



Doctoral Thesis

**Supply chain management approaches towards environmentally friendly development in industry
Improving resource productivity and energy efficiency in manufacturing**

Author(s):

Vodicka, Matthias

Publication Date:

2011

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-006490351> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

DISS. ETH N° 19731

SUPPLY CHAIN MANAGEMENT APPROACHES
TOWARDS ENVIRONMENTALLY FRIENDLY DEVELOPMENT IN INDUSTRY
IMPROVING RESOURCE PRODUCTIVITY AND ENERGY EFFICIENCY IN MANUFACTURING

A dissertation submitted to

ETH ZURICH

for the degree of

Doctor of Sciences

presented by

MATTHIAS VODICKA

Dipl.-Ing., Technical University of Karlsruhe

born the 23rd of February, 1980

citizen of Germany

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. Paul Schönsleben, examiner

Prof. Dr. Volker Hoffmann, co-examiner

2011

ABSTRACT

With the strategic relevance of scarce resources and the growing amount of greenhouse gas emissions and waste, the pressure on manufacturing companies is increasing. Further pressure results from regulation, non-governmental organizations, customers, and employees. As a consequence the cost-benefit structure of companies is affected. A re-evaluation of former strategies and concepts over the whole supply chains is required. The aim of this thesis is to facilitate both economically and ecologically beneficial solutions in manufacturing companies by proposing according research approaches.

Supply Chain Management suits this purpose as it focuses on flows of materials, energy, and information between and within the companies of a supply chain. Increased productivity in a given business environment, i.e. consuming less resources and offering products with superior customer value, supports competitiveness of companies and their supply chains. A brief introduction shows the increasing relevance of the concept of sustainability in industry. Current research needs are addressed and the importance of energy efficiency and resource productivity is indicated. In addition to the theoretical research, two surveys, interviews, and workshops contributed significantly to the development of the research approaches.

As a result, the understanding of the changing concept of sustainability is facilitated. The thesis delivers an analysis regarding the development of the concept of sustainability from a company point of view, i.e. the development of an environmentalists' issue to an imperative factor for competitiveness. A timeline of events and developments is presented and the interrelations with industry discussed. Hereby this thesis increases awareness of the actual and future pressures. Then, the thesis consolidates novel economic drivers. These are the risks and opportunities that are of economic importance for decision-making on strategic and tactical level. Thus, it enhances the balancing of pro-active and re-active engagement in regard to environmental improvements. Furthermore, by adapting an approach for evaluation of vulnerability regarding energy supply disruptions, this thesis offers a basis for assessing the possible drawbacks of relying on a specific fossil fuel versus the possible advantages of alternative fuel utilization. Subsequently, the thesis structures gaps regarding the environmental performance within supply chains, by uncovering current industrial needs and combining them with available approaches. So, for example, industrial ecology and industrial symbiosis aspects as well as information and communication technology and standards are discussed. The identified gaps represent starting points for improvements. The gaps are utilized as seed for articulating future research approaches, which promote practical concepts that support environmental sustainability. The proposed research approaches in the area of waste heat and material recovery in collaboration frameworks allow for a more efficient supply relationship development and increased resource productivity. Energy efficiency improvements in manufacturing are addressed by proposing research approaches for implementation of energy efficiency in production management systems.

This thesis is a cumulative dissertation that bases on 9 relevant publications as main author and 11 publications as co-author. The printed publications are summarized, discussed, and reprinted in this thesis. As this thesis is a cumulative dissertation, parts of the publications may be quoted verbatim in the results section with a referencing to the specific source.

ZUSAMMENFASSUNG

Knappe Ressourcen, Treibhausgase und wachsende Abfallmengen stellen für produzierende Unternehmen zunehmend wichtige Wettbewerbsfaktoren dar. Seitens der Politik, Nicht-Regierungsorganisationen sowie der Kunden und Angestellten wächst der Druck, angemessene Lösungen zu erarbeiten und umzusetzen. Eine Neubewertung von Konzepten und Strategien über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg ist erforderlich. Das Ziel dieser Arbeit ist es, durch entsprechende Forschungsansätze ökologisch und ökonomisch integrierte Lösungen zu fördern.

Mit Fokus auf Material-, Energie- und Informationsflüsse innerhalb und zwischen Unternehmen einer Lieferkette dient das Supply Chain Management dem Zweck, integrierte Ansätze zu identifizieren. Eine Erhöhung der Produktivität, welche sich durch den reduzierten Bedarf an Ressourcen bzw. durch gesteigerten Kundenwert auszeichnet, wirkt sich positiv auf die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen und ganzen Lieferketten aus. In dieser Arbeit wird zuerst die zunehmende Relevanz des Konzeptes der Nachhaltigkeit in der Industrie beleuchtet. Es wird aufgezeigt, welche aktuellen Forschungsbedarfe in den Bereichen Energieeffizienz und Ressourcenproduktivität bestehen. Zwei Umfragen, zwei Workshops und zahlreiche Interviews ergänzen die theoretische Analyse und tragen wesentlich zur Entwicklung der Forschungsansätze bei.

Die in dieser Arbeit dargestellten Ergebnisse fördern das Verständnis vom Wandel des Konzeptes der Nachhaltigkeit aus der Unternehmensperspektive – von einer ökologischen Ideologie hin zu einem wichtigen Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit. Eine Chronologie der Ereignisse und Entwicklungen dient der Diskussion der Einflüsse auf die Industrie und erlaubt Schlussfolgerungen über potentielle zukünftige Herausforderungen. Ausserdem hilft die Berücksichtigung von ökonomischen Risiken und Chancen, bei der strategischen und taktischen Entscheidungsfindung den angemessenen Grad der umweltbezogenen Aktivitäten zu finden. Ein ergänzender Bewertungsansatz bezüglich Energie-Lieferengpässe erlaubt eine Einschätzung der möglichen Vor- und Nachteile, die sich aus der Nutzung alternativer Material- und Energieströme ergeben. Im Anschluss daran werden Unternehmensbedarfe und vorhandene Ansätze verglichen. Der Vergleich verdeutlicht die Diskrepanzen bei der Implementierung dieser Ansätze in Lieferketten. Zum Beispiel werden Aspekte der industriellen Ökologie sowie Informations- und Kommunikationstechnologien und Standards behandelt. Geeignete Ansatzpunkte für ökologische und ökonomische Verbesserungen werden präsentiert. Forschungsansätze im Bereich der Abwärme- und Materialrückgewinnung innerhalb von Unternehmensnetzwerken versprechen eine effizientere Entwicklung und Gestaltung von Lieferantenbeziehungen, was in einer höheren Ressourcenproduktivität resultiert. Ein signifikanter Beitrag zur Erhöhung der Energieeffizienz resultiert aus der Umsetzung des Forschungsansatzes zu erweiterten Produktionsmanagementsystemen.

Diese Arbeit ist eine kumulative Dissertation. Sie basiert auf 9 Veröffentlichungen als Hauptautor und 11 als Ko-Autor. Diese Publikationen werden in dieser Arbeit diskutiert und sind in zusammengefasster Form sowie als Nachdruck enthalten. Da diese Arbeit eine kumulative Dissertation ist, können – mit entsprechendem Verweis – einzelne Stellen wörtlich aus den Publikationen zitiert sein.