET AL. 2019).

1.2 Problem Statement

Currently, learning approaches are insufficiently implemented to meet the challenges outlined in section 1.1. BURGGRAF ET AL. (2021) illustrate that the learning time required for new assembly processes can vary widely, from several days up to five months (see Figure 1-2), with nearly 70 % of cases requiring less than 20 days. In the same survey, companies reported process times ranging from under 10 minutes to over 480 minutes, with most responses indicating process times of less than 60 minutes. This contrast underscores that learning new assembly tasks often requires significantly more time than executing them. This discrepancy can be mitigated by implementing methods and technologies designed to address the specific learning demands of the work situation. (BURGGRAF ET AL. 2021)

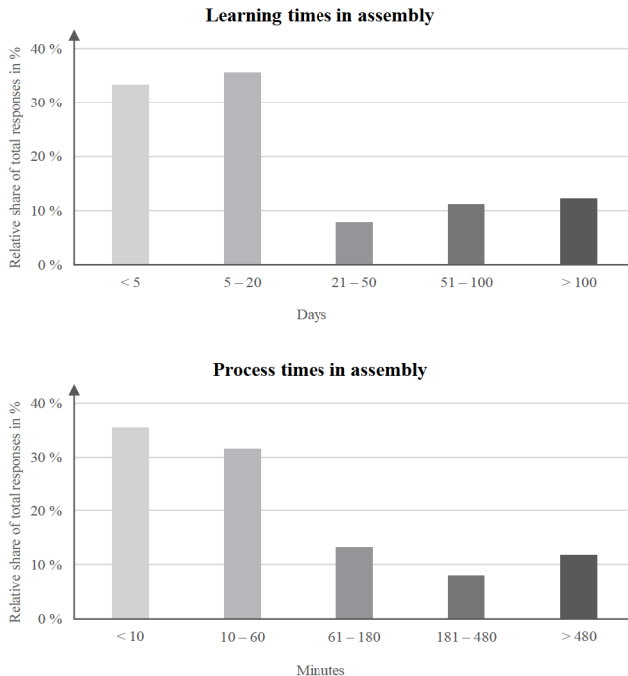


Figure 1-2: Learning and process times in assembly (BURGGRAF ET AL. 2021)

Digitalization has introduced new opportunities for technology-supported learning (e.g., OESTREICH ET AL. (2019), APOSTOLOPOULOS ET AL. (2022), MONETTI ET AL. (2022)). Digital assistance systems are increasingly utilized to aid employees in their daily tasks and support structured learning processes (FINK 2020). BURGGRAF ET AL. (2021) provide an example, demonstrating efforts to reduce learning time through the use of adaptive assistance systems. However, they noted that employee acceptance of these systems is influenced by factors such as the level of interaction via gesture or voice control and the extent of work performance monitoring, with 64% of survey participants reporting low or very low acceptance. This example underscores that implementing digital assistance systems alone does not automatically improve learning processes. In another study, FINK (2020) surveyed 68 companies regarding using cognitive assistance systems for employee training, knowledge enhancement, and training time reduction. The findings indicated that cognitive assistance systems are not widely used for training or knowledge development, and the reduction in training time was not statistically significant, leaving the question of effectiveness unresolved.

In summary, new assistance systems are currently not the preferred solution for improving learning processes in companies. However, organizations face increasing pressure to introduce new learning opportunities in assembly to address the challenges outlined in section 1.1. FASTBERGLUND (2016) emphasizes the need to prioritize the design of human-centered learning processes over purely technological solutions. In a human-centered approach, the organizational, technical, and socio-cultural aspects of the learning situation must be considered, as these elements significantly influence both the learners and their learning processes (RANGRAZ & PARETO 2021, TROPSCHUH ET AL. 2022). To develop an individualized learning process, it must be tailored to the specific needs of the employee, the learning task, the company, and the production environment, as illustrated in Figure 1-3 (TROPSCHUH ET AL. 2022).

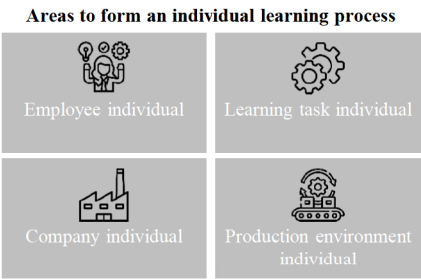


Figure 1-3: Individual learning process (TROPSCHUH ET AL. 2022)

In summary, the need for continuous learning within organizations increases steadily. Manufacturing companies focus more on learning, as efficient and error-free learning processes contribute to cost savings and quality improvements (LOTTER & WIENDAHL 2012). However, companies encounter challenges in finding effective methods for initiating and implementing learning for assembly employees.

1.3 Objective and Framework

As the problem statement outlines, managing individualized learning processes in manual assembly presents significant challenges for manufacturing companies. Nevertheless, effective learning remains essential for producing complex, customized products with the required flexibility in manual assembly. To achieve this, an approach is needed that empowers company managers to design individualized learning processes systematically and efficiently. This management approach must integrate individuals' needs and established knowledge of human learning and assembly processes. By doing so, effective learning processes no longer rely on a single experienced individual but are tailored to fit the specific learning context.

Objective

The *overall objective* of the dissertation is to enable companies to manage individualized learning processes in manual assembly. The *scientific work* results in a methodology for planning and controlling individualized learning processes in manual assembly, helping companies address industry challenges such as product individualization and skills shortages.

To create the methodology, the following three research questions (RQ) are answered:

RQ1: How can learning measures be systematically selected to plan individualized learning processes in manual assembly?

RQ2: Which evaluation measures check learning processes in manual assembly, and how can a suitable evaluation measure be selected?

RQ3: How can learning processes in manual assembly be individually managed, incorporating active employee involvement?

Framework

The manufacturing industry has been a major contributor to Germany's economic strength for decades, forming a crucial foundation of national wealth (ABELE & REINHART 2011). Since 2017, order volumes in the manufacturing sector have increased significantly domestically and internationally (DESTATIS 2023). Within the manufacturing industry, assembly represents a core component of production, with assembly steps accounting for approximately 15 % to 70 % of the total production time (LOTTER & WIENDAHL 2012) and contributing up to 70 % of the value added in the overall production process (ABELE & REINHART 2011). These figures highlight the critical role of assembly within the production cycle. Consequently, this dissertation focuses on assembly, specifically manual assembly, where the significance of human involvement and the associated challenges are most pronounced. It is important to note that this dissertation considers manual assembly solely within the context of industrial production, explicitly excluding assembly in trade. A detailed description of assembly processes and the relevant framework conditions for this dissertation is provided in section 2.1.

1.4 Scientific Procedure and Structure of the Work

According to ULRICH & HILL (1976), science encompasses both formal and real sciences, with real sciences further divided into fundamental and applied sciences. Fundamental sciences seek to explain empirical segments of reality, while applied sciences examine alternative courses of human action. Engineering sciences bridge fundamental and applied sciences by providing scientifically grounded explanations and descriptions for complex systems and deriving practical guidelines addressing societal challenges. This dissertation aligns with engineering sciences, incorporating aspects of social science from applied sciences. It aims to deliver a methodology for instruction, grounded in scientific descriptions of the complex learning processes in manual assembly.

A core element of engineering science, based on its scientific position, is the integration of analytical and conceptual components within the research process, fostering a problem-based analytical perspective. To ensure comprehensive and objective outcomes, it is essential to define both the heuristic framework guiding the research and the scientific approach it follows. This framework draws from KUBICEK (1976), while the scientific approach relies on the Design Research Methodology (DRM) by BLESSING & CHAKRABARTI (2009).

A heuristic framework delineates the system and its contextual factors essential for structured problem-solving and supports an iterative scientific approach to gaining new insights. This approach underscores the integration of diverse stakeholders and expertise throughout the research process (KUBICEK 1976, ULRICH & HILL 1976). Reflecting the interdisciplinary nature of engineering sciences, this dissertation draws on multiple research areas, as illustrated in Figure 1-4, which influence the management of individualized learning processes in manual assembly. Industrial engineering provides the economic context relevant to manufacturing companies, while assembly encompasses the organizational and structural factors critical to managing individualized learning. The increasing use of assistance systems in assembly necessitates their consideration in planning learning processes. Finally, individualized learning processes center on human factors, thereby drawing on occupational psychology and ergonomics to inform the initiation and implementation of tailored learning processes.

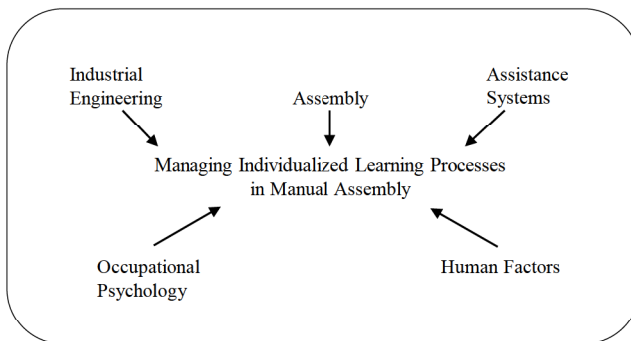


Figure 1-4: Heuristic framework for the dissertation

As outlined in section 1.3, the objective of this dissertation is to develop a methodology that supports the design of learning processes. To achieve this, the dissertation follows the DRM by BLESSING & CHAKRABARTI (2009), a structured methodology comprising four goal-oriented phases adaptable to varying degrees of depth and iteration. DRM is specifically tailored for research projects, aiming to support or elucidate existing issues rather than producing commercially viable solutions. The four DRM phases are: Research Clarification, Descriptive Study I, Prescriptive Study, and Descriptive Study II, each of which can be conducted with an initial, review-based, or comprehensive scope. Depending on the sequence and depth of each phase, BLESSING & CHAKRABARTI (2009) define seven distinct research types. This dissertation aligns with type 3, starting with a review-based Research Clarification and Descriptive Study I, followed by a comprehensive Prescriptive Study, and concluding with an initial Descriptive Study II (Figure 1-5).

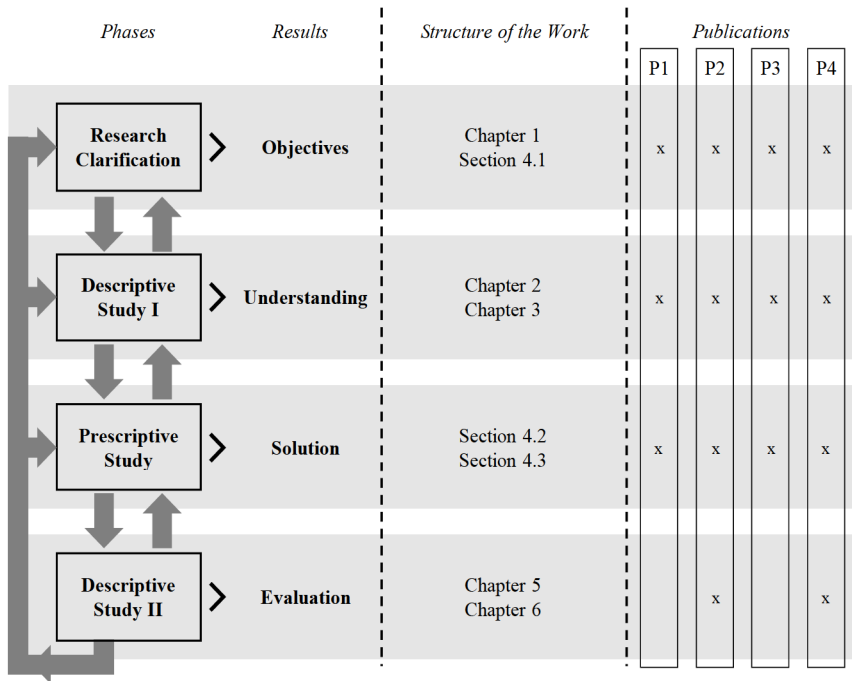


Figure 1-5: Structure of the thesis, based on BLESSING & CHAKRABARTI (2009)

The Research Clarification is primarily presented in chapter 1, which summarizes the current situation and challenges surrounding learning processes in manual assembly. This review-based phase also outlines the requirements in section 4.1. Descriptive Study I, conducted through literature reviews, identifies the existing research gap related to the objectives defined in the Research Clarification, with results detailed in chapters 2 and 3. Based on these findings, the Prescriptive Study encompasses the development of the methodology, as described in

sections 4.2 and 4.3. Chapters 5 and 6 primarily present Descriptive Study II, focusing on evaluating the research outcomes of the Prescriptive Study. Due to the publication-based structure of this dissertation, each publication applies the DRM phases individually: Publications 1 and 3 follow DRM type 2, covering Research Clarification, Descriptive Study I, and Prescriptive Study. Publication 1 introduces the methodology concept, while Publication 3 defines literature-based requirements for digital learning tools. Publications 2 and 4 align with DRM type 3, mirroring the dissertation's structure by concentrating on specific aspects of the methodology, as elaborated in section 4.2.

2 Fundamentals

The following chapter presents the foundational concepts relevant to this dissertation. Aligned with the DRM framework, this chapter constitutes part of Descriptive Study I, providing an overview of assembly and manual work (section 2.1) as well as competence development and learning within the context of manual assembly (section 2.2).

2.1 Assembly and Manual Work

Assembly constitutes a crucial part of production, employing many individuals due to the high proportion of manual work involved. Section 2.1.1 provides an in-depth assembly description, emphasizing its technical and organizational aspects. This is followed by a definition of manual assembly in section 2.1.2 and an exploration of the relationship between humans and manual assembly in section 2.1.3.

2.1.1 Assembly Systems

Production refers to “physically making a product from its material constituents” (CIRP 2004, p. 6). This definition encompasses sectors such as manufacturing industries, crafts, agriculture, forestry, and the arts (ABELE & REINHART 2011)¹. This dissertation focuses on the manufacturing industries, particularly the metalworking, mechanical, and electrical engineering sectors, as outlined in CIRP (2020c), due to the significance of assembly processes in these areas. Production within these sectors includes material and components processing, and assembly (CAGLIANO 2019).

In *assembly*, individual parts are combined to create a unit or a product (HU 2019), typically resulting in a more complex function than the individual components alone (WARNECKE ET AL. 1975). Assembly processes encompass joining, part handling, adjustment, and inspection tasks (HU 2019). The assembly process is defined by the specific actions performed and the time required to execute them. The primary function of assembly—joining—involves “creating a connection between two or more solid objects with a geometrically defined shape or between such objects and shapeless material” (CIRP 2020c, p. 41), representing the value-adding actions within an assembly. Other processes support this value-adding function as needed.

Within this general framework, *assembly systems* are primarily distinguished by their organizational structure (see Figure 2-1). Three key criteria define these structures: the movement of the assembly product, the movement of the workstation, and the degree of work division. Both the assembly product and workstation may be either stationary or mobile. The combination of these attributes yields five main organizational forms: fixed-position, group, sequential, flow,

¹ Definitions of German references are translated according to CIRP (2020b).

and single-workplace assembly. (CIRP 2020a, ALEXOPOULOS ET AL. 2019, WIENDAHL ET AL. 2014, WARNECKE 1995)

Fixed-position assembly is used for large and complex products that are difficult to move. In this approach, both the product and workstation remain stationary, while multiple employees work on the product simultaneously (EVERSHEIM 1989). Group assembly involves mobile products and workstations within a team of employees who collectively carry out all tasks (LOTTER & WIENDAHL 2006). In both sequential and flow assembly, the product is mobile while the workstations remain stationary, with tasks divided among different workstations. Flow assembly features a continuous product movement from one workstation to the next, whereas sequential assembly allows for intermittent movement (EVERSHEIM 1989). In single-workplace assembly, both the product and workstation are stationary, and one employee completes all tasks independently, resulting in no division of labor as seen in the other forms (CIRP 2020a, LOTTER & WIENDAHL 2006). Among systems with divided tasks, the degree of interdependence between employees varies. For instance, in flow assembly, employees are highly dependent on one another due to the continuous product movement, which allows each worker only a specific timeframe to complete their task before the product advances to the next position. This setup directly influences the performance expectations of each employee.

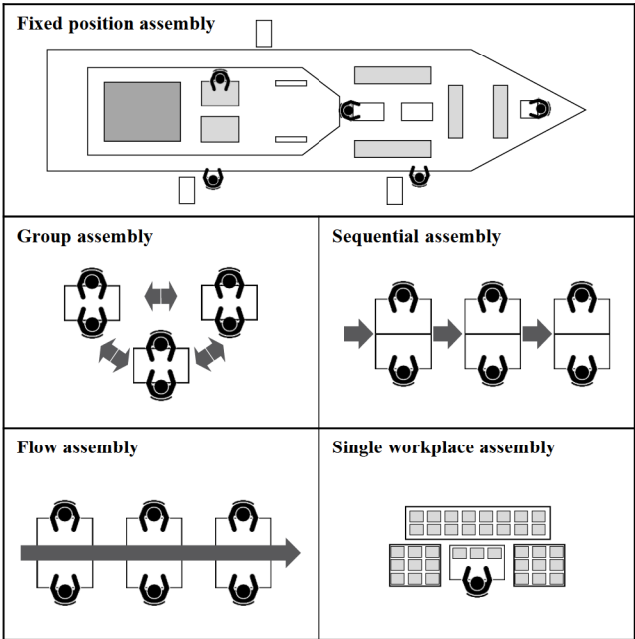


Figure 2-1: Different organizational forms of assembly according to CIRP (2020a)

2.1.2 Manual Assembly

In *manual assembly*, employees execute tasks using their hands, dexterity, sensory perception, and intelligence with the assistance of tools and devices (LOTTER & WIENDAHL 2012). This process can be broadly characterized as *sensorimotor activity*. Assembly is considered manual when it requires a substantial amount of human labor, contrasting with automated assembly (LIEN 2019, WARNECKE ET AL. 1975). Manual assembly proves advantageous for products with low sales volumes, numerous variants, a high number of components, short product life cycles, or complex assembly processes. While it demands lower capital investment, it necessitates a larger workforce, leading to higher ongoing labor costs. (HINRICHSSEN & RIEDIGER 2016)

Manual assembly requires coordinating human labor and technical production resources to manufacture products. A central challenge lies in organizing these two elements within a socio-technical framework (EMERY & THORSRUD 1982). *Socio-technical systems* integrate social systems – describing human interactions – and technical systems, necessitating a thorough examination of both and their respective characteristics to understand the dynamics of their interaction (EMERY & THORSRUD 1982). This dissertation focuses on socio-technical systems within manual assembly settings, where human operators at the manual workstation interact with the technical equipment essential for executing assembly tasks. Together, these components constitute the work and assembly systems, which shape the environmental factors influencing the manual workplace, as illustrated in Figure 2-2 (REFA 1978).

Assembly Task

The assembly task refers to a set of defined procedures executed by one or more employees within a predefined time. This dissertation uses the terms assembly task and work task interchangeably. (REFA 1978)

Manual Workplace

The manual workplace is a designated area where one or more employees perform predefined work tasks. In this setting, operations are executed manually, incorporating human-controlled equipment such as power screwdrivers. (LIEN 2019) The manual workplace is determined by the working employees, equipment, the work environment, and the specific work task (DIN EN ISO 6385).

Assembly System including Work System

An assembly system consists of the arrangements and facilities necessary to complete assembly tasks (REINHART 2019). Within a manual assembly system, numerous work systems are organized. A work system is defined as the “overall system to fulfill a task, characterized by operating procedures, resources, inputs, outputs, and environmental influences” (CIRP 2020d, p. 8).

As the primary resource in manual assembly, employees face new challenges, as outlined in chapter 1. They are critical in determining product quality and assembly time (SELIGER 2020). Performing these tasks requires a range of competencies, which may need adjustment due to variations in products, parts, or new tools and processes (HOLTEWERT 2012). The next section provides an overview of the role of employees in manual assembly.

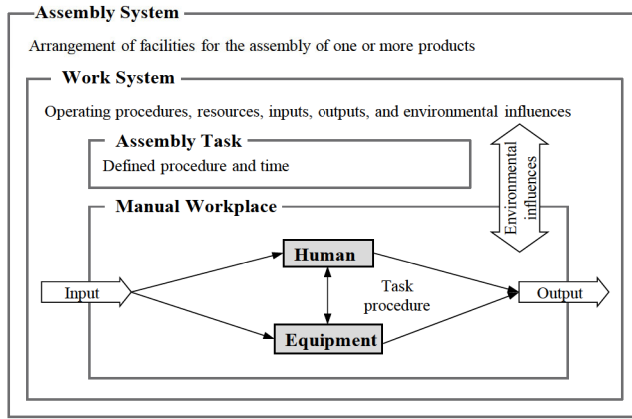


Figure 2-2: Overview of the sociotechnical work system as part of the assembly systems, according to REFA (1978)

2.1.3 Humans and Manual Assembly

This dissertation defines two primary groups: assembly employees and production-related managers.

Assembly employees, also referred to as workers, perform direct production tasks that contribute to value creation. This group does not include Managers and logistics employees. (TEUBNER ET AL. 2016)

The term *manager* refers to an individual who “control[s] or organize[s] someone or something” (CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS & ASSESSMENT 2024). *Production-related managers* organize the activities of production employees and manage tasks directly affecting the work of assembly employees. This group includes foremen, team leaders, and, depending on the context, relevant production engineers, quality experts, and human resources managers.

In section 2.1.2, several attributes that define each workplace are outlined. Based on these attributes, companies perform assessments to determine key requirements for an employee at a particular workplace. Various assessments, such as ergonomic and competence assessments, are described in the literature and form the basis for assigning employees to workplaces, defining both physical and cognitive requirements. Given the focus of this dissertation, this section emphasizes competence assessments, which are essential for informed decisions regarding employee competence development. To conduct competence assessments effectively, specific employee attributes must first be defined. (BUCK & WITZGALL 2012, REFA 1976)

According to DIN EN ISO 6385, an employee possesses *skills* and *abilities*. Skills refer to psycho-physical actions rooted in an individual’s psychological and physical attributes that, through practice, become automated and develop into abilities. Skills and abilities build on previous experiences and knowledge and can be cultivated over time (ERPENBECK & SAUTER 2013). *Knowledge*, as described by NORTH (2016), is individual-dependent, formed in

context through a process that transforms data (raw symbols) and information (contextualized data) into meaningful insights. ERPENBECK (2008) differentiates between *knowledge in the narrow sense* – information, expertise, and factual knowledge based on data, also known as explicit knowledge (BECKER-CARUS & WENDT 2016) – and *knowledge in the broad sense*, or implicit knowledge, which integrates values, norms, emotions, and experiences. While people may not always consciously recognize implicit knowledge, it underpins perceptual, motor, and cognitive skills acquired through experience (BECKER-CARUS & WENDT 2016, SCHILLING & KLUGE 2013, TENBERG 2011). Within organizations, knowledge can be further categorized into *activity*, *process*, and *job knowledge*, with activity and process knowledge being most relevant to assembly. Activity knowledge encompasses fundamental operations such as fastening, while process knowledge includes understanding the operations' sequence and interdependencies (DOMBROWSKI ET AL. 2002). *Qualifications* emerge when knowledge, skills, and abilities are recorded and certified for performing specific tasks (ERPENBECK & SAUTER 2013).

Knowledge, skills, abilities, and qualifications form the basis of *competencies*, as shown in Figure 2-3 (ERPENBECK & SAUTER 2013). Competencies represent the mental or physical capacities to act independently and creatively in uncertain situations (ERPENBECK ET AL. 2017). They are acquired through practice based on knowledge, skills, abilities, and qualifications and cannot be directly taught (ERPENBECK & SAUTER 2013). In the industrial context, competencies are performance-based (SIEGERT ET AL. 2020), with *performance* representing the observable application of competencies, providing a basis for evaluating how effectively competencies meet objectives in complex scenarios (NORTH ET AL. 2018, FÜLLER 2020).

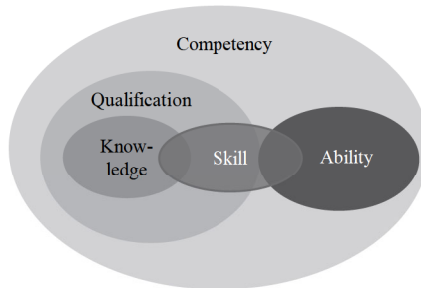


Figure 2-3: Relationship between competency, qualification, knowledge, skill, and ability

Competence structure and level models are used to describe employees' competencies. Structure models outline the competencies required for specific workplaces based on the assembly task description and emphasize the connection between competencies, the job, equipment, and product, noting that competencies cannot easily transfer to different workplaces with changing circumstances. Competence level models, by contrast, enable the ranking of competencies, depicting them as scalable attributes. (BREITKOPF 2018)

The *four-level ILUO model*, developed by BUCK & WITZGALL (2012), is widely applied in assembly. In this model, 'I' represents a beginner with minimal knowledge and skill in the competency area. 'L' denotes basic qualification, where the employee possesses the necessary task

knowledge but limited experience, resulting in low skill. An advanced employee, or level ‘U’, has significant knowledge and application experience, with the skills and abilities required for the task. The expert level, ‘O’, indicates routine proficiency, with broad knowledge, skills, and abilities, enabling the employee to fully master the competency. Experts can technically explain their work and mentor novice workers in the assembly task.(BREITKOPF 2018)

2.2 Learning in Manual Assembly

As outlined above, competencies are essential for employees to effectively perform work tasks at their respective workplaces. However, employees must be given the opportunity and time to develop these competencies. To enhance understanding of the competence development and learning process, section 2.2.1 examines the relationships between key concepts in competence development, section 2.2.2 provides an overview of relevant models and methods for learning, and section 2.2.3 addresses the evaluation of learning within manual assembly.

2.2.1 Definitions

MAIER & SCHULZ (2023) noted that numerous terms are used interchangeably to describe competence development processes. A literature review of English and German books and research articles examined how researchers and industry professionals define concepts related to competence development in manual assembly. Over 200 definitions and concepts were compared and distilled into the *Arrow of Human Resources Development*, illustrated in Figure 2-4. The arrow shape represents how human resources development (HRD) processes build on prior stages and enable future ones.

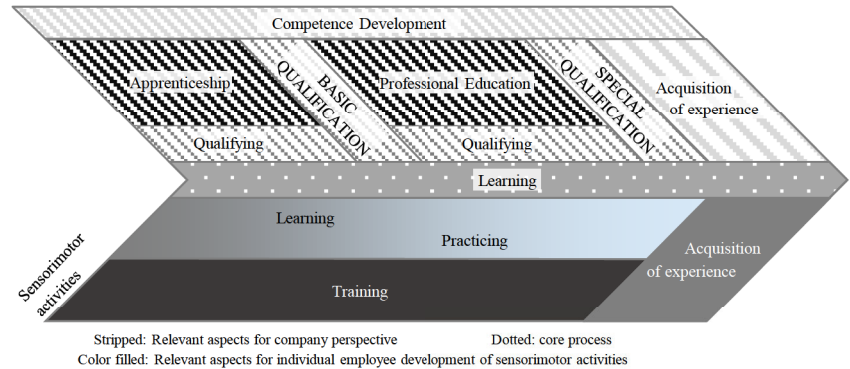


Figure 2-4: Arrow of human resources development (MAIER & SCHULZ 2023)

Human Resources Development

HRD encompasses corporate strategies for education and “the organization of corporate teaching processes” (MAIER & SCHULZ 2023, p. 1483). It implements approaches to “close

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

- 47 Virtuelle Produktion - Prozeß- und Produktsimulation
131 Seiten - ISBN 3-89675-047-X
- 48 Sicherheitstechnik an Werkzeugmaschinen
106 Seiten - ISBN 3-89675-048-8
- 49 Rapid Prototyping - Methoden für die reaktionsfähige Produktentwicklung
150 Seiten - ISBN 3-89675-049-6
- 50 Rapid Manufacturing - Methoden für die reaktionsfähige Produktion
121 Seiten - ISBN 3-89675-050-X
- 51 Flexibles Kleben und Dichten - Produkt- & Prozeßgestaltung, Mischverbindungen, Qualitätskontrolle
137 Seiten - ISBN 3-89675-051-8
- 52 Rapid Manufacturing - Schnelle Herstellung von Klein- und Prototypenserien
124 Seiten - ISBN 3-89675-052-6
- 53 Mischverbindungen - Werkstoffauswahl, Verfahrensauswahl, Umsetzung
107 Seiten - ISBN 3-89675-054-2
- 54 Virtuelle Produktion - Integrierte Prozess- und Produktsimulation
133 Seiten - ISBN 3-89675-054-2
- 55 e-Business in der Produktion - Organisationskonzepte, IT-Lösungen, Praxisbeispiele
150 Seiten - ISBN 3-89675-055-0
- 56 Virtuelle Produktion - Ablaufsimulation als planungsbegleitendes Werkzeug
150 Seiten - ISBN 3-89675-056-9
- 57 Virtuelle Produktion - Datenintegration und Benutzerschnittstellen
150 Seiten - ISBN 3-89675-057-7
- 58 Rapid Manufacturing - Schnelle Herstellung qualitativ hochwertiger Bauteile oder Kleinserien
169 Seiten - ISBN 3-89675-058-7
- 59 Automatisierte Mikromontage - Werkzeuge und Fügetechnologien für die Mikrosystemtechnik
114 Seiten - ISBN 3-89675-059-3
- 60 Mechatronische Produktionssysteme - Genauigkeit gezielt entwickeln
131 Seiten - ISBN 3-89675-060-7
- 61 Nicht erschienen - wird nicht erscheinen
- 62 Rapid Technologien - Anspruch - Realität - Technologien
100 Seiten - ISBN 3-89675-062-3
- 63 Fabrikplanung 2002 - Visionen - Umsetzung - Werkzeuge
124 Seiten - ISBN 3-89675-063-1
- 64 Mischverbindungen - Einsatz und Innovationspotenzial
143 Seiten - ISBN 3-89675-064-X
- 65 Fabrikplanung 2003 - Basis für Wachstum - Erfahrungen Werkzeuge Visionen
136 Seiten - ISBN 3-89675-065-8
- 66 Mit Rapid Technologien zum Aufschwung - Neue Rapid Technologien und Verfahren, Neue Qualitäten, Neue Möglichkeiten, Neue Anwendungsfelder
185 Seiten - ISBN 3-89675-066-6
- 67 Mechatronische Produktionssysteme - Die Virtuelle Werkzeugmaschine: Mechatronisches Entwicklungsvorgehen, Integrierte Modellbildung, Applikationsfelder
148 Seiten - ISBN 3-89675-067-4
- 68 Virtuelle Produktion - Nutzenpotenziale im Lebenszyklus der Fabrik
139 Seiten - ISBN 3-89675-068-2
- 69 Kooperationsmanagement in der Produktion - Visionen und Methoden zur Kooperation - Geschäftsmodelle und Rechtsformen für die Kooperation - Kooperation entlang der Wertschöpfungskette
134 Seiten - ISBN 3-98675-069-0
- 70 Mechatronik - Strukturdynamik von Werkzeugmaschinen
161 Seiten - ISBN 3-89675-070-4
- 71 Klebtechnik - Zerstörungsfreie Qualitätssicherung beim flexibel automatisierten Kleben und Dichten
ISBN 3-89675-071-2 - vergriffen
- 72 Fabrikplanung 2004 Erfolgsfaktor im Wettbewerb - Erfahrungen - Werkzeuge - Visionen
ISBN 3-89675-072-0 - vergriffen
- 73 Rapid Manufacturing Vom Prototyp zur Produktion - Erwartungen - Erfahrungen - Entwicklungen
179 Seiten - ISBN 3-89675-073-9
- 74 Virtuelle Produktionssystemplanung - Virtuelle Inbetriebnahme und Digitale Fabrik
133 Seiten - ISBN 3-89675-074-7
- 75 Nicht erschienen - wird nicht erscheinen
- 76 Berührungslose Handhabung - Vom Wafer zur Glaslinse, von der Kapsel zur aseptischen Ampulle
95 Seiten - ISBN 3-89675-076-3
- 77 ERP-Systeme - Einführung in die betriebliche Praxis - Erfahrungen, Best Practices, Visionen
153 Seiten - ISBN 3-89675-077-7
- 78 Mechatronik - Trends in der interdisziplinären Entwicklung von Werkzeugmaschinen
155 Seiten - ISBN 3-89675-078-X
- 79 Produktionsmanagement
267 Seiten - ISBN 3-89675-079-8
- 80 Rapid Manufacturing - Fertigungsverfahren für alle Ansprüche
154 Seiten - ISBN 3-89675-080-1
- 81 Rapid Manufacturing - Heutige Trends - Zukünftige Anwendungsfelder
172 Seiten - ISBN 3-89675-081-X
- 82 Produktionsmanagement - Herausforderung Variantenmanagement
100 Seiten - ISBN 3-89675-082-8
- 83 Mechatronik - Optimierungspotenzial der Werkzeugmaschine nutzen
160 Seiten - ISBN 3-89675-083-6
- 84 Virtuelle Inbetriebnahme - Von der Kür zur Pflicht?
104 Seiten - ISBN 978-3-89675-084-6
- 85 3D-Erfahrungsforum - Innovation im Werkzeug- und Formenbau
375 Seiten - ISBN 978-3-89675-085-3
- 86 Rapid Manufacturing - Erfolgreich produzieren durch innovative Fertigung
162 Seiten - ISBN 978-3-89675-086-0
- 87 Produktionsmanagement - Schlang im Mittelstand
102 Seiten - ISBN 978-3-89675-087-7
- 88 Mechatronik - Vorsprung durch Simulation
134 Seiten - ISBN 978-3-89675-088-4
- 89 RFID in der Produktion - Wertschöpfung effizient gestalten
122 Seiten - ISBN 978-3-89675-089-1
- 90 Rapid Manufacturing und Digitale Fabrik - Durch Innovation schnell und flexibel am Markt
100 Seiten - ISBN 978-3-89675-090-7
- 91 Robotik in der Kleinserienproduktion - Die Zukunft der Automatisierungstechnik
ISBN 978-3-89675-091-4
- 92 Rapid Manufacturing - Ressourceneffizienz durch generative Fertigung im Werkzeug- und Formenbau
ISBN 978-3-89675-092-1
- 93 Handhabungstechnik - Innovative Greiftechnik für komplexe Handhabungsaufgaben
136 Seiten - ISBN 978-3-89675-093-8
- 94 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 spannenden Bearbeitung von Knochen
1986 · 90 Abb. · 175 Seiten · ISBN 3-540-16392-1
- 3 Maier, C.: Montageautomatisierung am Beispiel des Schraubens mit Industrieroboter
1986 · 77 Abb. · 144 Seiten · ISBN 3-540-16393-X
- 4 Summer, H.: Modell zur Berechnung verzweigter Antriebsstrukturen
1986 · 74 Abb. · 197 Seiten · ISBN 3-540-16394-8
- 5 Simon, W.: Elektrische Vorschubantriebe an NC-Systemen
1986 · 141 Abb. · 198 Seiten · ISBN 3-540-16693-9
- 6 Büchs, S.: Analytische Untersuchungen zur Technologie der Kugelbearbeitung
1986 · 74 Abb. · 173 Seiten · ISBN 3-540-16694-7
- 7 Hunzinger, J.: Schneiderdierte Oberflächen
1986 · 79 Abb. · 162 Seiten · ISBN 3-540-16695-5
- 8 Pilland, U.: Echtzeit-Kollisionsschutz an NC-Drehmaschinen
1986 · 54 Abb. · 127 Seiten · ISBN 3-540-17274-2
- 9 Barthelmeß, P.: Montagegerechtes Konstruieren durch die Integration von Produkt- und Montageprozessgestaltung
1987 · 70 Abb. · 144 Seiten · ISBN 3-540-18120-2
- 10 Reithofer, N.: Nutzungssicherung von flexibel automatisierten Produktionsanlagen
1987 · 84 Abb. · 176 Seiten · ISBN 3-540-18440-6
- 11 Diess, H.: Rechnerunterstützte Entwicklung flexibel automatisierter Montageprozesse
1988 · 56 Abb. · 144 Seiten · ISBN 3-540-18799-5
- 12 Reinhart, G.: Flexible Automatisierung der Konstruktion und Fertigung elektrischer Leitungszäse
1988 · 112 Abb. · 197 Seiten · ISBN 3-540-19003-1
- 13 Bürstner, H.: Investitionsentscheidung in der rechnerintegrierten Produktion
1988 · 74 Abb. · 190 Seiten · ISBN 3-540-19099-6
- 14 Groha, A.: Universelles Zellenrechnerkonzept für flexible Fertigungssysteme
1988 · 74 Abb. · 153 Seiten · ISBN 3-540-19182-8
- 15 Riese, K.: Klipsmontage mit Industrierobotern
1988 · 92 Abb. · 150 Seiten · ISBN 3-540-19183-6
- 16 Lutz, P.: Leitsysteme für rechnerintegrierte Auftragsabwicklung
1988 · 44 Abb. · 144 Seiten · ISBN 3-540-19260-3
- 17 Klippel, C.: Mobiler Roboter im Materialfluß eines flexiblen Fertigungssystems
1988 · 86 Abb. · 164 Seiten · ISBN 3-540-50468-0
- 18 Rascher, R.: Experimentelle Untersuchungen zur Technologie der Kugelherstellung
1989 · 110 Abb. · 200 Seiten · ISBN 3-540-51301-9
- 19 Heusler, H.-J.: Rechnerunterstützte Planung flexibler Montagesysteme
1989 · 43 Abb. · 154 Seiten · ISBN 3-540-51723-5
- 20 Kirchknopf, P.: Ermittlung modaler Parameter aus Übertragungsfrequenzgängen
1989 · 57 Abb. · 157 Seiten · ISBN 3-540-51724-3
- 21 Sauerer, Ch.: Beitrag für ein Zerspanprozessmodell Metallbandsägen
1990 · 89 Abb. · 166 Seiten · ISBN 3-540-51868-1
- 22 Karstedt, K.: Positionsbestimmung von Objekten in der Montage- und Fertigungsautomatisierung
1990 · 92 Abb. · 157 Seiten · ISBN 3-540-51879-7
- 23 Peiker, St.: Entwicklung eines integrierten NC-Planungssystems
1990 · 66 Abb. · 180 Seiten · ISBN 3-540-51880-0
- 24 Schugmann, R.: Nachgiebige Werkzeugaufhängungen für die automatische Montage
1990 · 71 Abb. · 155 Seiten · ISBN 3-540-52138-0
- 25 Wrbas, P.: Simulation als Werkzeug in der Handhabungstechnik
1990 · 125 Abb. · 178 Seiten · ISBN 3-540-52231-X
- 26 Eibelschäuser, R.: Rechnerunterstützte experimentelle Modalanalyse mittels gestufter Sinusanregung
1990 · 79 Abb. · 156 Seiten · ISBN 3-540-52451-7
- 27 Prasch, J.: Computerunterstützte Planung von chirurgischen Eingriffen in der Orthopädie
1990 · 113 Abb. · 164 Seiten · ISBN 3-540-52543-2

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

- 75 Lindl, M.: Auftragsleittechnik für Konstruktion und Arbeitsplanung
1994 - 66 Abb. - 147 Seiten - ISBN 3-540-58221-5
- 76 Zipper, B.: Das integrierte Betriebsmittelwesen - Baustein einer flexiblen Fertigung
1994 - 64 Abb. - 147 Seiten - ISBN 3-540-58222-3
- 77 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 Produktionssystemen durch Simulation
1994 - 69 Abb. - 160 Seiten - ISBN 3-540-58258-4
- 79 Zäh, M. F.: Dynamisches Prozeßmodell Kreissägen
1995 - 95 Abb. - 186 Seiten - ISBN 3-540-58624-5
- 80 Zwanzer, N.: Technologisches Prozeßmodell für die Kugelschleifbearbeitung
1995 - 65 Abb. - 150 Seiten - ISBN 3-540-58634-2
- 81 Romanow, P.: Konstruktionsbegleitende Kalkulation von Werkzeugmaschinen
1995 - 66 Abb. - 151 Seiten - ISBN 3-540-58771-3
- 82 Kahlenberg, R.: Integrierte Qualitätssicherung in flexiblen Fertigungszellen
1995 - 71 Abb. - 136 Seiten - ISBN 3-540-58772-1
- 83 Huber, A.: Arbeitsfolgenplanung mehrstufiger Prozesse in der 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 Teilbereitstellung in Montageanlagen
1995 - 83 Abb. - 168 Seiten - ISBN 3-540-58999-6
- 88 Linner, St.: Konzept einer integrierten Produktentwicklung
1995 - 67 Abb. - 168 Seiten - ISBN 3-540-59016-1
- 89 Eder, Th.: Integrierte Planung von Informationssystemen für rechnergestützte Produktionssysteme
1995 - 62 Abb. - 150 Seiten - ISBN 3-540-59084-6
- 90 Deutschle, U.: Prozeßorientierte Organisation der Auftragsentwicklung in mittelständischen Unternehmen
1995 - 80 Abb. - 188 Seiten - ISBN 3-540-59337-3
- 91 Dieterle, A.: Recyclingintegrierte Produktentwicklung
1995 - 68 Abb. - 146 Seiten - ISBN 3-540-60120-1
- 92 Hechl, Chr.: Personalorientierte Montageplanung für komplexe und variantenreiche Produkte
1995 - 73 Abb. - 158 Seiten - ISBN 3-540-60325-5
- 93 Albertz, F.: Dynamikgerechter Entwurf von Werkzeugmaschinen - Gestellstrukturen
1995 - 83 Abb. - 156 Seiten - ISBN 3-540-60608-8
- 94 Trunzer, W.: Strategien zur On-Line Bahnplanung bei Robotern mit 3D-Konturfolgesensoren
1996 - 101 Abb. - 164 Seiten - ISBN 3-540-60961-X
- 95 Fichtmüller, N.: Rationalisierung durch flexible, hybride Montagesysteme
1996 - 83 Abb. - 145 Seiten - ISBN 3-540-60960-1
- 96 Trucks, V.: Rechnergestützte Beurteilung von Getriebestrukturen in Werkzeugmaschinen
1996 - 64 Abb. - 141 Seiten - ISBN 3-540-60599-8
- 97 Schäffer, G.: Systematische Integration adaptiver Produktionssysteme
1996 - 71 Abb. - 170 Seiten - ISBN 3-540-60958-X
- 98 Koch, M. R.: Autonome Fertigungszellen - Gestaltung, Steuerung und integrierte Störungsbehandlung
1996 - 67 Abb. - 138 Seiten - ISBN 3-540-61104-5
- 99 Moctezuma de la Barrera, J. L.: Ein durchgängiges System zur Computer- und rechnergestützten Chirurgie
1996 - 99 Abb. - 175 Seiten - ISBN 3-540-61145-2
- 100 Geuer, A.: Einsatzpotential des Rapid Prototyping in der Produktentwicklung
1996 - 84 Abb. - 154 Seiten - ISBN 3-540-61495-8
- 101 Ebner, C.: Ganzheitliches Verfügbarkeits- und Qualitätsmanagement unter Verwendung von Felddaten
1996 - 67 Abb. - 132 Seiten - ISBN 3-540-61678-0
- 102 Pischelsrieder, K.: Steuerung autonomer mobiler Roboter in der Produktion
1996 - 74 Abb. - 171 Seiten - ISBN 3-540-61714-0
- 103 Köhler, R.: Disposition und Materialbereitstellung bei komplexen variantenreichen Kleinprodukten
1997 - 62 Abb. - 177 Seiten - ISBN 3-540-62024-9
- 104 Feldmann, Ch.: Eine Methode für die integrierte rechnergestützte Montageplanung
1997 - 71 Abb. - 163 Seiten - ISBN 3-540-62059-1
- 105 Lehmann, H.: Integrierte Materialfluß- und Layoutplanung durch Kopplung von CAD- und Ablaufsimulationssystem
1997 - 96 Abb. - 191 Seiten - ISBN 3-540-62202-0
- 106 Wagner, M.: Steuerungsintegrierte Fehlerbehandlung für maschinennahe Abläufe
1997 - 94 Abb. - 164 Seiten - ISBN 3-540-62656-5
- 107 Lorenzen, J.: Simulationsgestützte Kostenanalyse in produktorientierten Fertigungsstrukturen
1997 - 63 Abb. - 129 Seiten - ISBN 3-540-62794-4
- 108 Krönert, U.: Systematik für die rechnergestützte Ähnlichkeitsuche und Standardisierung
1997 - 53 Abb. - 127 Seiten - ISBN 3-540-63338-3
- 109 Pfersdorf, I.: Entwicklung eines systematischen Vorgehens zur Organisation des industriellen Service
1997 - 74 Abb. - 172 Seiten - ISBN 3-540-63615-3
- 110 Kuba, R.: Informations- und kommunikationstechnische Integration von Menschen in der Produktion
1997 - 77 Abb. - 155 Seiten - ISBN 3-540-63642-0
- 111 Kaiser, J.: Vernetztes Gestalten von Produkt und Produktionsprozeß mit Produktmodellen
1997 - 67 Abb. - 139 Seiten - ISBN 3-540-63999-3
- 112 Geyer, M.: Flexibles Planungssystem zur Berücksichtigung ergonomischer Aspekte bei der Produkt- und Arbeitssystemgestaltung
1997 - 85 Abb. - 154 Seiten - ISBN 3-540-64195-5
- 113 Martin, C.: Produktionsregelung - ein modularer, modellbasierter Ansatz
1998 - 73 Abb. - 162 Seiten - ISBN 3-540-64401-6
- 114 Löffler, Th.: Akustische Überwachung automatisierter Fügeprozesse
1998 - 85 Abb. - 136 Seiten - ISBN 3-540-64511-X
- 115 Lindermaier, R.: Qualitätsorientierte Entwicklung von Montagesystemen
1998 - 84 Abb. - 164 Seiten - ISBN 3-540-64686-8
- 116 Koehrer, J.: Prozeßorientierte Teamstrukturen in Betrieben mit Großserienfertigung
1998 - 75 Abb. - 185 Seiten - ISBN 3-540-65037-7
- 117 Schuller, R. W.: Leitfaden zum automatisierten Auftrag von hochviskosen 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 Pfoh, E.: Modellgestützte Arbeitsplanung bei Fertigungsmaschinen
1999 - 69 Abb. - 154 Seiten - ISBN 3-540-65525-5

121 Spitznagel, J.: Erfahrungsgeleitete Planung von Laseranlagen
1999 - 63 Abb. - 156 Seiten - ISBN 3-540-65896-3

Forschungsberichte IWB 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. Mößner: Methode zur simulationsbasierten Regelung zeitvarianter Produktionssysteme
164 Seiten - ISBN 978-3-89675-585-8

125 Ralf-Gunter Gräser: Ein Verfahren zur Kompensation temperaturinduzierter Verformungen an Industrierobotern
167 Seiten - ISBN 978-3-89675-603-9

126 Hans-Jürgen Trossin: Nutzung der Ähnlichkeitstheorie zur Modellbildung in der Produktionstechnik
162 Seiten - ISBN 978-3-89675-614-5

127 Doris Kugelmann: Aufgabenorientierte Offline- Programmierung von Industrierobotern
168 Seiten - ISBN 978-3-89675-615-2

128 Ralf Diesch: Steigerung der organisatorischen Verfügbarkeit von Fertigungszellen
160 Seiten - ISBN 978-3-89675-618-3

129 Werner E. Lulay: Hybrid-hierarchische Simulationsmodelle zur Koordination teilautonomer Produktionsstrukturen
190 Seiten - ISBN 978-3-89675-620-6

130 Otto Murr: Adaptive Planung und Steuerung von integrierten Entwicklungs- und Planungsprozessen
178 Seiten - ISBN 978-3-89675-636-7

131 Michael Macht: Ein Vorgehensmodell für den Einsatz von Rapid Prototyping
170 Seiten - ISBN 978-3-89675-638-1

132 Bruno H. Mehler: Aufbau virtueller Fabriken aus dezentralen Partnerverbünden
152 Seiten - ISBN 978-3-89675-645-9

133 Knut Heitmann: Sichere Prognosen für die Produktionsoptimierung mittels stochastischer Modelle
146 Seiten - ISBN 978-3-89675-675-6

134 Stefan Blessing: Gestaltung der Materialflußsteuerung in dynamischen Produktionsstrukturen
160 Seiten - ISBN 978-3-89675-690-9

135 Can Abay: Numerische Optimierung multivariater mehrstufiger Prozesse am Beispiel der Hartbearbeitung von Industriekeramik
159 Seiten - ISBN 978-3-89675-697-8

136 Stefan Brandner: Integriertes Produktdaten- und Prozeßmanagement in virtuellen Fabriken
172 Seiten - ISBN 978-3-89675-715-9

137 Arnd G. Hirschberg: Verbindung der Produkt- und Funktionsorientierung in der Fertigung
165 Seiten - ISBN 978-3-89675-729-6

138 Alexandra Reek: Strategien zur Fokuspositionierung beim Laserstrahlschweißen
193 Seiten - ISBN 978-3-89675-730-2

139 Khalid-Alexander Sabbah: Methodische Entwicklung störungstoleranter Steuerungen
148 Seiten - ISBN 978-3-89675-739-5

140 Klaus U. Schliffenbacher: Konfiguration virtueller Wertschöpfungsketten in dynamischen, heterarchischen Kompetenznetzwerken
187 Seiten - ISBN 978-3-89675-754-8

141 Andreas Sprentzel: Integrierte Kostenkalkulationsverfahren für die Werkzeugmaschinenentwicklung
144 Seiten - ISBN 978-3-89675-757-9

142 Andreas Gallasch: Informationstechnische Architektur zur Unterstützung des Wandels in der Produktion
150 Seiten - ISBN 978-3-89675-781-4

143 Ralf Cuiper: Durchgängige rechnergestützte Planung und Steuerung von automatisierten Montagevorgängen
174 Seiten - ISBN 978-3-89675-783-8

144 Christian Schneider: Strukturmechanische Berechnungen in der Werkzeugmaschinenkonstruktion
180 Seiten - ISBN 978-3-89675-789-0

145 Christian Jonas: Konzept einer durchgängigen, rechnergestützten Planung von Montageanlagen
183 Seiten - ISBN 978-3-89675-870-5

146 Ulrich Willnecker: Gestaltung und Planung leistungsorientierter manueller Fließmontagen
194 Seiten - ISBN 978-3-89675-891-0

147 Christof Lehner: Beschreibung des Nd:YAG-Laserstrahlschweißprozesses von Magnesiumdruckguss
205 Seiten - ISBN 978-3-8316-0004-5

148 Frank Rick: Simulationsgestützte Gestaltung von Produkt und Prozess am Beispiel Laserstrahlschweißen
145 Seiten - ISBN 978-3-8316-0008-3

149 Michael Höhn: Sensorgeführte Montage hybrider Mikrosysteme
185 Seiten - ISBN 978-3-8316-0012-0

150 Jörn Böhl: Wissensmanagement im Klein- und mittelständischen Unternehmen der Einzel- und Kleinserienfertigung
190 Seiten - ISBN 978-3-8316-0020-5

151 Robert Bürgel: Prozessanalyse an spanenden Werkzeugmaschinen mit digital geregelten Antrieben
185 Seiten - ISBN 978-3-8316-0021-2

- 152 **Stephan Dürrschmidt:** Planung und Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme in der variantenreichen Serienproduktion
194 Seiten - ISBN 978-3-8316-0023-6
- 153 **Bernhard Eich:** Methode zur prozesskettenorientierten Planung der Teilbereitstellung
136 Seiten - ISBN 978-3-8316-0028-1
- 154 **Wolfgang Rudorfer:** Eine Methode zur Qualifizierung von produzierenden Unternehmen für Kompetenznetzwerke
207 Seiten - ISBN 978-3-8316-0037-3
- 155 **Hans Meier:** Verteilte kooperative Steuerung maschinennaher Abläufe
166 Seiten - ISBN 978-3-8316-0044-1
- 156 **Gerhard Nowak:** Informationstechnische Integration des industriellen Service in das Unternehmen
208 Seiten - ISBN 978-3-8316-0055-7
- 157 **Martin Werner:** Simulationsgestützte Reorganisation von Produktions- und Logistikprozessen
191 Seiten - ISBN 978-3-8316-0058-8
- 158 **Bernhard Lenz:** Finite Elemente-Modellierung des Laserstrahlsschweißens 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 978-3-8316-0093-3
- 160 **Josef Gartner:** Qualitätssicherung bei der automatisierten Applikation hochviskoser Dichtungen
165 Seiten - ISBN 978-3-8316-0096-0
- 161 **Wolfgang Zeller:** Gesamtheitliches Sicherheitskonzept für die Antriebs- und Steuerungstechnik bei Werkzeugmaschinen
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-0100-4
- 162 **Michael Loferer:** Rechnergestützte Gestaltung von Montagesystemen
178 Seiten - ISBN 978-3-8316-0118-9
- 163 **Jörg Fährer:** Ganzheitliche Optimierung des indirekten Metall-Lasersinterprozesses
176 Seiten - ISBN 978-3-8316-0124-0
- 164 **Jürgen Höppner:** Verfahren zur berührungslosen Handhabung mittels leistungstarker Schallwandler
144 Seiten - ISBN 978-3-8316-0125-7
- 165 **Hubert Götte:** Entwicklung eines Assistenzrobotersystems für die Knieendoprothetik
258 Seiten - ISBN 978-3-8316-0126-4
- 166 **Martin Weißenberger:** Optimierung der Bewegungsdynamik von Werkzeugmaschinen im rechnergestützten Entwicklungsprozess
210 Seiten - ISBN 978-3-8316-0138-7
- 167 **Dirk Jacob:** Verfahren zur Positionierung unterseitenstrukturierter Bauelemente in der Mikrosystemtechnik
200 Seiten - ISBN 978-3-8316-0142-4
- 168 **Ulrich Raßgoderer:** System zur effizienten Layout- und Prozessplanung von hybriden Montageanlagen
175 Seiten - ISBN 978-3-8316-0154-7
- 169 **Robert Klingel:** Anziehverfahren für hochfeste Schraubenverbindungen auf Basis akustischer Emissionen
164 Seiten - ISBN 978-3-8316-0174-5
- 170 **Paul Jens Peter Ross:** Bestimmung des wirtschaftlichen Automatisierungsgrades von Montageprozessen in der frühen Phase der Montageplanung
144 Seiten - ISBN 978-3-8316-0191-2
- 171 **Stefan von Praun:** Toleranzanalyse nachgiebiger Baugruppen im Produktentstehungsprozess
252 Seiten - ISBN 978-3-8316-0202-5
- 172 **Florian von der Hagen:** Gestaltung kurzfristiger und unternehmensübergreifender Engineering-Kooperationen
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-0208-7
- 173 **Oliver Kramer:** Methode zur Optimierung der Wertschöpfungskette mittelständischer Betriebe
212 Seiten - ISBN 978-3-8316-0211-7
- 174 **Winfried Dohmen:** Interdisziplinäre Methoden für die integrierte Entwicklung komplexer mechatronischer Systeme
200 Seiten - ISBN 978-3-8316-0214-8
- 175 **Oliver Anton:** Ein Beitrag zur Entwicklung telepräsentier Montagesysteme
158 Seiten - ISBN 978-3-8316-0215-5
- 176 **Welf Brosen:** Methode zur Definition und Bewertung von Anwendungsfeldern für Kompetenznetzwerke
224 Seiten - ISBN 978-3-8316-0217-9
- 177 **Frank Breitingen:** 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 kompetenzzentrierten Unternehmensnetzwerken
230 Seiten - ISBN 978-3-8316-0330-5
- 184 **Thomas Bongardt:** Methode zur Kompensation betriebsabhängiger Einflüsse auf die Absolutgenauigkeit von Industrierobotern
170 Seiten - ISBN 978-3-8316-0332-9
- 185 **Tim Angerer:** Effizienzsteigerung in der automatisierten Montage durch aktive Nutzung mechatronischer Produktkomponenten
180 Seiten - ISBN 978-3-8316-0336-7
- 186 **Alexander Krüger:** Planung und Kapazitätsabstimmung stückzahlflexibler Montagesysteme
197 Seiten - ISBN 978-3-8316-0371-8
- 187 **Matthias Meindl:** Beitrag zur Entwicklung generativer Fertigungsverfahren für das Rapid Manufacturing
236 Seiten - ISBN 978-3-8316-0465-4
- 188 **Thomas Fusch:** Betriebsbegleitende Prozessplanung in der Montage mit Hilfe der Virtuellen Produktion am Beispiel der Automobilindustrie
190 Seiten - ISBN 978-3-8316-0467-8
- 189 **Thomas Mosandl:** Qualitätssteigerung bei automatisiertem Klebstoffauftrag durch den Einsatz optischer 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 Produktionssystemen
200 Seiten - ISBN 978-3-8316-0475-3
- 192 **Florian Auer:** Methode zur Simulation des Laserstrahlsschweißens unter Berücksichtigung der Ergebnisse vorangegangener Umformsimulationen
160 Seiten - ISBN 978-3-8316-0485-2
- 193 **Carsten Selke:** Entwicklung von Methoden zur automatischen Simulationsmodellgenerierung
137 Seiten - ISBN 978-3-8316-0495-1

- 194 **Markus Seefried:** Simulation des Prozessschrittes der Wärmebehandlung beim indirekten-Metall-Lasersintern
216 Seiten - ISBN 978-3-8316-0503-3
- 195 **Wolfgang Wagner:** Fabrikplanung für die standortübergreifende Kostensenkung bei marktnaher Produktion
208 Seiten - ISBN 978-3-8316-0586-6
- 196 **Christopher Ulrich:** Erhöhung des Nutzungsgrades von Laserstrahlquellen durch Mehrfach-Anwendungen
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-0590-3
- 197 **Johann Härtl:** Prozessgaseinfluss beim Schweißen mit Hochleistungsdiodenlasern
148 Seiten - ISBN 978-3-8316-0611-5
- 198 **Bernd Hartmann:** Die Bestimmung des Personalbedarfs für den Materialfluss in Abhängigkeit von Produktionsfläche und -menge
208 Seiten - ISBN 978-3-8316-0615-3
- 199 **Michael Schlip:** Auslegung und Gestaltung von Werkzeugen zum berührungslosen Greifen kleiner Bauteile in der Mikromontage
180 Seiten - ISBN 978-3-8316-0631-3
- 200 **Florian Manfred Grätz:** Teilautomatische Generierung von Stromlauf- und Fluidplänen für mechatronische Systeme
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-0643-6
- 201 **Dieter Eireiner:** Prozessmodelle zur statischen Auslegung von Anlagen für das Friction Stir Welding
214 Seiten - ISBN 978-3-8316-0650-4
- 202 **Gerhard Volkwein:** Konzept zur effizienten Bereitstellung von Steuerungsfunktionalität für die NC-Simulation
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-0668-9
- 203 **Sven Roeren:** Komplexitätsvariable Einflussgrößen für die bauteilbezogene Struktursimulation thermischer Fertigungsprozesse
224 Seiten - ISBN 978-3-8316-0680-1
- 204 **Henning Rudolf:** Wissensbasierte Montageplanung in der Digitalen Fabrik am Beispiel der Automobilindustrie
200 Seiten - ISBN 978-3-8316-0697-9
- 205 **Stella Clarke-Griech:** Overcoming the Network Problem in Telepresence Systems with Prediction and Inertia
150 Seiten - ISBN 978-3-8316-0701-3
- 206 **Michael Ehrenstraßer:** Sensoreinsatz in der telepräsenten Mikromontage
180 Seiten - ISBN 978-3-8316-0743-3
- 207 **Rainer Schack:** Methodik zur bewertungsorientierten Skalierung der Digitalen Fabrik
260 Seiten - ISBN 978-3-8316-0748-8
- 208 **Wolfgang Sudhoff:** Methodik zur Bewertung standortübergreifender Mobilität in der Produktion
300 Seiten - ISBN 978-3-8316-0749-5
- 209 **Stefan Müller:** Methodik für die entwicklungs- und planungsbegleitende Generierung und Bewertung von Produktionsalternativen
260 Seiten - ISBN 978-3-8316-0750-1
- 210 **Ulrich Kohler:** Methodik zur kontinuierlichen und kostenorientierten Planung produktionstechnischer Systeme
246 Seiten - ISBN 978-3-8316-0753-2
- 211 **Klaus Schlicknieder:** Methodik zur Prozessoptimierung beim automatisierten elastischen Kleben großflächiger Bauteile
204 Seiten - ISBN 978-3-8316-0776-1
- 212 **Niklas Möller:** Bestimmung der Wirtschaftlichkeit wandlungsfähiger Produktionssysteme
260 Seiten - ISBN 978-3-8316-0778-5
- 213 **Daniel Siedt:** Simulation des dynamischen Verhaltens von Werkzeugmaschinen während Verfahrenbewegungen
226 Seiten - ISBN 978-3-8316-0779-2
- 214 **Dirk Ansoerg:** Auftragsabwicklung in heterogenen Produktionsstrukturen mit spezifischen Planungsfreiräumen
150 Seiten - ISBN 978-3-8316-0785-3
- 215 **Georg Wünsch:** Methoden für die virtuelle Inbetriebnahme automatisierter Produktionssysteme
238 Seiten - ISBN 978-3-8316-0795-2
- 216 **Thomas Oerfl:** Strukturmekanische 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 **Laouas Papadakis:** Simulation of the Structural Effects of Welded Frame Assemblies in Manufacturing Process Chains
260 Seiten - ISBN 978-3-8316-0813-3
- 219 **Mathias Mörtl:** Ressourcenplanung in der variantenreichen Fertigung
228 Seiten - ISBN 978-3-8316-0820-1
- 220 **Sebastian Weig:** Konzept eines integrierten Risikomanagements für die Ablauf- und Strukturgestaltung in Fabrikplanungsprojekten
252 Seiten - ISBN 978-3-8316-0823-2
- 221 **Tobias Hornfeld:** 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 Magesimulation mit kraftrückkoppelnden Handschuhen
230 Seiten - ISBN 978-3-8316-0833-1
- 223 **Matthäus Sigl:** Ein Beitrag zur Entwicklung des Elektronenstrahlintensens
200 Seiten - ISBN 978-3-8316-0841-6
- 224 **Mark Harfensteller:** Eine Methodik zur Entwicklung und Herstellung von Radiumtargets
198 Seiten - ISBN 978-3-8316-0849-2
- 225 **Jochen Werner:** Methode zur roboterbasierten förderbandsynchronen Fließmontage am Beispiel der Automobilindustrie
210 Seiten - ISBN 978-3-8316-0857-7
- 226 **Florian Hagemann:** Ein formflexibles Werkzeug für das Rapid Tooling beim Spritzgießen
244 Seiten - ISBN 978-3-8316-0861-4
- 227 **Haitham Rashidi:** Knowledge-based quality control in manufacturing processes with application to the automotive industry
226 Seiten - ISBN 978-3-8316-0862-1
- 228 **Wolfgang Vogl:** Eine interaktive räumliche Benutzerschnittstelle für die Programmierung von Industrierobotern
248 Seiten - ISBN 978-3-8316-0869-0
- 229 **Sonja Schedl:** Integration von Anforderungsmanagement in den mechatronischen Entwicklungsprozess
176 Seiten - ISBN 978-3-8316-0874-4
- 230 **Andreas Trautmann:** Bifocal Hybrid Laser Welding - A Technology for Welding of Aluminium and Zinc-Coated Steels
314 Seiten - ISBN 978-3-8316-0876-8
- 231 **Patrick Neise:** Managing Quality and Delivery Reliability of Suppliers by Using Incentives and Simulation Models
226 Seiten - ISBN 978-3-8316-0878-2
- 232 **Christian Habicht:** Einsatz und Auslegung zeitenfensterbasierter Planungssysteme in überbetrieblichen Wertschöpfungsketten
204 Seiten - ISBN 978-3-8316-0891-1
- 233 **Michael Spitzweg:** Methode und Konzept für den Einsatz eines physikalischen Modells in der Entwicklung von Produktionsanlagen
180 Seiten - ISBN 978-3-8316-0931-4
- 234 **Ulrich Munzer:** Bahnplanungsalgorithmen für das robotergestützte Remote-Laserstrahlschweißen
176 Seiten - ISBN 978-3-8316-0948-2
- 235 **Georg Völlner:** Rührreißschweißen mit Schwerlast-Industrierobotern
232 Seiten - ISBN 978-3-8316-0955-0
- 236 **Nils Müller:** Modell für die Beherrschung und Reduktion von Nachfrageschwankungen
286 Seiten - ISBN 978-3-8316-0992-5

- 237 **Franz Decker:** Unternehmensspezifische Strukturierung der Produktion als permanente Aufgabe
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:** Modulare Vibrationswendelförderer für flexiblen Teilezuführung
190 Seiten - ISBN 978-3-8316-4027-0
- 241 **Andreas Eursch:** Konzept eines immersiven Assistenzsystems mit Augmented Reality zur Unterstützung manueller Aktivitäten in radioaktiven Produktionsumgebungen
226 Seiten - ISBN 978-3-8316-4029-4
- 242 **Florian Schwarz:** Simulation der Wechselwirkungen zwischen Prozess und Struktur bei der Drehbearbeitung
282 Seiten - ISBN 978-3-8316-4030-0
- 243 **Martin Georg Prasch:** Integration leistungsgewandelter Mitarbeiter in die variantenreiche Serienmontage
261 Seiten - ISBN 978-3-8316-4033-1
- 244 **Johannes Schlip:** Adaptive Montagesysteme für hybride Mikrosysteme unter Einsatz von Telepräsenz
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-4063-8
- 245 **Stefan Lutzmann:** Beitrag zur Prozessbeherrschung des Elektronenstrahlhitzschmelzens
242 Seiten - ISBN 978-3-8316-4070-6
- 246 **Gregor Branner:** Modellierung transientser 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 Pörmacher:** Modellgetriebene Entwicklung der Steuerungssoftware automatisierter Fertigungssysteme
280 Seiten - ISBN 978-3-8316-4108-6
- 249 **Alexander Lindworsky:** Teilautomatische Generierung von Simulationsmodellen für den entwicklungsbegleitenden Steuerungstest
294 Seiten - ISBN 978-3-8316-4125-3
- 250 **Michael Maeder:** 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 Mark:** Qualitätsbewertung und -regelung für die Fertigung von Karosserieteilen in Presswerken auf Basis Neuronaler Netze
228 Seiten - ISBN 978-3-8316-4127-7
- 252 **Florian Reichl:** Methode zum Management der Kooperation von Fabrik- und Technologieplanung
224 Seiten - ISBN 978-3-8316-4128-4
- 253 **Paul Gebhard:** Dynamisches Verhalten von Werkzeugmaschinen bei Anwendung für das Rührerschweißen
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4129-1
- 254 **Michael Heinz:** Modellunterstützte Auslegung berührungsloser Ultraschallgreifsysteme für die Mikrosystemtechnik
302 Seiten - ISBN 978-3-8316-4147-5
- 255 **Pascal Krebs:** Bewertung vernetzter Produktionsstandorte unter Berücksichtigung multidimensionaler Unsicherheiten
244 Seiten - ISBN 978-3-8316-4156-7
- 256 **Gerhard Straßer:** Greiftechnologie für die automatisierte Handhabung von technischen Textilien in der Faserverbundfertigung
290 Seiten - ISBN 978-3-8316-4161-1
- 257 **Frédéric-Felix Lacour:** Modellbildung für die physikbasierte Virtuelle Inbetriebnahme materialflussintensiver Produktionsanlagen
222 Seiten - ISBN 978-3-8316-4162-8
- 258 **Thomas Hensel:** Modellbasierter Entwicklungsprozess für Automatisierungslösungen
184 Seiten - ISBN 978-3-8316-4167-3
- 259 **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 Radi:** Workspace scaling and haptic feedback for industrial telepresence and teleaction systems with heavy-duty teleoperators
172 Seiten - ISBN 978-3-8316-4195-6
- 262 **Markus Ruhstorfer:** Rührerschweißen von Rohren
206 Seiten - ISBN 978-3-8316-4197-0
- 263 **Rüdiger Daub:** Erhöhung der Nahttiefe beim Laserstrahl-Wärmeleitungsschweißen von Stählen
182 Seiten - ISBN 978-3-8316-4199-4
- 264 **Michael Ott:** Multimaterialverarbeitung bei der additiven strahl- und pulverbettbasierten Fertigung
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4201-4
- 265 **Martin Ostgathe:** System zur produktbasierten Steuerung von Abläufen in der auftragsbezogenen Fertigung und Montage
278 Seiten - ISBN 978-3-8316-4206-9
- 266 **Imke Nora Kellner:** Materialsysteme für das pulverbettbasierte 3D-Drucken
208 Seiten - ISBN 978-3-8316-4223-6
- 267 **Florian Oefele:** Remote-Laserstrahlschweißen mit brillanten Laserstrahlquellen
238 Seiten - ISBN 978-3-8316-4224-3
- 268 **Claudia Anna Ehinger:** Automatisierte Montage von Faserverbund-Vorformlingen
252 Seiten - ISBN 978-3-8316-4233-5
- 269 **Tobias Zeilinger:** Laserbasierte Bauteillagebestimmung bei der Montage optischer Mikrokomponenten
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4234-2
- 270 **Stefan Krug:** Automatische Konfiguration von Robotersystemen (Plug&Produce)
208 Seiten - ISBN 978-3-8316-4243-4
- 271 **Mar Lotz:** Erhöhung der Fertigungsgenauigkeit beim Schweißgrad-Reibschweißen durch modellbasierte Regelungsverfahren
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4245-8
- 272 **William Brice Tekouo Moutchihio:** A New Programming Approach for Robot-based Flexible Inspection systems
226 Seiten - ISBN 978-3-8316-4247-2
- 273 **Matthias Waibel:** Aktive Zusatzsysteme zur Schwingungsreduktion an Werkzeugmaschinen
158 Seiten - ISBN 978-3-8316-4250-2
- 274 **Christian Eschey:** Maschinenspezifische Erhöhung der Prozessfähigkeit in der additiven Fertigung
216 Seiten - ISBN 978-3-8316-4270-0
- 275 **Florian Aull:** Modell zur Ableitung effizienter Implementierungsstrategien für Lean-Production-Methoden
270 Seiten - ISBN 978-3-8316-4283-0
- 276 **Marcus Hennauer:** Entwicklungsbegleitende Prognose der mechatronischen Eigenschaften von Werkzeugmaschinen
214 Seiten - ISBN 978-3-8316-4306-6
- 277 **Alexander Götzfried:** Analyse und Vergleich fertigungstechnischer Prozessketten für Flugzeugtriebwerks-Rotoren
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4310-3
- 278 **Saskia Reinhardt:** Bewertung der Ressourceneffizienz in der Fertigung
232 Seiten - ISBN 978-3-8316-4317-2

- 279 **Fabian J. Meling:** Methodik für die Rekombination von Anlagentechnik
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-4319-6
- 280 **Jörg Egbers:** Identifikation und Adaption von Arbeitsplätzen für leistungsgewandelte Mitarbeiter entlang des Montageplanungsprozesses
192 Seiten - ISBN 978-3-8316-4328-8
- 281 **Max von Bredow:** Methode zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit und des Risikos unternehmensübergreifender Wertschöpfungskonfigurationen in der Automobilindustrie
204 Seiten - ISBN 978-3-8316-4337-0
- 282 **Tobias Philipp:** RFID-gestützte Produktionssteuerungsverfahren für die Herstellung von Bauteilen aus Faserverbundkunststoffen
142 Seiten - ISBN 978-3-8316-4346-2
- 283 **Stefan Rainer Johann Braunreuther:** Untersuchungen zur Lasersicherheit für Materialbearbeitungsanwendungen mit brillanten Laserstrahlquellen
232 Seiten - ISBN 978-3-8316-4348-6
- 284 **Johannes Pohl:** Adaption von Produktionsstrukturen unter Berücksichtigung von Lebenszyklen
202 Seiten - ISBN 978-3-8316-4358-5
- 285 **Mathey Wiesbeck:** Struktur zur Repräsentation von Montagesequenzen für die situationsorientierte Werkerführung
194 Seiten - ISBN 978-3-8316-4369-1
- 286 **Sonja Huber:** In-situ-Legierungsbestimmung beim Laserstrahlschweißen
206 Seiten - ISBN 978-3-8316-4370-7
- 287 **Robert Wiedemann:** Prozessmodell und Systemtechnik für das laserunterstützte Fräsen
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4384-4
- 288 **Thomas Irrenhauser:** Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz
242 Seiten - ISBN 978-3-8316-4404-9
- 289 **Jens Hatwig:** Automatisierte Bahnplanung für Industrieroboter und Scanneroptiken bei der Remote-Laserstrahlbearbeitung
196 Seiten - ISBN 978-3-8316-4405-6
- 290 **Matthias Baur:** Aktives Dämpfungssystem zur Ratterunterdrückung an spanenden Werkzeugmaschinen
210 Seiten - ISBN 978-3-8316-4408-7
- 291 **Alexander Schober:** Eine Methode zur Wärmequellenkalibrierung in der Schweißstruktursimulation
198 Seiten - ISBN 978-3-8316-4415-5
- 292 **Matthias Glonegger:** Berücksichtigung menschlicher Leistungsschwankungen bei der Planung von Variantenfließmontagesystemen
214 Seiten - ISBN 978-3-8316-4419-3
- 293 **Markus Kahnert:** Scanstrategien zur verbesserten Prozessführung beim Elektronenstrahlschmelzen (EBM)
228 Seiten - ISBN 978-3-8316-4416-2
- 294 **Sebastian Schindler:** Strategische Planung von Technologieketten für die Produktion
220 Seiten - ISBN 978-3-8316-4434-6
- 295 **Tobias Föckerer:** Methode zur rechnergestützten Prozessgestaltung des Schleifhärstens
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:** Rührschweißen 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:** Methode zur Anwendung der berührungslosen Handhabung mittels Ultraschall im automatisierten Montageprozess
196 Seiten - ISBN 978-3-8316-4478-0
- 302 **Oliver Rösch:** Steigerung der Arbeitsgenauigkeit bei der Fräsbearbeitung metallischer Werkstoffe mit Industrierobotern
214 Seiten - ISBN 978-3-8316-4486-5
- 303 **Christoph Sieben:** Entwicklung eines Prognosemodells zur prozessbegleitenden Beurteilung der Montagequalität von Kolbenverbindungen
194 Seiten - ISBN 978-3-8316-4510-7
- 304 **Philipp Alexander Schmidt:** Laserstrahlschweißen elektrischer Kontakte von Lithium-Ionen-Batterien in Elektro- und Hybridfahrzeugen
190 Seiten - ISBN 978-3-8316-4519-0
- 305 **Yi Shen:** System für die Mensch-Roboter-Koexistenz in der Fließmontage
230 Seiten - ISBN 978-3-8316-4520-6
- 306 **Thomas Bonin:** Moderne Ordnungsreduktionsverfahren für die Simulation des dynamischen Verhaltens von Werkzeugmaschinen
274 Seiten - ISBN 978-3-8316-4522-0
- 307 **Jan Daniel Musiol:** Remote-Laserstrahl-Abtragschneiden
168 Seiten - ISBN 978-3-8316-4523-7
- 308 **Emin Genc:** Frühwarnsystem für ein adaptives Störungsmanagement
234 Seiten - ISBN 978-3-8316-4525-1
- 309 **Mirko Langhorst:** Beherrschung von Schweißverzug und Schweißseignissen
252 Seiten - ISBN 978-3-8316-4524-2
- 310 **Markus Schwei:** Simulative und experimentelle Untersuchungen zum Laserschweißen mit Strahloszillation
284 Seiten - ISBN 978-3-8316-4536-7
- 311 **Florian Geiger:** System zur wissensbasierten Maschinenbelegungsplanung auf Basis produktspezifischer Auftragsdaten
224 Seiten - ISBN 978-3-8316-4537-4
- 312 **Peter Schnellbach:** Methodik zur Reduzierung von Energieverschwendung unter Berücksichtigung von Zielgrößen Ganzheitlicher Produktionssysteme
236 Seiten - ISBN 978-3-8316-4540-4
- 313 **Stefan Schwarz:** Prognosefähigkeit dynamischer Simulationen von Werkzeugmaschinenstrukturen
244 Seiten - ISBN 978-3-8316-4542-8
- 314 **Markus Präpster:** Methodik zur kurzfristigen Austaktung variantenreicher Montagelinien am Beispiel des Nutzfahrzeugabaus
238 Seiten - ISBN 978-3-8316-4547-3
- 315 **Dominik David Simon:** Automatisierte flexible Werkzeugsysteme zum Umformen und Spannen von Kunststoffscheiben und -schalen
234 Seiten - ISBN 978-3-8316-4548-0
- 316 **Stefan Maurer:** Frühaufklärung kritischer Situationen in Versorgungsprozessen
242 Seiten - ISBN 978-3-8316-4554-1
- 317 **Tobias Maier:** Modellierungssystematik zur aufgabenbasierten Beschreibung des thermelastischen Verhaltens von Werkzeugmaschinen
274 Seiten - ISBN 978-3-8316-4561-9
- 318 **Klemens Konrad Niehues:** Identifikation linearer Dämpfungsmodelle für Werkzeugmaschinenstrukturen
286 Seiten - ISBN 978-3-8316-4568-8

- 319 *Julian Christoph Sebastian Backhaus*: Adaptierbares aufgabenorientiertes Programmiersystem für Montagesysteme
264 Seiten · ISBN 978-3-8316-4570-1
- 320 *Sabine G. Zitzlberger*: 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 thermografische Prüfsysteme
244 Seiten · ISBN 978-3-8316-4574-9
- 322 *Markus Westemeier*: Qualitätsorientierte Analyse komplexer Prozessketten am Beispiel der Herstellung von Batteriezellen
208 Seiten · ISBN 978-3-8316-4586-2
- 323 *Thorsten Klein*: Agiles Engineering im Maschinen- und Anlagenbau
284 Seiten · ISBN 978-3-8316-4598-5
- 324 *Markus Wiedemann*: Methodik zur auslastungsorientierten Angebotsterminierung für hochvariante Produkte mit kundenindividuellen Leistungsanteilen
216 Seiten · ISBN 978-3-8316-4599-2
- 325 *Harald Krauss*: Qualitätssicherung beim Laserstrahlschmelzen durch schichtweise thermografische In-Process-Überwachung
304 Seiten · ISBN 978-3-8316-4628-9
- 326 *Stefan Krotz*: 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 Rührreibschweißens unter besonderer Berücksichtigung der Spalttoleranz
232 Seiten · ISBN 978-3-8316-4638-0
- 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-Laserstrahltrennen von kohlenstoffaserverstärktem Kunststoff
232 Seiten · ISBN 978-3-8316-4662-3
- 331 *Andreas Fabian Hees*: System zur Produktionsplanung für rekonfigurierbare Produktionssysteme
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 Ungängen 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 Belitzki*: Rechnergestützte Minimierung des Verzugs laserstrahlschweißter Bauteile
234 Seiten · ISBN 978-3-8316-4254-0
- 337 *Georg Albin Josef Götz*: 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 978-3-8316-4813-3
- 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 978-3-8316-4813-3
- 352 **Manuel Johannes Keßler:** Fehlerdetektion und -vermeidung beim Rotationsreißschweißen.
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 Produktionssystemen.
236 Seiten · ISBN 978-3-8316-4879-5
- 360 **Peter Michael Seebach:** Topologieoptimierte, patientenindividuelle Osteosyntheseplatten für die Rekonstruktion der Mandibula.
240 Seiten · ISBN 978-3-8316-4894-8
- 361 **Susanne Vermin:** Anforderungsermittlung für das Montagepersonal in der digitalen Transformation.
244 Seiten · ISBN 978-3-8316-4909-9
- 362 **Andreas Bachmann:** Regelung der Temperatur beim Rührreißschweißen.
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 Produktionssysteme.
276 Seiten · ISBN 978-3-8316-4920-4
- 365 **Michael Klaus Gerhard Jelinek:** Wissensbasiertes 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 Habedank:** 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 Grohmann:** 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 **Philipp Maximilian Stefan Rinck:** Ultraschallunterstütztes Fräsen von Ti 6Al 4V
220 Seiten · ISBN 978-3-8316-4969-3
- 377 **Georg Hölthaler:** 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 **Cosma 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 Löh:** Methodik zur Identifikation des Wärmeaufteilungskoeffizienten 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 Elektrolytflüssigkeit.
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 Schreier:** Simulationsgestützte Auslegung des Kalandrierprozesses und experimentelle Charakterisierung der Elektroden von Lithium-Ionen-Batteriezellen.
130 Seiten · ISBN 978-3-8316-5035-4
- 387 **Alexander Zipfel:** Anreizbasierter 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 Dobler: Frühaufklärung produktionstechnischer Defizite*
224 Seiten · ISBN 978-3-8316-5053-8
- 391 *Daniel Baier: 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
- 400 *Maria Maier: Managing Individualized Learning Processes in Manual Assembly*
80 Seiten · ISBN 978-3-8316-5085-9