Patrick Neise

Managing Quality and Delivery Reliability of Suppliers by Using Incentives and Simulation Models

Herbert Utz Verlag · München

Forschungsberichte IWB

Band 231

Zugl.: Diss., München, Techn. Univ., 2009

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.

ISBN 978-3-8316-0878-2

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

Table of Contents

List of Figures

List of Tables

1 Introduction

1.1 Motivation and Objectives

The environment of today's production enterprises is characterized by shortened product life cycles, a rapidly growing number of products and variants, and fast technological advancements (REINHART 2003, p. 139; CISEK et al. 2002; p. 441). The resulting complexity in production has led manufacturing companies of various industries towards a continuous reduction in the amount of in-house value creation (HAMPRECHT 2003, p. 12; KALMBACH & KEINHANS 2004, p. 5; WILDEMANN 2004, p. 7; DELOITTE 2005, p. 2). Components, subassembly groups, or even entire products are increasingly provided by suppliers (MILBERG 2000, p. 320). As a consequence, vendors are seeking identical actions, which has led to complex networks or supply chains (ZÄH 2003, p. 1). Thus, many researchers (e. g. CHILD 1998, p. 322; CHRISTOPHER 2005, p. 5) emphasize competition between supply chains rather than rivalry among individual firms. This leads to strong interdependencies, as the capabilities of suppliers significantly determine the success of the buyer respectively the procuring production enterprise.

The results of a survey of 50 companies (from HABICHT & NEISE 2004) from the aerospace, automotive, electronics, and mechanical engineering industries, which was conducted during the course of this research, show that the ability of a potential supplier to deliver products in the specified quality as well as the delivery reliability are the priorities when a vendor is chosen. Figure 1 summarizes this finding in terms of the percentage of respondents who specified one of five levels of importance for each of six supplier selection priorities. This is further elaborated upon in Section 6.3.

In this thesis, quality is defined as the fulfillment of "the totality of characteristics of an entity (product) that bear on its ability to satisfy stated and implied needs" of the customer (GEIGER 1994; ANDERNACH 2005, p. 5 et seq.). The quality level of a supplier is characterized by the percentage of parts that meet the quality definition. In turn, delivery reliability may be expressed as the amount/percentage of orders that are delivered to the customer in the right quantity at the promised point in time (VDI 4400 ; ZSIDISIN 2003, p. 16).

To achieve the desired supplier quality, many companies have a supplier certification program in place to pre-assess a potential supplier's capabilities, especially when the duration of the contract between the parties is long (PARK et al.

1996). Empirical research has shown that this measure has considerable effect (> 30% reduction in defects, according to PARK et al. 1996, p. 111), but does not lead to perfect vendor quality (ACCENTURE 2005, p. 18). The remaining quality fluctuations are meant to be offset through various, sometimes contractually specified measures, such as inspection frequencies, which the supplier must carry out. Furthermore, suppliers often incur the cost of defective parts and additionally pay a quality penalty when faulty parts are delivered. Nevertheless, as discussed in Section 2.3, perfect quality is seldom achieved in most industries.

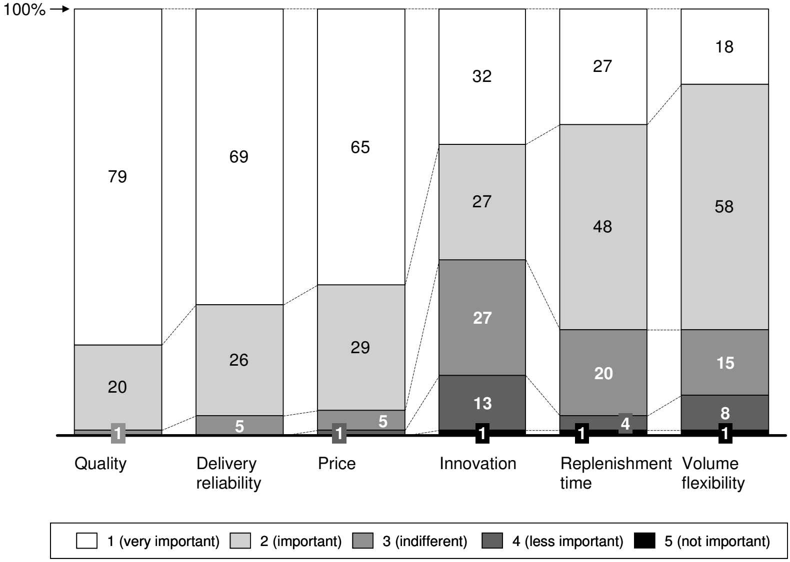

Figure 1: Supplier selection priorities based on a survey with 50 companies (ZÄH et al. 2005, p. 123)

In the view of this thesis, a significant increase in supplier quality can sometimes be achieved through offering the supplier a financial incentive when perfect quality is delivered, rather than solely employing incoming inspection and penalties as a threat. Therefore, the first objective of this thesis is

1. to assist the management of supplier quality by deriving the conditions under which a supplier is at least indifferent for delivering perfect or imperfect quality, to enhance the quality levels in the industry.

Achieving high delivery reliability is often equated to the term Supply Chain Management (SCM), which has been defined in many ways, for example: the scope of the supply chain "encompasses all activities associated with the flow and transformation of goods from the raw materials stage, through to the end-user, as well as the associated information flows" and SCM "is the integration of these activities through improved supply chain relationships, to achieve a sustainable competitive advantage" (HANDFIELD & NICHOLS 1999, p. 2). The goals of this integration are to reduce uncertainty and risks in the supply chain, thereby positively affecting lead time, inventory levels, and, ultimately, end-customer service levels (adapted from CHASE et al. 1998, p. 466; STEVENS 1989, p. 3).

To achieve this close interaction between supply chain partners and high delivery reliability, most companies have concentrated on implementing costly information technology (IT) (VON STEINÄCKER & KÜHNER 2001, p. 61). Nevertheless, the results of a global investigation with 196 participants from diverse industries, conducted by Booz Allen & Hamilton, found that the implemented IT-solutions had not complied with their expectations (HECKMANN et al. 2003, p. 2). For instance, this could be illustrated with the study by ACCENTURE (2005), that found that average delivery reliability was 84.6% in the capital goods industry.

Hence, many authors (PFOHL et al. 1998, p. 30; VON STEINÄCKER & KÜHNER 2001, p. 61; BAUMGARTEN et al. 2003 p. 10; DYER 2004, p. 76, HAMMER 2001, p. 81; BULLINGER & KÜHNER 2002, p. 257) agree with Booz Allen & Hamilton's supplementary finding (HECKMANN et al. 2003, p. 4) that available information must be complemented by an organizational design of the involved production systems for a supply chain to unfold its full potential. Nevertheless, a series of surveys in regard to the contemporary level of integration among supply chain partners, published by the Supply Chain Management Review (POIRIER & QUINN 2003, p. 44; POIRIER & QUINN 2004, p. 27) illustrate that most companies are still optimizing their networks on a local basis and have not yet profoundly embarked on viewing the supply chain as a whole. FROHLICH & WESTBROOK (2001, p. 190) concluded that only about 14% of the 322 analyzed firms practice extensive optimization efforts in cooperation with their suppliers.

The reason for this disintegration may be that, as opposed to a proposition by FISHER (1998), most supply chains are not designed specifically for a given product, but "evolve on a somewhat ad hoc basis" (TOMLIN 2000, p. 14) and an ex post reorganization of the involved production systems is highly complex (KLEER 2005, p. 6). This industrial practice may be explained through the results of a study carried out by the Center for Enterprise Sciences (BWI) of the Swiss Federal Institute of Technology Zurich, which revealed that 50% of the 200 participating companies felt that they lack a structured approach for implementing SCM (NIENHAUS et al. 2003, p. 14) and thus, lack the ability to configure reliable supply chains.

Thus, the second objective of this thesis is

2. to provide the means for buyers to efficiently and effectively ascertain the delivery reliability of potential suppliers by accounting for the organizational integration of the production systems of the supply chain.

1.2 Focus and Delimitation

To achieve the above objectives, this thesis focuses on supply chains involved in the production of discrete products (as in the automotive, mechanical engineering, electronics, and aerospace industries) that have a convergent product structure, or consist of multiple sub-assembly groups or components, requiring multiple process steps and are subject to continuous but not necessarily constant demand (for a classification of products, see SCHÖNSLEBEN 2004, pp. 110).

Consequently, permanent (see GUDEHUS 1999, p. 37), multi-site and/or company networks are investigated, as opposed to temporary, cross plant activities, that are common to competence networks (see BROSER 2002, p. 5; NEISE 2002, p. 161). Collaboration forms (see DATHE 1998, p. 85) such as fusions, consortia, strategic alliances or joint ventures, etc. will not be considered, since these constructs are primarily concerned with legal issues (for a differentiation of network relationships see SCHLIFFENBACHER 2000, p. 22 et. seq.).

Even though various descriptions of SCM exist, this thesis employs the definition provided in Section 1.1. Alternative descriptions “may differ in terminology, but are reasonably consistent in meaning” (TOMLIN 2000, p. 13). One exception is a differentiation criterion, pointed out by SEURING (2001, p. 4), who distinguishes two groups of authors in this regard. The first group views SCM as the cross-enterprise coordination of material and information flows (e.g., KOPCZAK 1997, p. 226; FIALA 2005, p. 1), whereas, the second group emphasizes that product design processes must additionally be included into the scope of SCM, since the product structure significantly affects the supply chain design (e.g., FEITZINGER & LEE 1997, p. 117). The latter view fully corresponds to the understanding prevailing in this thesis. Nevertheless, this research is mainly concerned with deriving organizational guidelines for a given product type and for this reason, the initially proposed definition is sufficient for this investigation.

A further delimitation of the focus of this thesis can be derived from the SCM task reference model (Figure 2), developed by the SCM Competence and Transfer Center (SCM-CTC), an independent research group consisting of the Fraunhofer Institutes in Dortmund (IML) and Stuttgart (IPA) and the BWI of the Swiss Federal Institute of Technology Zurich (see SCM-COMPETENCE-AND-TRANSFER-CENTER 2005). As are many models for describing SCM tasks (see e.g., GANESHAN et al. 1999, p. 848) it is also subdivided into strategic, tactical, and operational levels.

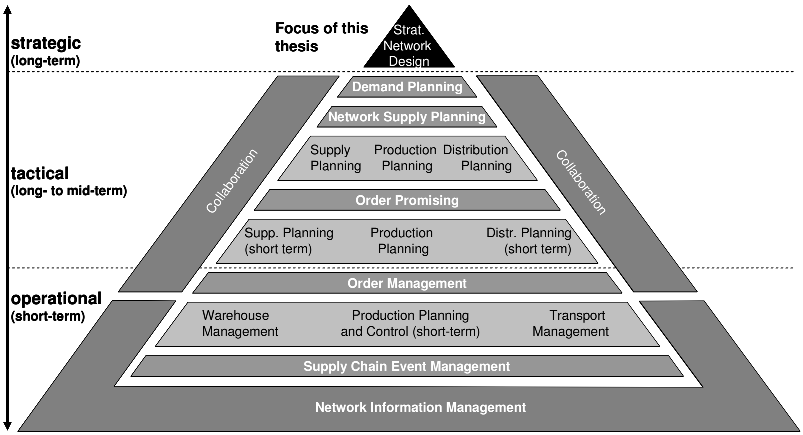

*Figure 2: SCM task reference model of the SCM-CTC (*adapted from *HIEBER 2005, p. 24)*

In representing the strategic level, *strategic network design* is primarily concerned with the cost efficient configuration and design of the network over the long-term (KUHN & HELLINGRATH 2002, p. 156). According to FLEISCHMANN et al. (2000, p. 63) long-term decisions involve strategic sales planning, definition of the product and material program, determination of plant locations, specification of the physical distribution structure, supplier selection, cooperation arrangements, and design of the production systems (see also ROHDE et al. 2000, p. 10).

The main focus of the tactical level is on the allocation of resources (such as personnel, materials, and production capacities) within the production network, to meet the expected and forecasted demand. Thus, *demand planning* represents the basis for *network supply planning*, which disaggregates end product demand, according to the responsibilities of the supply chain partners that, in turn, conduct long- to mid-term supply, production, and distribution planning. The *order promising* task is the interface between the tactical and the operational levels. It serves to respond to customer inquiries by determining the earliest possible delivery date and by confirming the demanded product configuration.

The operational level is concerned with customer *order management,* including all related (short-term) planning and control functions (GÜNTHER & LAAKMANN 2002, p. 4). These tasks encompass warehouse management, short-term production planning and control, as well as transportation planning and execution. *Supply chain event management* is concerned with monitoring these supply chain activities to identify and control potential deviations in regard to such items as inventory levels or customer due dates. The above stated assignments are supported through *network information management* that can be summarized as the integration and communication of operational data, which is administered through information systems (e.g., Enterprise Resource Planning) within and across the participating firms or sites (KUHN & HELLINGRATH 2002, p. 156).

As depicted in Figure 2, the focus of this thesis lies within the strategic network design, which is mainly intended to support the subtasks of the supplier selection as well as the cooperation arrangement.

As HIRSCHMANN (1998, p. 9 et. seq.) has shown, a single definition of the term “cooperation” is not easily derived. Thus, this thesis concentrates on an aspect of cooperation arrangement, as discussed by TSAY et al. (1999, p. 304). They highlight the impact that supply chain contracts, which define the rights, responsibilities, and financial duties of supply chain partners, have on inventory and service levels, and, especially relevant for this thesis, quality. Thus the increase of supplier quality will be mitigated through the design of a robust contractual agreement between the buyer and the supplier.

Regarding supplier selection, the focus of this investigation is on the interplay between the structural and the process organization of the involved production systems, as many researchers emphasize the importance of this interaction for reducing inventory levels and reaching the desired delivery reliability (see e.g., WIENDAHL 2002, p. 83). In this context, the structural organization refers to the assembly and fabrication units of the supply chain partners and the process organization prescribes the rules for the (spatial and) temporal conduct of activities within the supply chain (see FRESE 1999, p. 3-1 et. seq.; REFA 1990, p. 27). Warehouse and transport management will not be considered specifically, as the first task is mainly concerned with the efficient monitoring, storage, and retrieval of materials within warehouses and has little effect on the overall supply chain organization. The second task is primarily a combinatorial problem, for which efficient algorithms have been identified and are implemented in off-the-shelf SCM software.

1.3 Thesis Structure

The preceding sections provide a general understanding of the objectives of this thesis. Further, the elements of supply chain management, the industries with respect to range of products, and the network attributes relevant to the investigation have been specified.

As depicted in Figure 3, the remainder of this thesis is arranged as follows: Chapters 2 to 4 deal with the increase of supplier quality. As a basis for this research, current industrial practices and concepts in the literature are reviewed and their implications are discussed in Chapter 2. Using these insights, an incentive structure, based on two different strategies in repeated games, namely the Grimm Trigger and the Limited Retaliation strategies, is derived Chapter 3. These ideas are applied to two industrial case studies in Chapter 4 and the chapter concludes with a presentation of managerial implications, based on the analysis of enhanced supplier quality.

Chapters 5 through 8 are dedicated to the increase in delivery reliability of suppliers. In Chapter 5, a review and discussion of the current literature gives an overview of the qualitative and quantitative models used for describing supply chains and the increase in delivery reliability. The insights of the qualitative literature review are then used as a basis for deriving a determinant model for describing the supply chains in Chapter 6. This model is employed for the design of a survey of companies in the mechanical engineering, automotive, and aircraft industries. The data collected during this investigation is used in a statistical analysis to show that supply chains are often organizationally disintegrated.

Chapter 6 is concluded with a list of requirements for deriving simulation models for selecting reliable suppliers.

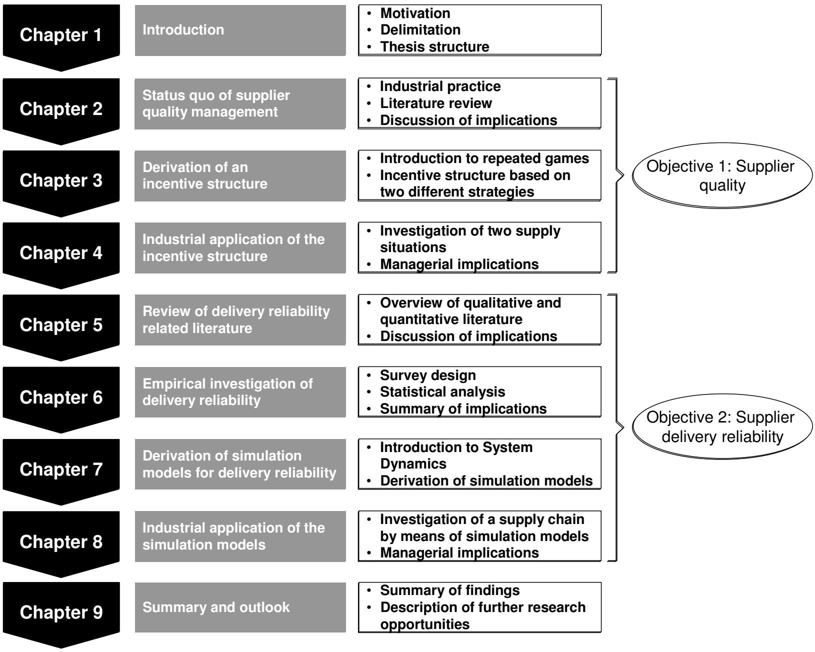

Figure 3: Thesis structure

In Chapter 7, the concept of systems dynamics modeling is introduced. Subsequently, a model for assessing the value of organizational integration in terms of delivery reliability is derived, which is based on the determinant model developed in Chapter 6. An industrial case study is described in Chapter 8, which demonstrates the applicability of the developed System Dynamics models. A summary of the presented research, as well as a recommendation for future investigations are given in Chapter 9.

2 Review of Supplier Quality Management in Practice and Literature

2.1 Introduction

As mentioned in the previous section, the following chapters focus on the first objective of this thesis, which is to assist the management of supplier quality through deriving conditions under which a supplier is at least indifferent between delivering perfect or imperfect quality, to enhance quality levels in industry.

To achieve this, the research process depicted in Figure 4 has been applied, and will be elaborated upon in the following chapters.

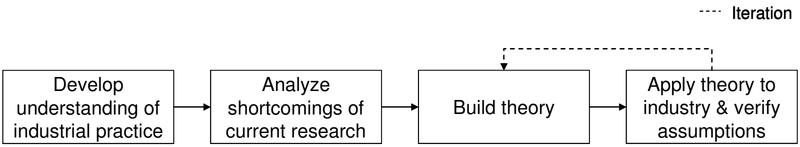

Figure 4: Research process applied for enhancing supplier quality

In the first step, informal interviews with production managers and a study of supplier quality management guidelines were used to understand industrial practice. This knowledge was then applied to analyze the shortcomings of current research and to resolve these through building an advanced theory. The application of the newly found concepts to an industrial case study was conducted to probe for a need for possible refinements of the theoretical considerations.

2.2 Supplier Quality Management in Industrial Practice

As indicated in the previous section, four companies were interviewed (one from aerospace, two from automotive, and one from mechanical engineering) and ten vendor quality guidelines published by firms of the aerospace (AEROJET 2005, AVIBANK 2005, EATON 2005), automotive (BOSCH 2005, SOUTHCO 2005, TOWER-AUTOMOTIVE 2005, WEBASTO 2005) and electronics (OPTEK-TECHNOLOGIES 2005, PACIFIC-SCIENTIFIC 2005, SATURNEE 2005) industries were reviewed to better understand supplier quality management practices. As a result of this analysis, six supplier quality management activity clusters were identified, which are summarized in Figure 5.

	Activity clusters	Measures
1	General supplier selection measures	Quality management system certification, supplier reduction, onsite process audits, guideline enforcements at suppliers' vendors
2	Process & product change measures	Support in product design, product change approval, process change approval (machines, tools, material, packaging, maintenance)
3	Quality assurance measures	Statistical process control required, rework authorizations, approval of testing methods, onsite quality inspection (buyer, 3rd party), delivery of test reports, corrective action request and approval
4	Performance feedback measures	Performance measurement and rating, penalties, cost of defectives at buyer's site / final customer are paid by supplier
5	Preventive measure	Safety stock, recording of lot numbers for traceability, incoming inspection or sampling
6	Product and process cost reduction	Continuous improvement prescribed (labor and material cost reduction)

Figure 5: Supplier quality management activity clusters based on current industrial practice

The first group of quality management activity contains general measures for the supplier selection process, such as reducing the supplier base and defining the required quality management standards for the vendor (e.g. ISO 9001: 2000 or buyer specific standards). These standards are assessed by the buyer during on-site process audits of the supplier's overall manufacturing system. Some companies have organized their procurement employees so that their staff is responsible for certain parts, rather than for a number of suppliers. With this organizational structure, these companies achieve close monitoring. One difference among the various industries is that the aircraft manufacturers emphasize that standards must not only be fulfilled by the vendor, but must also be implemented at the supplier's vendors.

The second group of quality management activity focuses on changes in the product and the supplier's production facility. All of the analyzed companies require an approval request by the supplier in case of a change in the product design, production processes, or tools. Some of these companies also require notice when the testing and calibration method (mainly in the aircraft industry), the maintenance program, or specified shipping and packaging procedures are modified. Few firms provide their suppliers with extensive support in regard to product and process design prior to the product launch.

The third group of quality management activity focuses on measures that ensure product quality during the product life cycle. For example, suppliers are expected to conduct statistical process control (measured by the Process Capability or the Process Performance Indexes, Cpk or Ppk, respectively), inspect parts and carry out 6-sigma initiatives. In this group, a distinct feature of the aircraft industry is that parts are sometimes inspected through the buyer or a third party at the supplier's premises, and test reports must be delivered with the part for them to be accepted.

The fourth group of quality activity addresses actual supplier quality through actions such as performance measurement reports (e.g., ppm) and supplier rankings. Upon detecting quality problems, buyers issue corrective action requests, to which suppliers must respond in the form of action plans within a certain time window. Some companies (except the aircraft industry) convey the quality cost to their suppliers and let them incur a penalty according to the reviewed supplier quality guidelines. A procurement manager from the automotive industry reported that some of his suppliers are charged a flat rate of 1.1 times the part price, if defects are identified. This factor may increase significantly for vendors that have severe quality issues. Penalties may not be enforced, however, especially when the buyer depends on a supplier with considerable market power, as discussions with four production managers revealed.

From the interviews, a fifth group of quality activities was identified, consisting of preventive measures that include incoming quality inspection or sampling, and quality-related safety stock. Some buyers record lot numbers to detect the root causes of deficiencies and to identify other potentially defective parts.

The last group of quality management measures comprises the prescription of continuous improvement activities to reduce the supplier's failure rate and required internal quality cost. All of the interviewed companies emphasized that they are willing to pay a higher part price, if quality levels rise to their expectations.

2.3 Implications from Industrial Practice

With reference to the preceding section, the aerospace industry is assumed to have the strictest quality management measures, which could stem from the high safety regulations required to ensure a reliable product. This assumption may also be based on an aerospace industry report by CAPS-RESEARCH (2005), which states that the 17 analyzed companies have a mean supplier quality of 100%. Aircraft manufacturers require evidence of quality tests from their suppliers and some of the industry OEMs inspect the products quality conformance at the sup-

3 Incentive Structures for the Management of Supplier Quality

3.1 Introduction to Game Theory

Game theory attempts to mathematically capture behavior in strategic situations, in which an individual's or a company's success in making choices depends on the choices of others. This is also the case in supplier quality management, as the quality choice of the supplier strongly influences e.g., the price the buyer is willing to pay for the good, the level of incoming quality inspection and, most importantly, his ability to deliver the end product to the final customer on time.

Traditional applications of game theory attempt to find Nash Equilibria in these games, which may be described as sets of strategies in which individuals are unlikely to change their behavior. Thus, a game must be designed in such a way that the desired outcome is the best choice for each player and no player will unilaterally deviate from the according strategy.

Contrary to one stage games, players have the opportunity of conditioning their behavior on past actions of the other players in a repetitive game. This means that in repeated games, players have the opportunity of building trust by acting in a cooperative way, but also punishing other players for non cooperative actions.

To capture the repetitive nature of the procurement process and to establish cooperation as a best choice for the supplier and the buyer, the theory of repeated games (refer to FUDENBERG & TIROLE 2000, GIBBONS 2004, RATLIFF 2004) is utilized to derive an incentive structure for suppliers in this thesis.

3.2 Repeated Games and Quality Management

A repeated game consists of a finite or infinite series of stage games G, which involve a player set $I = \{1, \ldots, n\}$. Hence, two players are in the supplier-buyer relationship and every delivery of parts represents a stage game.

In each stage, each player's actions are a choice from their action space A_i. The space of possible action profiles is thus $A = X_{i \in I} A_i$. For each player, the set of actions available, in any period of the game, is the same regardless of which period it is and which actions have taken place in the past. Following the discussion in Section 2.5, the supplier's actions are to deliver imperfect (q) or perfect quality (q_{100}), while the buyer can pay a price that includes a quality premium (w^*, i.e.

$w^* - w$ equals the quality premium) or just the common market price (w) combined with a penalty (see group 4 in the industrial practices in Section 2.2).

Each player has a von Neumann-Morgenstern utility function[7] defined by the outcomes of G, and every player's ultimate payoff is an additively separable function of the discounted per-period payoffs, if G is played several times. The payoffs to the players from the stage game in any period depend only on the action profile played in that period and, therefore, on the quality level of the supplier and the part price paid by the buyer.

In repeated games, the typical "standard signaling" assumption is made. This means that the play which occurred in each repetition of the stage game is revealed to all players before the next stage game. Combined with perfect recall, this allows subsequent choices to be conditioned on the past actions of other players. These properties of repeated games fit particularly well with the nature of the quality management process, because the buyer learns the quality level of the supplier each time parts are delivered. The buyer records this knowledge in the form of performance reports and can decide upon quality management actions based on these metrics (see group 4 in section 2.2, Figure 5).

The first period of the game is labeled $t = 0$, whereas the final period, if it exists, is period T. Thus, the repeated game comprises a total of $T+1$ periods. Since a supplier will usually seek to deliver parts to a buyer for longer than a single product life cycle, the game is reasonably assumed to be played for an infinite number of stages (n), as the supplier does not know when the game will end.

An action, which player i executes in period t, is referred to as a_i^t. The action profile played in period t then is the n-tuple of the individuals' stage game actions $a^t = (a_1^t, ..., a_n^t)$. As the players are allowed to condition their stage game action choices in later periods upon actions taken earlier by other players, they base their decisions on the history of the game. The history, at time t, is defined as $h^t = (a^0, a^1, \ldots, a^{t-1})$ and the specification of h^t thus includes within it a definition of all previous histories. For instance, the history h^t is a concatenation of h^{t-1} with the action profile a^{t-1}. The set of all possible histories is thus the t-fold Cartesian product of the space of stage game action profiles A.

[7] A player possesses a von Neumann-Morgenstern utility function if he is indifferent between receiving a given bundle or participating in a game with the same expected value.

As mentioned above, player i 's period-t stage game strategy s_i^t is a function of this history, where $a_i^t = s_i^t(h^t)$ is the action profile that would be played in period t if the previous play had followed h^t. A player's stage game action in any period and after any history must be drawn from the player's action space for that period, but because the game is stationary, the stage game action space A_i does not change with time, which may be expressed as $(\forall i \in I)(\forall t)(\forall h^t \in A)\, s_i^t(h^t) \in A_i$. The period-$t$ stage game strategy profile is thus described as $s_i^t = (s_1^t, \dots, s_n^t)$. Using stage game strategies as building blocks, player i's strategy for the repeated game is expressed as $s_i = (s_i^0, s_i^1, \dots, s_i^T)$. When the repeated game strategy profile s is played, the payoff to player i is defined as:

$$u_i(s) = \sum_{t=0}^{T} \delta\, g_i(s_i^t(h^t)) \qquad (5)$$

where δ is the common discount factor, which may be interpreted as an expression of time preference, and g_i is the stage game payoff resulting from the strategy profile. A repeated game strategy profile is a Nash Equilibrium for all players i when

$$\bar{s}_i \in \arg\max_{s_i \in S_i} u_i(s_i, \bar{s}_{-i}).^{8} \qquad (6)$$

A subgame-perfect equilibrium strategy profile is one where the restriction of $\bar{s}$ to any subgame is a Nash Equilibrium strategy profile in that subgame[9].

3.3 Incentive Structure based on a Grimm Trigger Strategy

To derive conditions under which a supplier will deliver perfect quality, a Grimm Trigger strategy is employed (for a model of the efficiency of employment, see SHAPIRO & STIGLITZ 1984). This strategy prescribes cooperating in the initial period and then cooperating as long as both players have cooperated in previous periods. Following the action spaces A_i of the supplier and the buyer, defined in

[8] arg max is the value of the given argument for which the value of the given expression attains its maximum value.

[9] A subset or piece of a sequential game beginning at some node such that each player knows every action of the players that moved before him at every point

4 Industrial Application of the Incentive Structure

4.1 Introduction

The Grimm Trigger strategy was applied in an industrial case study, which was conducted in cooperation with a manufacturer of credit cards and UICC's (Universal Integrated Circuit Card), chip cards used in mobile phones for GSM and for UMTS networks, respectively. For each of the products, a supplier of components was analyzed.

4.2 Foil Supplier

In the first case, the investigated vendor provides foils that are used to manufacture so-called multi-layer credit cards, which consist of between four and nine colored and transparent foils, often with a magnetic and a signature strip. At the manufacturer's site, the required amounts of foils and strips are stacked and geometrically adjusted by a fixation machine, where the top and the bottom foils are transparent. The underlying layers contain the foils with the card's design elements and a certain number of white foils for stabilization purposes. The foil stack, from which 48 cards are obtained, is then joined through laser technology. Finally, the foils are baked, cut, deflashed, and the cards are stamped with the user's personal data.

The manufacturer procures an estimated 867,020 foils per year from the supplier and incurs a part price (w) of 0.0145 €. The foils are delivered to the manufacturer between one and five times per month, depending on the level of demand. From the ERP-system (SAP© R/3) data, the probability (p) that a delivery contains zero defects is assumed to equal 0.34.

The problems that occur with defective foils mostly stem from the mixture of ingredients used in the foil production process, which result in insufficient coloring or translate to deficiencies in the lamination process.

The first quality issue requires a preventive inspection of the colored foils through which a yearly labor cost of 14,450 € arises for the manufacturer. The scrap cost for lamination failures equals 20,000 € per year. Taking this cost into account, a per part quality cost (q_m) of 0.039 € can be calculated for the manufacturer. Surprisingly, this amount represents more than double the part price, yet the manufacturer presently does not penalize the supplier for defective units.

To overcome these shortcomings, the supplier would have to invest 50,000 € for a test lamination machine and an additional 175,000 € for a chemical mixture analyzing device. Analogous to the manufacturer, the supplier would also have to incur a yearly labor cost of 14,450 €. Assuming that the testing devices can be employed for 8 years, the supplier's quality cost (q_s) of 0.049 € per part may be calculated. Using formula (10) and the manufacturer's commonly used interest rate of 4%, a discount factor of 0.9615 is calculated and a part price (w^*) of 0.066 € is obtained, which includes the full quality premium and presumes a setting where the supplier is not penalized.

As it can be already anticipated from a comparison of q_m and q_s, the cost resulting from the higher part price exceeds the manufacturer's yearly quality cost and the manufacturer would have to incur an extra 10,704.1 € to obtain perfect quality by paying a part price that includes a quality premium. Hence, formula (11) is not satisfied. For an overview of this data refer to Figure 12.

Input parameters – current setting	
• Market price (w):	0.0145000 €
• Per part quality cost of the supplier (q_s):	0.0491050 €
• Discount factor based on an interest rate of 4% (δ):	0.9615
• Probability of zero defects (p):	0.34
• Penalty per defective part (r):	0 €
• Expected penalty ($E(r)$):	0 €
• Per part quality cost of the manufacturer (q_m):	0.0397338 €

Management choices	
• Part price including quality premium (w^*):	0.0665797 €
• Savings per year (case V):	- 10,704.1 €
• Required penalty (r) for constant market price (w):	0.1533142 €
• Savings per year (case IV):	34,450 €

Figure 12: Overview of parameters and results for the foil supplier for the Grimm Trigger strategy

In this case, the only management choice that increases the supplier's quality level and reduces the manufacturer's cost is to penalize the supplier, if defective parts are delivered. To create a setting in which the supplier is indifferent between perfect and imperfect quality, the manufacturer would have to penalize the supplier with at least 0.153 € per defect. To fully eliminate the manufacturer's quality cost (q_m) of 34,450 €, the manufacturer would have to charge the supplier a penalty of 0.153 € per faulty unit. Thus, case IV (depicted in Figure 9, p. 26) is the manufacturer's best choice. Since the probability of zero defects has been drawn from historical data, Figure 13 plots a sensitivity curve for the penalty level where the supplier is indifferent between good and insufficient quality as well as for the case where the buyer's quality cost is fully eliminated.

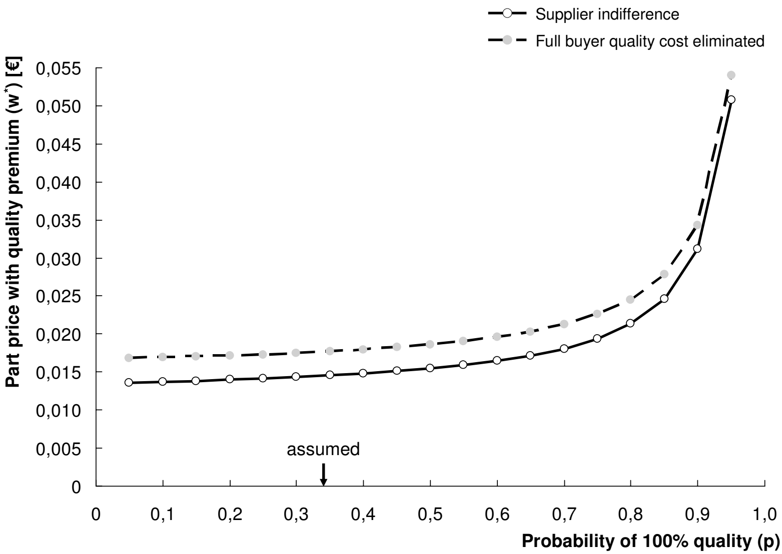

Figure 13: Sensitivity analysis of the part price vs. the probability of high quality for the foil supplier

4.3 Plastic Card Supplier

The second supplier analyzed in the course of the industrial case study provides plastic cards that have a similar size as credit cards and are used to produce UICC's. Upon arrival at the manufacturer's factory, these injection molded parts are fed into a printing machine, which applies the customer-specific design to the card. Subsequently, the UICC-bodies are stamped into the plastic while they are still connected to the card, though they can easily be detached from it by the end-user. In the next step, the chip is planted onto the UICC-body, and the so-called operating system and the customer information (e.g., the user's PIN) is installed. Finally, the cards are conveyed to the mailing center, where they are packaged and sent to the end-users together with an information kit.

5 Review of Literature on Delivery Reliability

5.1 Introduction

Subsequent to the design of an incentive structure for the management of supplier quality, the remaining chapters focus on the second objective of this thesis, which is to provide the means through which buyers can efficiently and effectively ascertain the delivery reliability of potential suppliers.

To understand the current state of knowledge on this topic, this chapter focuses on research about managing delivery reliability and on its limitations. Both qualitative and quantitative approaches are examined: First, models that describe supply chains are elaborated to capture the full set of parameters for formalizing them.

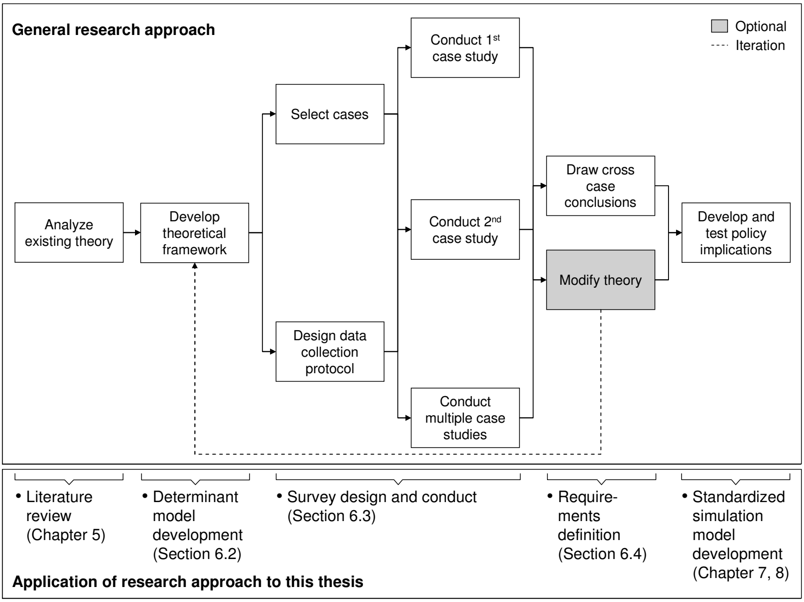

Figure 17: Research process applied for increasing delivery reliability

Subsequently, these parameters are discussed in regards to their influence on delivery reliability of the supply chains investigated by this thesis. Next, different quantitative models for supply chain management are introduced, and their strengths and weaknesses are examined.

As depicted in Figure 17, the literature review elaborated in this chapter serves as the basis for the research process described in the following chapters (see YIN 1994, p. 49; LINCK 2001, p. 87; LEEDY 1985). The delivery reliability relevant parameters identified in the literature review (Chapter 5) are utilized to develop a qualitative determinant model for describing supply chains in Section 6.2. This determinant model is then used as the structuring element for a survey in Section 6.3. The gained data is employed to draw cross-case conclusions in regards to the main requirements and levers for increasing supplier delivery reliability in Section 6.4. Depending on the outcome of the cross case conclusions, the theory developed in Section 6.2 may optionally be modfied, if any additions or changes are required. This may be neccessary, if new insights are gained during the analysis of the survey data and the research process should thus be iterated. The simulation models developed in Chapter 7 follow from the discussion of the quantitative models in the literature review and the requirements defined in Section 6.4, and are applied to an industrial case study in Chapter 8 to demonstrate how policy implications can be derived from the simulation results.

5.2 Qualitative Description of Supply Chains

Many qualitative descriptions or classifications of supply chain or network arrangements can be found in the SCM literature (SYDOW 1992, p. 85). These schemes encompass a wide range of foci. In the following sections, typologies are introduced that analyze supply chains on the basis of: structure, products, trust, influence, operations, and supply chain partner integration.

5.2.1 Structural Supply Chains

Concerning the structure, BEAMON & CHEN (2001) differentiate supply chains through four network classes (Figure 18). *Convergent* structures are assembly-type networks where each node (or facility) in the chain has at most one successor, but may have any number of predecessors. A supply chain is classified as *divergent* if each node has at most one predecessor, but any number of successors, and may thus be thought of as the structural opposite of a convergent supply chain. A *conjoined* structure is a combination of a convergent and a divergent supply chain, where each substructure (convergent and divergent) is combined in sequence to form a single, connected network. The *general* supply chain does not fall into any of the preceding three classes. Networks exhibiting a general structure are neither strictly convergent, nor divergent, nor conjoined. According to BEAMON & CHEN (2001, p. 3195 et seq.) examples of supply chains that commonly display a general structure include those for automobile and electronics manufacturing. Convergent structures are common to the aircraft industry, whereas divergent and conjoined forms may be found in mineral and food supply chains, respectively.

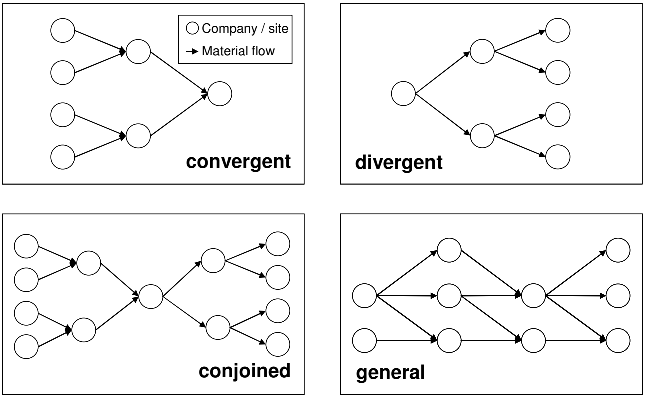

Figure 18: Structural classification of supply chains (BEAMON & CHEN 2001, p. 3196)

HUANG 2004 (2004, p. 13 et seq.) utilizes a similar classification scheme for distinguishing supply chains, which is based on the ideas of THOMPSON (1967). The concept differentiates *serial*, *pooled,* and *reciprocal* interdependencies between two plants. Serial interdependencies are related to situations where the output of one manufacturing system is the input to the next. In pooled dependence, the activities of more than one system serve as inputs for another. Thus, any of the constructs suggested by BEAMON & CHEN (2001) may be assembled through pooled and serial interdependencies. Reciprocal relationships may be summarized as “a mutual exchange of inputs and outputs between two or more parties” (HUANG 2004, p. 14), which is not addressed by the models suggested by BEAMON & CHEN (2001).

A further structural classification was derived through a Delphi study conducted by the Integrated Supply Chain Management (ISCM) program of the Massachusetts Institute of Technology (MIT). Its results (RICE & HOPPE 2001, p. 50) suggest *completely disconnected*, *completely overlapping,* and *partially overlapping* supply chains to characterize the level of competition between the networks of a given industry. The highest form of rivalry among supply chains is inherent to the first network type, since companies that constitute such chains exclusively serve firms involved in the creation of one specific end product. In completely or partially overlapping networks, however, a partner may supply products to various companies within the same industry. The latter two forms may be found, for example, in the automotive industry, where it is difficult to separate singular supply chains that compete against each other.

5.2.2 Product-Based Supply Chains

In the SCM literature, a product-based differentiation of supply chains has been described by FISHER (1997). To define the requirements of such networks, products are classified into *functional* and *innovative* products. The first group is subject to a known and nearly constant demand (e.g., dairy products), while the latter has little forecasting accuracy (e.g., computers). Moreover, FISHER (1997) states that functional products have long product life cycles and a small contribution margin, in contrast to innovative products. Additional product characteristics refer to lead times, mark downs, and stock out rates (Figure 19).

Product characteristics	Functional products	Innovative products
Demand	constant	variable
Product life cycles	more than 2 years	3 months to 1 year
Contribution margin	5 to 20%	20 to 60 %
Product variety	low (10 to 20 variants)	high (10^6 of variants)
Average margin error	10%	40 to 100 %
Average stock out rate	1 to 2%	10 to 40 %
Average end-of-season mark-down as percentage of full price	0%	10 to 25 %
Lead time required for make-to-order product	6 months to 1 year	1 day to 2 weeks

Figure 19: Characteristics of functional and innovative products (FISHER 1997, p. 107)

7 Simulation Models for Assessing Delivery Risk

7.1 Introduction

To fulfill the requirements listed in the previous section, this chapter focuses on deriving a supplier assessment tool. A brief discussion of the methodology used for creating the tool is given at the beginning of this chapter. Next, the general structure of the developed tool is elaborated and the tests to ensure the model's functionality are detailed. The chapter concludes with a discussion of the guideline for the practical application of the supplier assessment tool.

7.2 Basics of System Dynamics

As a basis for creating a tool for assessing supplier delivery reliability, the System Dynamics methodology (see Forrester 1958, Forrester 1996) was selected. Considering the generic structure of System Dynamics models, it became evident that the requirement for easy adaptability and extendibility is well satisfied.

The requirement for a low aboriginal cost of the SD software is met, since the purchase price of the required software is around 10% of the cost of standard discrete event simulation packages.

To ensure easy applicability of the model for end-users, System Dynamics software in addition to a modeling layer encompasses an operating layer that can be designed to accommodate any potential user.

As shown in Figure 30, a System Dynamics (SD) model (modeling layer) consists of stocks and flows, and information feedback. In the model structure, a clear distinction is made between the physical flows through the stock-and-flow network and the information feedback that couples the stocks to the flows and closes the loops in the system by passing information from one element to other relevant elements.

Stocks are generic and can represent tangible quantities such as people, money or material, but also resemble intangible variables such as employee morale or perceived inventory, which are important characteristics when considering the extendibility of the supplier assessment tool. Inflows and outflows can be controlled by other stocks, flows, auxiliary variables, external inputs, or constants, where auxiliary variables are calculated from a constant and a flow or stock value, and external inputs are variables that are intentionally excluded from the model. The mathematical representation of a stock level, at time *t,* is thus:

$$Stock(t) = \int_{t_0}^{t} (Inflow(s) - Outflow(s))ds + Stock(t_0).$$

The derivatives of the stocks are nonlinear functions of the stocks with which they are interconnected, as well as exogenous variables and any relevant constants.

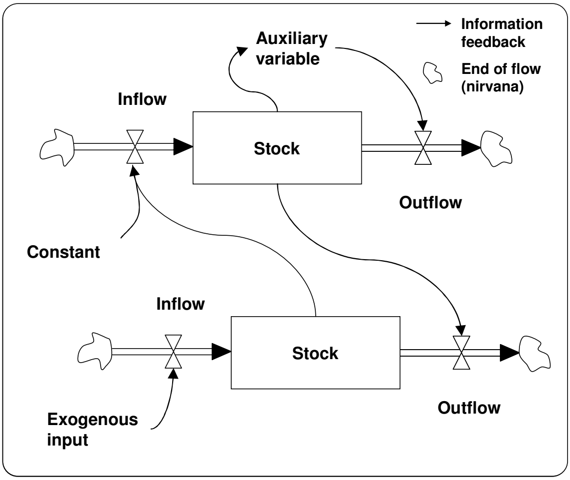

Figure 30: Elements of a System Dynamics model (adapted from STERMAN 2000, p. 204)

To visualize the relationships between the variables (stocks, flows, or auxiliary variables) casual loop diagrams are employed, as purely visual representations of the model itself (i.e. stocks and flows) would not be sufficient for the understanding of the reader. As shown in Table 7, the main symbols used in casual loop diagrams are the arrows, indicating link polarity between the variables. The first describes a relation where variable *Y* increases with variable *X*, which is a positive link polarity. The second symbol describes the opposite situation. In casual loop diagrams, loops can be reinforcing (indicated by an R) or balancing (indicated by a B), depending on how a small change within one variable propagates within the loop. If the feedback loop enforces the polarity of the change, then it is a reinforcing loop, if the polarity changes, it can be considered a balancing loop.

When causual loop diagrams are translated into a stock and flow model (and thus the actual SD model) the modeler must decide, how the elements of the diagram are best modeled. In general, variables serving as an input in the casual loop diagram are modeled as auxiliary variables (e.g., the buyer order rate in Figure 31), whereas variables with many interconnections to other variables in the casual loop diagram are modeled as a combination of stocks and flows (e.g., production rate of the supplier in Figure 31).

Symbol	Interpretation	Mathematical formulation
$X \xrightarrow{+} Y$	If all else remains equal and X increases (decreases) then Y increases (decreases) above (below) what it would have been. In the case of accumulations, X adds to Y.	$\partial Y / \partial X > 0$ In the case of accumulations $Y = \int_{t_0}^{t} (X + ...)ds + Y_{t0}$
$X \xrightarrow{-} Y$	If all else remains equal and X increases (decreases) then Y decreases (increases) below (above) what it would have been. In the case of accumulations, X adds to Y.	$\partial Y / \partial X < 0$ In the case of accumulations $Y = \int_{t_0}^{t} (-X + ...)ds + Y_{t0}$

Table 7: Link polarity in casual loop diagrams

As far as the most important criteria mentioned in section 6.4 are concerned, the following paragraphs elaborate on how the determinants are integrated into the design of the model. Furthermore, an explanation is given for how the model can be used to assess the current state of the supplier's manufacturing system and how potential improvement measures can be tested.

7.3 Description of the Developed SD Model

7.3.1 Model Elements

The determinant set, defined in Section 6.2, is composed of three categories: exchanged good, associated enterprises, and the entities' fit. To assess the per-

8 Industrial Assessment of Delivery Reliability

8.1 Supplier of Magnetic Valves

To evaluate the applicability of the ideas developed in the preceding chapter, an industrial system was analyzed by means of the standardized System Dynamics models, and guidelines were derived for improving the system.

The investigated plant supplies various parts, including magnetic valves to an inter-company-buyer who produces train equipment. These valves are essential components of the pneumatic brake control system of track vehicles. In order to enable a deeper understanding on the analyzed Supply Chain, the value stream (refer to ROTHER & SHOOK 2003) of the analyzed dyad is depicted in Figure 39.

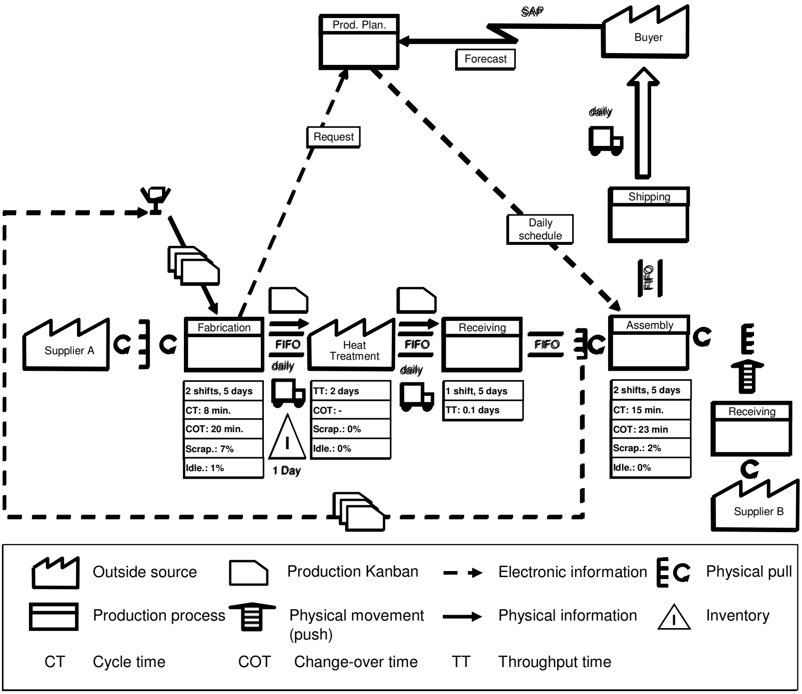

Figure 39: Value stream map of the supply chain for the magnetic valve

The buyer orders the parts via the common ERP system (SAP©) and also provides a forecast to the supplier to enable a timely response to demand peaks. The orders are converted to a daily production schedule by the supplier's production planning and control department.

Accordingly, magnetic valves, consisting of an aluminium body and a certain number of standard parts, are assembled, tested, and packaged in one of the assembly department's cells, which is also dedicated to other products. Assembly cells operate five days a week, two shifts a day.

Standard parts are drawn from a supermarket that is situated in the assembly and replenished by the vendor-managed inventory principle by supplier B. Similarly, the valve bodies are picked from the stock that is available in the assembly area. Empty containers are conveyed to the fabrication department together with a Kanban.

During fabrication, the Kanban enters the production queue and the sequence in which orders are processed is determined by the production manager. The machining center, for the fabrication, is responsible for an entire product group, which differs from the products processed in the assembly cell. It operates an equal number of shifts for the assembly. The cycle time for the magnetic valve is 8 minutes and the required changeover time for setting up production for the magnetic valve is 20 minutes. When the valves are fabricated, the necessary raw material is picked from a supermarket as aluminium blocks that are replenished by supplier A based on the same principle employed by supplier B.

After production, parts are collected and transferred to a supplier for heat treatment at the end of each day. After 48 hours, the parts are then returned to the site of the supplier, irrespective of the quantity, where they are accepted by the receiving department and transferred to the material stock in assembly.

Once orders have been completed, they are forwarded to the shipping department, where the required documents are attached to the orders. Finally, orders are conveyed to the buyer via a truck that commutes between the supplier and the buyer on a daily basis.

8.2 Simulative Investigation

As delivery reliability of the supplier varied between 80 and 85%, under the buyer's order profile, a simulative investigation was conducted utilizing the make-to-order simulation model. For the specification of the simulation parameters, the buyer's order profile was calculated from the order data for 105 days, which is depicted in Figure 40. As illustrated, the mean demand is 102 parts per

9 Summary and Outlook

9.1 Summary

The complexity of products is continuously rising, and product life-cycles are becoming increasingly shorter. Thus, Original Equipment Manufacturers increasingly rely on their suppliers. In turn, these vendors supply a large percentage of the components and sub-assembly groups constituting the final product. From the results of the survey conducted in the course of this research, however, supplier quality and on-time delivery rates are considerable concerns of the buyers and the Original Equipment Manufacturers.

In today's industry, supplier quality is mostly addressed by supplier certification programs that are to ensure the suppliers' technical capabilities of producing high quality products. These programs have limited effectiveness. The quality problems that remain are often addressed through prescribing costly measures such as high inspection frequencies on the supplier side or increasing incoming quality checks on the buyer side. Additionally, suppliers sometimes must incur the buyer's cost of poor supplier quality and pay penalties.

To provide a means through which the quality of suppliers can be increased in a sustainable manner, which would be beneficial for both parties, incentive structures were derived in this thesis. Under certain circumstances, these offer a financial incentive to suppliers when high quality is delivered. These structures were found by applying repeated games to the quality management problem and are based on Grimm-Trigger and Limited Retaliation strategies. The results were tested in two case studies and the industrial application showed that the offering of a higher part price can enable the supplier to invest in technology that results in higher quality while, at the same time, reduces the buyer's overall cost. This is explained by the fact that the price increase is less costly to the buyer than is the cost for incoming inspection to ensure high supplier quality.

Hence, the first objective of this thesis, to assist the management of supplier quality through deriving conditions under which a supplier is at least indifferent to delivering perfect or imperfect quality, to enhance the quality levels in industry, has been fulfilled.

In terms of insufficient delivery reliability of suppliers, a review of quantitative models for supply chain management showed that a great number of measures have been proposed and adopted by industry to increase the effectiveness of de-

10 References

ACCENTURE 2005

Accenture GmbH: The buying organization of the future – 2002 European procurement survey. <www.accenture.com/xdoc/nl/locations/nederland/our_work/service_lines/buyer_future.pdf> (04.02.2005).

AEROJET 2005

Aerojet GmbH: Aerojet Purchase Order Quality Clauses. <http://www.aerojet.com/supplier/Sac/QAClauses12-2002.pdf> (04.02.2005).

ALICKE 2003

Alicke, K.: Planung und Betrieb von Logistiknetzwerken – Unternehmensübergreifendes Supply Chain Management. Berlin: Springer (2003).

ANDERNACH 2005

Andernach, K.: Modell zur Bewertung und Steuerung der Qualitätsverbesserung im Rahmen von Qualitätsmanagementsystemen. Doctoral Thesis Technische Universität Berlin (2005).

ANDREß et al. 1997

Andreß, H.-J.; Hagenaars, J. A.; Kühnel, S.: Analyse von Tabellen und kategorialen Daten: log-lineare Modelle, latente Klassenanalyse, logistische Regression und GSK-Ansatz. Berlin: Springer (1997).

ANGERHOFER & ANGELIDES 2000

Angerhofer, B. J.; Angelides, M. C.: System dynamics modelling in supply chain management: research review. In: Joines, J. A. et al. (Eds.): Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference; Orlando, FL, December 10-13, 2000, pp. 342-351.

ASKIN 1993

Askin, R. G.: Modelling and analysis of manufacturing systems. New York, NY: John Wiley & Sons (1993).

AVIBANK 2005

Avibank: Supplier Quality Clauses. <http://www.avibank.com/admin/cotent/uploaded_files/Avibank/Supplier/Quality/Clauses/2-8-05.pdf> (04.02.2005).

ZÄH 2003
Zäh, M. F.: Kooperationsmanagement: Ein Überblick. In: Zaeh, M. F. et al. (Eds.): Kooperationsmanagement in der Produktion. München: Utz 2003. (*iwb* Seminarberichte 69).

ZÄH & MÖLLER 2007
Zäh, M. F.; Möller, N.: Dimensionierung von Kanban-Regelkreisen. In: Dickmann, P. (Ed.): Schlanker Materialfluss mit Lean Production, Kanban und Innovationen. Berlin: Springer 2007, pp. 126-133.

ZÄH et al. 2004a
Zaeh, M. F.; Habicht, C.; Neise, P.: Classification and parameterization of bilateral supply chain cooperations. In: Proceedings of CIRP Design Seminar; Cairo. 2004.

ZÄH et al. 2004b
Zäh, M. F.; Habicht, C.; Neise, P.: Modeling supply networks by means of building blocks. In: 4. Chemnitzer Tagung "Vernetzt Planen und Produzieren" (VPP); Chemnitz 27th-28th of September. 2004.

ZÄH et al. 2005
Zäh, M. F.; Özer, Ö.; Neise, P.: An Incentive Structure for the Management of Supplier Quality. In: Reinhart, G. et al. (Eds.): Proceedings of the 1st International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production; 22nd-23rd of September. Munich: Utz 2005, pp. 123-133.

ZSIDISIN 2003
Zsidisin, G. A.: Managerial perceptions of supply risk. Journal of Supply Chain Management 39 (2003) 4, pp. 14-25.

iwb Forschungsberichte Band 1–121

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

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

1 *Streifinger, E.*
Beitrag zur Sicherung der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit moderner Fertigungsmittel
1986 · 72 Abb. · 167 Seiten · ISBN 3-540-16391-3

2 *Fuchsberger, A.*
Untersuchung der spanenden Bearbeitung von Knochen
1986 · 90 Abb. · 175 Seiten · ISBN 3-540-16392-1

3 *Maier, C.*
Montageautomatisierung am Beispiel des Schraubens mit Industrierobotern
1986 · 77 Abb. · 144 Seiten · ISBN 3-540-16393-X

4 *Summer, H.*
Modell zur Berechnung verzweigter Antriebsstrukturen
1986 · 74 Abb. · 197 Seiten · ISBN 3-540-16394-8

5 *Simon, W.*
Elektrische Vorschubantriebe an NC-Systemen
1986 · 141 Abb. · 198 Seiten · ISBN 3-540-16693-9

6 *Büchs, S.*
Analytische Untersuchungen zur Technologie der Kugelbearbeitung
1986 · 74 Abb. · 173 Seiten · ISBN 3-540-16694-7

7 *Hunzinger, I.*
Schneiderodierte Oberflächen
1986 · 79 Abb. · 162 Seiten · ISBN 3-540-16695-5

8 *Pilland, U.*
Echtzeit-Kollisionsschutz an NC-Drehmaschinen
1986 · 54 Abb. · 127 Seiten · ISBN 3-540-17274-2

9 *Barthelmeß, P.*
Montagegerechtes Konstruieren durch die Integration von Produkt- und Montageprozeßgestaltung
1987 · 70 Abb. · 144 Seiten · ISBN 3-540-18120-2

10 *Reithofer, N.*
Nutzungssicherung von flexibel automatisierten Produktionsanlagen
1987 · 84 Abb. · 176 Seiten · ISBN 3-540-18440-6

11 *Diess, H.*
Rechnerunterstützte Entwicklung flexibel automatisierter Montageprozesse
1988 · 56 Abb. · 144 Seiten · ISBN 3-540-18799-5

12 *Reinhart, G.*
Flexible Automatisierung der Konstruktion und Fertigung elektrischer Leitungssätze
1988 · 112 Abb. · 197 Seiten · ISBN 3-540-19003-1

13 *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 *Wrba, P.*
Simulation als Werkzeug in der Handhabungstechnik
1990 · 125 Abb. · 178 Seiten · ISBN 3-540-52231-X

26 *Eibelshäuser, P.*
Rechnerunterstützte experimentelle Modalanalyse mittels gestufter Sinusanregung
1990 · 79 Abb. · 156 Seiten · ISBN 3-540-52451-7

27 *Prasch, J.*
Computerunterstützte Planung von chirurgischen Eingriffen in der Orthopädie
1990 · 113 Abb. · 164 Seiten · ISBN 3-540-52543-2

28 *Teich, K.*
Prozeßkommunikation und Rechnerverbund in der Produktion
1990 · 52 Abb. · 158 Seiten · ISBN 3-540-52764-8

29 *Pfrang, W.*
Rechnergestützte und graphische Planung manueller und teilautomatisierter Arbeitsplätze
1990 · 59 Abb. · 153 Seiten · ISBN 3-540-52829-6

30 *Tauber, A.*
Modellbildung kinematischer Strukturen als Komponente der Montageplanung
1990 · 93 Abb. · 190 Seiten · ISBN 3-540-52911-X

31 *Jäger, A.*
Systematische Planung komplexer Produktionssysteme
1991 · 75 Abb. · 148 Seiten · ISBN 3-540-53021-5

32 *Hartberger, H.*
Wissensbasierte Simulation komplexer Produktionssysteme
1991 · 58 Abb. · 154 Seiten · ISBN 3-540-53326-5

33 *Tuczek, H.*
Inspektion von Karosseriepreßteilen auf Risse und Einschnürungen mittels Methoden der Bildverarbeitung
1992 · 125 Abb. · 179 Seiten · ISBN 3-540-53965-4

34 *Fischbacher, J.*
Planungsstrategien zur stömungstechnischen 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 Klebeprozesse
1992 · 106 Abb. · 139 Seiten · ISBN 3-540-55374-6

45 *Schönecker, W.*
Integrierte Diagnose in Produktionszellen
1992 · 87 Abb. · 159 Seiten · ISBN 3-540-55375-4

46 *Bick, W.*
Systematische Planung hybrider Montagesysteme unter Berücksichtigung der Ermittlung des optimalen Automatisierungsgrades
1992 · 70 Abb. · 156 Seiten · ISBN 3-540-55377-0

47 *Gebauer, L.*
Prozeßuntersuchungen zur automatisierten Montage von optischen Linsen
1992 · 84 Abb. · 150 Seiten · ISBN 3-540-55378-9

48 *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 Zustandesregelung 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 *Helml, 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.*
Rechnergestütze Simulationswerkzeuge zur Effizienzsteigerung des Industrierobotereinsatzes
1994 · 91 Abb. · 146 Seiten · ISBN 3-540-56889-1

63 *Dirndorfer, A.*
Robotersysteme zur förderbandsynchronen Montage
1993 · 76 Abb. · 144 Seiten · ISBN 3-540-57031-4

64 *Wiedemann, M.*
Simulation des Schwingungsverhaltens spanender Werkzeugmaschinen
1993 · 81 Abb. · 137 Seiten · ISBN 3-540-57177-9

65 *Woenckhaus, Ch.*
Rechnergestütztes System zur automatisierten 3D-Layoutoptimierung
1994 · 81 Abb. · 140 Seiten · ISBN 3-540-57284-8

66 *Kummetsteiner, G.*
3D-Bewegungssimulation als integratives Hilfsmittel zur Planung manueller Montagesysteme
1994 · 62 Abb. · 146 Seiten · ISBN 3-540-57535-9

67 *Kugelmann, F.*
Einsatz nachgiebiger Elemente zur wirtschaftlichen Automatisierung von Produktionssystemen
1993 · 76 Abb. · 144 Seiten · ISBN 3-540-57549-9

68 *Schwarz, H.*
Simulationsgestützte CAD/CAM-Kopplung für die 3D-Laserbearbeitung mit integrierter Sensorik
1994 · 96 Abb. · 148 Seiten · ISBN 3-540-57577-4

69 *Viethen, U.*
Systematik zum Prüfen in flexiblen Fertigungssystemen
1994 · 70 Abb. · 142 Seiten · ISBN 3-540-57794-7

70 *Seehuber, M.*
Automatische Inbetriebnahme geschwindigkeitsadaptiver Zustandsregler
1994 · 72 Abb. · 155 Seiten · ISBN 3-540-57896-X

71 *Amann, W.*
Eine Simulationsumgebung für Planung und Betrieb von Produktionssystemen
1994 · 71 Abb. · 129 Seiten · ISBN 3-540-57924-9

72 *Schöpf, M.*
Rechnergestütztes Projektinformations- und Koordinationssystem für das Fertigungsvorfeld
1997 · 63 Abb. · 130 Seiten · ISBN 3-540-58052-2

73 *Welling, A.*
Effizienter Einsatz bildgebender Sensoren zur Flexibilisierung automatisierter Handhabungsvorgänge
1994 · 66 Abb. · 139 Seiten · ISBN 3-540-580-0

74 *Zetlmayer, H.*
Verfahren zur simulationsgestützten Produktionsregelung in der Einzel- und Kleinserienproduktion
1994 · 62 Abb. · 143 Seiten · ISBN 3-540-58134-0

75 *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 Qualitätsmanagment unter Verwendung von Felddaten
1996 · 67 Abb. · 132 Seiten · ISBN 3-540-61678-0

102 *Pischeltsrieder, 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 Ähnlichteilsuche 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 *Pfob, 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

Seminarberichte iwb

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

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

1 Innovative Montagesysteme - Anlagengestaltung, -bewertung und -überwachung
115 Seiten · ISBN 3-931327-01-9

2 Integriertes Produktmodell - Von der Idee zum fertigen Produkt
82 Seiten · ISBN 3-931327-02-7

3 Konstruktion von Werkzeugmaschinen - Berechnung, Simulation und Optimierung
110 Seiten · ISBN 3-931327-03-5

4 Simulation - Einsatzmöglichkeiten und Erfahrungsberichte
134 Seiten · ISBN 3-931327-04-3

5 Optimierung der Kooperation in der Produktentwicklung
95 Seiten · ISBN 3-931327-05-1

6 Materialbearbeitung mit Laser · von der Planung zur Anwendung
86 Seiten · ISBN 3-931327-76-0

7 Dynamisches Verhalten von Werkzeugmaschinen
80 Seiten · ISBN 3-931327-77-9

8 Qualitätsmanagement · der Weg ist das Ziel
130 Seiten · ISBN 3-931327-78-7

9 Installationstechnik an Werkzeugmaschinen · Analysen und Konzepte
120 Seiten · ISBN 3-931327-79-5

10 3D-Simulation - Schneller, sicherer und kostengünstiger zum Ziel
90 Seiten · ISBN 3-931327-10-8

11 Unternehmensorganisation - Schlüssel für eine effiziente Produktion
110 Seiten · ISBN 3-931327-11-6

12 Autonome 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 · Produktivitätsteigerung durch technische und organisatorische Ansätze
95 Seiten · ISBN 3-931327-37-X

38 Rapid Prototyping · Effizienter Einsatz von Modellen in der Produktentwicklung
128 Seiten · ISBN 3-931327-38-8

39 Rapid Tooling · Neue Strategien für den Werkzeug- und Formenbau
130 Seiten · ISBN 3-931327-39-6

40 Erfolgreich kooperieren in der produzierenden Industrie · Flexibler und schneller mit modernen Kooperationen
160 Seiten · ISBN 3-931327-40-X

41 Innovative Entwicklung von Produktionsmaschinen
146 Seiten · ISBN 3-89675-041-0

42 Stückzahlflexible Montagesysteme
139 Seiten · ISBN 3-89675-042-9

43 Produktivität und Verfügbarkeit · ...durch Kooperation steigern
120 Seiten · ISBN 3-89675-043-7

44 Automatisierte Mikromontage · Handhaben und Positionieren von Mikrobauteilen
125 Seiten · ISBN 3-89675-044-5

45 Produzieren in Netzwerken · Lösungsansätze, Methoden, Praxisbeispiele
173 Seiten · ISBN 3-89675-045-3

46 Virtuelle Produktion · Ablaufsimulation
108 Seiten · ISBN 3-89675-046-1

47 Virtuelle Produktion · Prozeß- und Produktsimulation
131 Seiten · ISBN 3-89675-047-X
48 Sicherheitstechnik an Werkzeugmaschinen
106 Seiten · ISBN 3-89675-048-8
49 Rapid Prototyping · Methoden für die reaktionsfähige Produktentwicklung
150 Seiten · ISBN 3-89675-049-6
50 Rapid Manufacturing · Methoden für die reaktionsfähige Produktion
121 Seiten · ISBN 3-89675-050-X
51 Flexibles Kleben und Dichten · Produkt-& Prozeßgestaltung, Mischverbindungen, Qualitätskontrolle
137 Seiten · ISBN 3-89675-051-8
52 Rapid Manufacturing · Schnelle Herstellung von Klein- und Prototypenserien
124 Seiten · ISBN 3-89675-052-6
53 Mischverbindungen · Werkstoffauswahl, Verfahrensauswahl, Umsetzung
107 Seiten · ISBN 3-89675-054-2
54 Virtuelle Produktion · Integrierte Prozess- und Produktsimulation
133 Seiten · ISBN 3-89675-054-2
55 e-Business in der Produktion · Organisationskonzepte, IT-Lösungen, Praxisbeispiele
150 Seiten · ISBN 3-89675-055-0
56 Virtuelle Produktion – Ablaufsimulation als planungsbegleitendes Werkzeug
150 Seiten · ISBN 3-89675-056-9
57 Virtuelle Produktion – Datenintegration und Benutzerschnittstellen
150 Seiten · ISBN 3-89675-057-7
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 Ergfolgsfaktor 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 · Schlank im Mittelstand
102 Seiten · ISBN 978-3-89675-087-7
88 Mechatronik · Vorsprung durch Simulation
134 Seiten · ISBN 978-3-89675-088-4
89 RFID in der Produktion · Wertschöpfung effizient gestalten
122 Seiten · ISBN 978-3-89675-089-1

Forschungsberichte iwb

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

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

122 Schneider, Burghard
Prozesskettenorientierte Bereitstellung nicht formstabiler Bauteile
1999 · 183 Seiten · 98 Abb. · 14 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-559-5

123 Goldstein, Bernd
Modellgestützte Geschäftsprozeßgestaltung in der Produktentwicklung
1999 · 170 Seiten · 65 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-546-3

124 Mößmer, Helmut E.
Methode zur simulationsbasierten Regelung zeitvarianter Produktionssysteme
1999 · 164 Seiten · 67 Abb. · 5 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-585-4

125 Gräser, Ralf-Gunter
Ein Verfahren zur Kompensation temperaturinduzierter Verformungen an Industrierobotern
1999 · 167 Seiten · 63 Abb. · 5 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-603-6

126 Trossin, Hans-Jürgen
Nutzung der Ähnlichkeitstheorie zur Modellbildung in der Produktionstechnik
1999 · 162 Seiten · 75 Abb. · 11 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-614-1

127 Kugelmann, Doris
Aufgabenorientierte Offline-Programmierung von Industrierobotern
1999 · 168 Seiten · 68 Abb. · 2 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-615-X

128 Diesch, Rolf
Steigerung der organisatorischen Verfügbarkeit von Fertigungszellen
1999 · 160 Seiten · 69 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-618-4

129 Lulay, Werner E.
Hybrid-hierarchische Simulationsmodelle zur Koordination teilautonomer Produktionsstrukturen
1999 · 182 Seiten · 51 Abb. · 14 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-620-6

130 Murr, Otto
Adaptive Planung und Steuerung von integrierten Entwicklungs- und Planungsprozessen
1999 · 178 Seiten · 85 Abb. · 3 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-636-2

131 Macht, Michael
Ein Vorgehensmodell für den Einsatz von Rapid Prototyping
1999 · 170 Seiten · 87 Abb. · 5 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-638-9

132 Mehler, Bruno H.
Aufbau virtueller Fabriken aus dezentralen Partnerverbünden
1999 · 152 Seiten · 44 Abb. · 27 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-645-1

133 Heitmann, Knut
Sichere Prognosen für die Produktionsptimierung mittels stochastischer Modelle
1999 · 146 Seiten · 60 Abb. · 13 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-675-3

134 Blessing, Stefan
Gestaltung der Materialflußsteuerung in dynamischen Produktionsstrukturen
1999 · 160 Seiten · 67 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-690-7

135 Abay, Can
Numerische Optimierung multivariater mehrstufiger Prozesse am Beispiel der Hartbearbeitung von Industriekeramik
2000 · 159 Seiten · 46 Abb. · 5 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-697-4

136 Brandner, Stefan
Integriertes Produktdaten- und Prozeßmanagement in virtuellen Fabriken
2000 · 172 Seiten · 61 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-715-6

137 Hirschberg, Arnd G.
Verbindung der Produkt- und Funktionsorientierung in der Fertigung
2000 · 165 Seiten · 49 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-729-6

138 Reek, Alexandra
Strategien zur Fokuspositionierung beim Laserstrahlschweißen
2000 · 193 Seiten · 103 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-730-X

139 Sabbah, Khalid-Alexander
Methodische Entwicklung störungstoleranter Steuerungen
2000 · 148 Seiten · 75 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-739-3

140 Schliffenbacher, Klaus U.
Konfiguration virtueller Wertschöpfungsketten in dynamischen, heterarchischen Kompetenznetzwerken
2000 · 187 Seiten · 70 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-754-7

141 Sprenzel, Andreas
Integrierte Kostenkalkulationsverfahren für die Werkzeugmaschinenentwicklung
2000 · 144 Seiten · 55 Abb. · 6 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-757-1

142 Gallasch, Andreas
Informationstechnische Architektur zur Unterstützung des Wandels in der Produktion
2000 · 150 Seiten · 69 Abb. · 6 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-781-4

143 Cuiper, Ralf
Durchgängige rechnergestützte Planung und Steuerung von automatisierten Montagevorgängen
2000 · 168 Seiten · 75 Abb. · 3 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-783-0

144 Schneider, Christian
Strukturmechanische Berechnungen in der Werkzeugmaschinenkonstruktion
2000 · 180 Seiten · 66 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-789-X

145 Jonas, Christian
Konzept einer durchgängigen, rechnergestützten Planung von Montageanlagen
2000 · 183 Seiten · 82 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-870-5

146 Willnecker, Ulrich
Gestaltung und Planung leistungsorientierter manueller Fließmontagen
2001 · 175 Seiten · 67 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-891-8

147 Lehner, Christof
Beschreibung des Nd:Yag-Laserstrahlschweißprozesses von Magnesiumdruckguss
2001 · 205 Seiten · 94 Abb. · 24 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0004-X

148 Rick, Frank
Simulationsgestützte Gestaltung von Produkt und Prozess am Beispiel Laserstrahlschweißen
2001 · 145 Seiten · 57 Abb. · 2 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0008-2

149 Höhn, Michael
Sensorgeführte Montage hybrider Mikrosysteme
2001 · 171 Seiten · 74 Abb. · 7 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0012-0

150 Böhl, Jörn
Wissensmanagement im Klein- und mittelständischen Unternehmen der Einzel- und Kleinserienfertigung
2001 · 179 Seiten · 88 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0020-1

151 Bürgel, Robert
Prozessanalyse an spanenden Werkzeugmaschinen mit digital geregelten Antrieben
2001 · 185 Seiten · 60 Abb. · 10 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0021-X

152 Stephan Dürrschmidt
Planung und Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme in der variantenreichen Serienproduktion
2001 · 914 Seiten · 61 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0023-6

153 Bernhard Eich
Methode zur prozesskettenorientierten Planung der Teilebereitstellung
2001 · 132 Seiten · 48 Abb. · 6 Tabellen · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0028-7

154 Wolfgang Rudorfer
Eine Methode zur Qualifizierung von produzierenden Unternehmen für Kompetenznetzwerke
2001 · 207 Seiten · 89 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0037-6

155 Hans Meier
Verteilte kooperative Steuerung maschinennaher Abläufe
2001 · 162 Seiten · 85 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0044-9

156 Gerhard Nowak
Informationstechnische Integration des industriellen Service in das Unternehmen
2001 · 203 Seiten · 95 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0055-4

157 Martin Werner
Simulationsgestützte Reorganisation von Produktions- und Logistikprozessen
2001 · 191 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0058-9

158 Bernhard Lenz
Finite Elemente-Modellierung des Laserstrahlschweißens für den Einsatz in der Fertigungsplanung
2001 · 150 Seiten · 47 Abb. · 5 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0094-5

159 Stefan Grunwald
Methode zur Anwendung der flexiblen integrierten Produktentwicklung und Montageplanung
2002 · 206 Seiten · 80 Abb. · 25 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0095-3

160 Josef Gartner
Qualitätssicherung bei der automatisierten Applikation hochviskoser Dichtungen
2002 · 165 Seiten · 74 Abb. · 21 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0096-1

161 Wolfgang Zeller
Gesamtheitliches Sicherheitskonzept für die Antriebs- und Steuerungstechnik bei Werkzeugmaschinen
2002 · 192 Seiten · 54 Abb. · 15 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0100-3

162 Michael Loferer
Rechnergestützte Gestaltung von Montagesystemen
2002 · 178 Seiten · 80 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0118-6

163 Jörg Fährer
Ganzheitliche Optimierung des indirekten Metall-Lasersinterprozesses
2002 · 176 Seiten · 69 Abb. · 13 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0124-0

164 Jürgen Höppner
Verfahren zur berührungslosen Handhabung mittels leistungsstarker Schallwandler
2002 · 132 Seiten · 24 Abb. · 3 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0125-9

165 Hubert Götte
Entwicklung eines Assistenzrobotersystems für die Knieendoprothetik
2002 · 258 Seiten · 123 Abb. · 5 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0126-7

166 Martin Weißenberger
Optimierung der Bewegungsdynamik von Werkzeugmaschinen im rechnergestützten Entwicklungsprozess
2002 · 210 Seiten · 86 Abb. · 2 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0138-0

167 Dirk Jacob
Verfahren zur Positionierung unterseitenstrukturierter Bauelemente in der Mikrosystemtechnik
2002 · 200 Seiten · 82 Abb. · 24 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0142-9

168 Ulrich Roßgoderer
System zur effizienten Layout- und Prozessplanung von hybriden Montageanlagen
2002 · 175 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0154-2

169 Robert Klingel
Anziehverfahren für hochfeste Schraubenverbindungen auf Basis akustischer Emissionen
2002 · 164 Seiten · 89 Abb. · 27 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0174-7

170 Paul Jens Peter Ross
Bestimmung des wirtschaftlichen Automatisierungsgrades von Montageprozessen in der frühen Phase der Montageplanung
2002 · 144 Seiten · 38 Abb. · 38 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0191-7

171 Stefan von Praun
Toleranzanalyse nachgiebiger Baugruppen im Produktentstehungsprozess
2002 · 250 Seiten · 62 Abb. · 7 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0202-6

172 Florian von der Hagen
Gestaltung kurzfristiger und unternehmensübergreifender Engineering-Kooperationen
2002 · 220 Seiten · 104 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0208-5

173 Oliver Kramer
Methode zur Optimierung der Wertschöpfungskette mittelständischer Betriebe
2002 · 212 Seiten · 84 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0211-5

174 Winfried Dohmen
Interdisziplinäre Methoden für die integrierte Entwicklung komplexer mechatronischer Systeme
2002 · 200 Seiten · 67 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0214-X

175 Oliver Anton
Ein Beitrag zur Entwicklung telepräsenter Montagesysteme
2002 · 158 Seiten · 85 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0215-8

176 Welf Broser
Methode zur Definition und Bewertung von Anwendungsfeldern für Kompetenznetzwerke
2002 · 224 Seiten · 122 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0217-4

177 Frank Breitinger
Ein ganzheitliches Konzept zum Einsatz des indirekten Metall-Lasersinterns für das Druckgießen
2003 · 156 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0227-1

178 Johann von Pieverling
Ein Vorgehensmodell zur Auswahl von Konturfertigungsverfahren für das Rapid Tooling
2003 · 163 Seiten · 88 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0230-1

179 Thomas Baudisch
Simulationsumgebung zur Auslegung der Bewegungsdynamik des mechatronischen Systems Werkzeugmaschine
2003 · 190 Seiten · 67 Abb. · 8 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0249-2

180 Heinrich Schieferstein
Experimentelle Analyse des menschlichen Kausystems
2003 · 132 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0251-4

181 Joachim Berlak
Methodik zur strukturierten Auswahl von Auftragsabwicklungssystemen
2003 · 244 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0258-1

182 Christian Meierlohr
Konzept zur rechnergestützten Integration von Produktions- und Gebäudeplanung in der Fabrikgestaltung
2003 · 181 Seiten · 84 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0292-1

183 Volker Weber
Dynamisches Kostenmanagement in kompetenzzentrierten Unternehmensnetzwerken
2004 · 210 Seiten · 64 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0330-8

184 Thomas Bongardt
Methode zur Kompensation betriebsabhängiger Einflüsse auf die Absolutgenauigkeit von Industrierobotern
2004 · 170 Seiten · 40 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0332-4

185 Tim Angerer
Effizienzsteigerung in der automatisierten Montage durch aktive Nutzung mechatronischer Produktkomponenten
2004 · 180 Seiten · 67 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0336-7

186 Alexander Krüger
Planung und Kapazitätsabstimmung stückzahlflexibler Montagesysteme
2004 · 197 Seiten · 83 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0371-5

187 Matthias Meindl
Beitrag zur Entwicklung generativer Fertigungsverfahren für das Rapid Manufacturing
2005 · 222 Seiten · 97 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0465-7

188 Thomas Fusch
Betriebsbegleitende Prozessplanung in der Montage mit Hilfe der Virtuellen Produktion am Beispiel der Automobilindustrie
2005 · 190 Seiten · 99 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0467-3

189 Thomas Mosandl
Qualitätssteigerung bei automatisiertem Klebstoffauftrag durch den Einsatz optischer Konturfolgesysteme
2005 · 182 Seiten · 58 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0471-1

190 Christian Patron
Konzept für den Einsatz von Augmented Reality in der Montageplanung
2005 · 150 Seiten · 61 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0474-6

191 Robert Cisek
Planung und Bewertung von Rekonfigurationsprozessen in Produktionssystemen
2005 · 200 Seiten · 64 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0475-4

192 Florian Auer
Methode zur Simulation des Laserstrahlschweißens unter Berücksichtigung der Ergebnisse vorangegangener Umformsimulationen
2005 · 160 Seiten · 65 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0485-1

193 Carsten Selke
Entwicklung von Methoden zur automatischen Simulationsmodellgenerierung
2005 · 137 Seiten · 53 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0495-9

194 Markus Seefried
Simulation des Prozessschrittes der Wärmebehandlung beim Indirekten-Metall-Lasersintern
2005 · 216 Seiten · 82 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0503-3

195 Wolfgang Wagner
Fabrikplanung für die standortübergreifende Kostensenkung bei marktnaher Produktion
2006 · 208 Seiten · 43 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0586-6

196 Christopher Ulrich
Erhöhung des Nutzungsgrades von Laserstrahlquellen durch Mehrfach-Anwendungen
2006 · 178 Seiten · 74 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0590-4

197 Johann Härtl
Prozessgaseinfluss beim Schweißen mit Hochleistungsdiodenlasern
2006 · 140 Seiten · 55 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0611-0

198 Bernd Hartmann
Die Bestimmung des Personalbedarfs für den Materialfluss in Abhängigkeit von Produktionsfläche und -menge
2006 · 208 Seiten · 105 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0615-3

199 Michael Schilp
Auslegung und Gestaltung von Werkzeugen zum berührungslosen Greifen kleiner Bauteile in der Mikromontage
2006 · 130 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0631-5

200 Florian Manfred Grätz
Teilautomatische Generierung von Stromlauf- und Fluidplänen für mechatronische Systeme
2006 · 192 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0643-9

201 Dieter Eireiner
Prozessmodelle zur statischen Auslegung von Anlagen für das Friction Stir Welding
2006 · 214 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0650-1

202 Gerhard Volkwein
Konzept zur effizienten Bereitstellung von Steuerungsfunktionalität für die NC-Simulation
2007 · 192 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0668-9

203 Sven Roeren
Komplexitätsvariable Einflussgrößen für die bauteilbezogene Struktursimulation thermischer Fertigungsprozesse
2007 · 224 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0680-1

204 Henning Rudolf
Wissensbasierte Montageplanung in der Digitalen Fabrik am Beispiel der Automobilindustrie
2007 · 200 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0697-9

205 Stella Clarke-Griebsch
Overcoming the Network Problem in Telepresence Systems with Prediction and Inertia
2007 · 150 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0701-3

206 Michael Ehrenstraßer
Sensoreinsatz in der telepräsenten Mikromontage
2008 · 160 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0743-3

207 Rainer Schack
Methodik zur bewertungsorientierten Skalierung der Digitalen Fabrik
2008 · 248 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0748-8

208 Wolfgang Sudhoff
Methodik zur Bewertung standortübergreifender Mobilität in der Produktion
2008 · 276 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0749-5

209 Stefan Müller
Methodik für die entwicklungs- und planungsbegleitende Generierung und Bewertung von Produktionsalternativen
2008 · 240 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0750-1

210 Ulrich Kohler
Methodik zur kontinuierlichen und kostenorientierten Planung produktionstechnischer Systeme
2008 · 232 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0753-2

211 Klaus Schlickenrieder
Methodik zur Prozessoptimierung beim automatisierten elastischen Kleben großflächiger Bauteile
2008 · 204 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0776-1

212 Niklas Möller
Bestimmung der Wirtschaftlichkeit wandlungsfähiger Produktionssysteme
2008 · 260 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0778-5

213 Daniel Siedl
Simulation des dynamischen Verhaltens von Werkzeugmaschinen während Verfahrbewegungen
2008 · 200 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0779-2

214 Dirk Ansorge
Auftragsabwicklung in heterogenen Produktionsstrukturen mit spezifischen Planungsfreiräumen
2008 · 146 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0785-3

215 Georg Wünsch
Methoden für die virtuelle Inbetriebnahme automatisierter Produktionssysteme
2008 · 224 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0795-2

216 Thomas Oertli
Strukturmechanische Berechnung und Regelungssimulation von Werkzeugmaschinen mit elektromechanischen Vorschubantrieben
2008 · 194 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0798-3

217 Bernd Petzold
Entwicklung eines Operatorarbeitsplatzes für die telepräsente Mikromontage
2008 · 234 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0805-8

218 Loucas Papadakis
Simulation of the Structural Effects of Welded Frame Assemblies in Manufacturing Process Chains
2008 · 260 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0813-3

219 Mathias Mörtl
Ressourcenplanung in der variantenreichen Fertigung
2008 · 210 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0820-1

220 Sebastian Weig
Konzept eines integrierten Risikomanagements für die Ablauf- und Strukturgestaltung in Fabrikplanungsprojekten
2008 · 232 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0823-2

221 Tobias Hornfeck
Laserstrahlbiegen komplexer Aluminiumstrukturen für Anwendungen in der Luftfahrtindustrie
2008 · 150 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0826-3

222 Hans Egermeier
Entwicklung eines Virtual-Reality-Systems für die Montagesimulation mit kraftrückkoppelnden Handschuhen
2008 · 210 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0833-1

223 Matthäus Sigl
Ein Beitrag zur Entwicklung des Elektronenstrahlsinterns
2008 · 185 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0841-6

224 Mark Harfensteller
Eine Methodik zur Entwicklung und Herstellung von Radiumtargets
2009 · 196 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0849-8

225 Jochen Werner
Methode zur roboterbasierten förderbandsynchronen Fließmontage am Beispiel der Automobilindustrie
2009 · 210 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0857-7

226 Florian Hagemann
Ein formflexibles Werkzeug für das Rapid Tooling beim Spritzgießen
2009 · 226 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0861-4

227 Haitham Rashidy
Knowledge-based quality control in manufacturing processes with application to the automotive industry
2009 · 212 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0862-1

228 Wolfgang Vogl
Eine interaktive räumliche Benutzerschnittstelle für die Programmierung von Industrierobotern
2009 · 200 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0869-0

229 Sonja Schedl
Integration von Anforderungsmanagement in den mechatronischen Entwicklungsprozess
2009 · 160 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0874-4

230 Andreas Trautmann
Bifocal Hybrid Laser Welding – A Technology for Welding of Aluminium and Zinc-Coated Steels
2009 · 268 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0876-8

231 Patrick Neise
Managing Quality and Delivery Reliability of Suppliers by Using Incentives and Simulation Models
2009 · 226 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0878-2

232 Christian Habicht
Einsatz und Auslegung zeitfensterbasierter Planungssysteme in überbetrieblichen Wertschöpfungsketten
2009 · 200 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0891-1

233 Michael Spitzweg
Methode und Konzept für den Einsatz eines physikalischen Modells in der Entwicklung von Produktionsanlagen
2009 · 180 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0931-4

234 Ulrich Munzert
Bahnplanungsalgorithmen für das robotergestützte Remote-Laserstrahlschweißen
2010 · 160 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 978-3-8316-0948-2