Möglichkeiten und Grenzen eines zweistufigen Beschaffungsprozesses in der Automobilindustrie

Helge Mühlenbruch, Ingo Schneider, Ralf Szymanski

Zusammenfassung

Die Planung und Ausgestaltung der automobilen Supply Chain ist durch eine globale Beschaffung, mehrere Produktionsstandorte und einen weltweiten Absatz der Fahrzeuge heute so komplex geworden, dass diese Aufgaben mit herkömmlichen Mitteln nicht mehr bewältigt werden können. Ein Tool zur Unterstützung dieser Planungen bietet das Supply Chain Optimierungstool SCOT. In diesem Artikel wird die Modellierung und Implementierung eines zweistufigen Beschaffungsprozesses in das Tool SCOT beschrieben. Nach einer kurzen Einführung in das Tool werden zunächst die Möglichkeiten und Grenzen eines zweistufigen Beschaffungsprozesses beschrieben. Daran anschließend wird anhand eines Ausschnittes aus dem mathematischen Modell des Prozesses dessen Modellierung beschrieben. Der Artikel schließt mit der Bewertung einer Berücksichtigung des zweistufigen Beschaffungsprozesses im Rahmen des Tools.

Abstract

Due to global sourcing processes, multiple production sites and a worldwide sales volume of vehicles the planning of the automobile supply chain is too complex to solve its problems without the aid of special tools. The Supply Chain Optimization Tool SCOT is one of these tools that support the planning of the supply chain. Within this paper the modelling and implementation of a two-stage sourcing process into SCOT is described. After a short introduction into the tool the possibilities and limits of a two-stage sourcing process are specified. After that the modelling of the process is been described by a cut out of the mathematical model. The paper closes with a valuation of the consideration of the two-stage sourcing process within SCOT.

1 Einleitung

Der durch die Marktsättigung gestiegene Wettbewerbsdruck unter den Automobilherstellern führte in der Vergangenheit zu einer verstärkten Kundenorientierung, was unter anderem durch steigende Variantenzahlen bei kürzeren Modelllebenszyklen reflektiert wird. Um in diesem Wettbewerb bestehen zu können, entwickelten die Automobilhersteller Strategien wie Konzentration auf Kernkompetenzen, was zu einer Verringerung der Fertigungstiefe bei gleichzeitiger Erhöhung der Beschaffungstiefe und allgemein zu einer Erhöhung der Komplexität führt [1]. Um diese Komplexität zu beherrschen, treten Konzepte wie ganzheitliches Supply Chain Management, Just in Time oder Lean Production in den Fokus der Unternehmen, was in einer Reduzierung der Lieferantenzahl, in der Reduzierung materieller und zeitlicher Sicherheitspuffer und vermehrtem Outsourcing mündet. Die Folge dieses starken Wandels in der Geschäftswelt der Automobilindustrie ist ein rapider

Anstieg der Risiken in den Netzwerken. Diese Grenzen müssen frühzeitig erkannt werden – bei gleichzeitiger Nutzung vorhandener Möglichkeiten in Form von Chancen. Idealerweise findet die Untersuchung der Grenzen und Möglichkeiten bereits bei der Festlegung der Beschaffungs-, Produktions- und Vertriebsnetzwerke statt. Hierzu ist es erforderlich, einerseits potenzielle Risiken, die von Lieferanten, unternehmenseigenen Produktionsstandorten und den logistischen Verbindungen (Supply Chains) ausgehen, und andererseits Chancen in Form von Kosteneinsparungen in die Netzwerkgestaltung zu integrieren. Dieser Artikel beschäftigt sich mit dem dazu entwickelten Ansatz, der in den folgenden Kapiteln näher erläutert werden soll.

2 Netzwerkgestaltung mit SCOT

Zur kostenoptimalen Gestaltung der Netzwerke in der frühen Projektphase steht das Optimierungstool SCOT

Abb. 1: Betrachtung der kompletten Supply Chain mit SCOT

(Supply Chain Optimization Tool) zur Verfügung. Mit dem Tool ist eine ganzheitliche Betrachtung der gesamten Wertschöpfungskette zur Herstellung eines Fahrzeuges möglich. Basisinformationen, auf deren Grundlage die logistische Supply Chain optimiert wird, sind geplante Produktionsstandorte, Beschaffungsregionen, Vertriebsländer sowie Fahrzeugderivate und deren wesentliche Module bzw. Baugruppen (Abbildung 1) [2].

Jeder Baugruppe und jeder logistischen Verbindung sowie jedem Produktionsstandort werden spezifische Einzelkosten und Initialinvestitionen zugewiesen. Für die Produktion können darüber hinaus je Derivat die verbrauchten Zeiten und die Kosten pro Arbeitsstunde hinterlegt werden. Weiterhin werden die jeweiligen maximalen und minimalen Produktionskapazitäten der Standorte sowie Vertriebsstückzahlen und Kapazitäten bei Lieferanten festgelegt.

Durch die Berücksichtigung von Inbound- und Outboundlogistikkosten, Zollkosten und Local Content-Vorgaben können mit dem Tool die aus Kostensicht am Besten geeigneten Produktionsstandorte und Beschaffungsregionen ermittelt werden. Die Festlegung der Beschaffungsregionen geht dabei bis auf Modulebene herunter.

Das Tool arbeitet auf Basis eines gemischt ganzzahligen Optimierungsmodells (MIP). Dieses wird mit dem Branch-and-Bound-Algorithmus gelöst [3]. Die Komplexität des Lösungsverfahrens wird durch die Anzahl der ganzzahligen Binärvariablen n bestimmt. Es könnten theoretisch 2^n Knoten des Branch-and-Bound Suchbaums entwickelt werden. An jedem Knoten würde ein lineares Ungleichungssystem unter Vernachlässigung

der Ganzzahligkeit gelöst. Gute kommerzielle Optimierungssysteme benötigen für ein praktisches Problem häufig aber nur wenige Minuten.

Mit SCOT ist damit ein Tool entstanden, das schon in der ganz frühen Projektphase Entscheidungen zu einer Projektfeasibility unterstützen kann und damit die Planung einer optimalen Supply Chain schon zu Beginn eines Fahrzeugprojektes gewährleistet. Im Folgenden wird u. a. beschrieben, wie die Abbildung eines zweistufigen Beschaffungsprozesses in die Basisversion von SCOT implementiert wurde.

2.1 Möglichkeiten durch den zweistufigen Beschaffungsprozess

Zur Nutzung weiterer Möglichkeiten bzw. Chancen ist darauf aufbauend eine detailliertere Betrachtung erforderlich. Ein Schritt in diese Richtung wird mit dem Ansatz eines zweistufigen Beschaffungsprozesses verfolgt. Hierbei werden die beschaffungsseitigen Supply Chains ausführlicher betrachtet. So interessieren jetzt nicht mehr Sourcing-Regionen, sondern gezielt die einzelnen möglichen Zulieferer bestimmter Komponenten. Dabei ist jede Supply Chain des Netzwerks zwischen potentiellen Produktionsstandorten der Fahrzeuge und potenziellen Lieferanten vor der Optimierung zu untersuchen. Hierzu wird die Lieferkette in unterschiedliche Stationen unterteilt. Zu den Stationen gehören neben Quelle (Lieferant) und Senke (Produktionsstandort des Fahrzeugs) auch interner Transport, trockener und nasser Transport (Land- und Seetransport), Hafen und Lager. Durch diesen modularen Aufbau der Supply Chain lassen sich alle denkbaren Supply Chains (national, in-

ternational, interkontinental) modellieren. Sogar eine interne Supply Chain, die sich vorfindet, wenn Quelle und Senke am selben Ort liegen, lässt sich darstellen. Somit bestehen die unterschiedlichen Supply Chains aus einer bis zu zehn Stationen.

Chancen für Kosteneinsparungen ergeben sich nun durch die Ermittlung, ob die Teile und Komponenten auf interkontinentalen Transporten per Einweg- oder Mehrwegverpackungen verschickt werden sollen. Einwegverpackungen bestehen in der Regel aus Holz und Karton. Sie werden nach Ankunft an der Senke entsorgt bzw. weiterverwendet. Die Einwegverpackungen fassen je nach Teil bzw. Komponente eine bestimmte Anzahl und werden für den interkontinentalen Transport in Überseecontainer verstaут. Mehrwegverpackungen sind dagegen aus Metall. Der große Nachteil liegt hier bei dem Rücktransport der Leergutbehälter. Hierfür lassen sich die Mehrwegverpackungen zum Teil auf ein geringeres Volumen zusammenfallen. Der Anteil, wie viele Behälter als Leergut zurückgehen hängt von der Art des Behälters und den Lieferaktivitäten ab. Spezialbehälter müssen in der Regel vollständig als Leergut zurücktransportiert werden, wohingegen häufig eingesetzte Modelle eventuell für den Transport in die andere Transportrichtung einsetzbar sind. Voraussetzung hierfür ist, dass überhaupt ein Transport in diese Richtung existiert. Die Faltbarkeit der Behälter und der Leergutanteil tragen bedeutend zur Entscheidung zwischen Einweg und Mehrweg bei. Wesentlichen Einfluss haben auch die Transportkosten, die in unterschiedlichen Richtungen sehr stark abweichen können.

Ein Einfluss der beiden unterschiedlichen Verpackungskonzepte auf die Sicherheit der Teile beim Transport ist nicht bekannt. Die Entscheidung, welche Lösung die kostengünstigere ist, lässt sich hier innerhalb der einzelnen Supply Chain und damit auch außerhalb des Optimierungstools SCOT treffen.

Komplizierter wird die Untersuchung, ob ein bestimmter Teileumfang in Form von Einzelteilen oder als Zusammenbau transportiert werden soll. Bei dieser Chance liegt die Entscheidung nicht mehr innerhalb der einzelnen Supply Chain sondern betrifft das gesamte Netzwerk. Der Zusammenbau kann auf der einen Seite an der Senke erfolgen, wenn die Teile als Einzelteile transportiert werden oder an der Quelle direkt beim Lieferanten, sodass ein Transport im zusammengebauten Zustand zu erfolgen hat. Den für gewöhnlich höheren Transportkosten eines Zusammenbaus aufgrund erhöhten Transportvolumens stehen ggf. gerin-

ge Produktionskosten gegenüber. Diese können sich durch unterschiedliche Personal- und Anlagenkosten an Quelle und Senke sowie durch die Netzwerkstruktur äußern. Versorgt beispielsweise ein Lieferant zwei Produktionsstandorte, sind für die Lösung des Einzelteiltransports Anschaffungsausgaben für zwei Anlagen zur Herstellung des Zusammenbaus an den Produktionsstandorten erforderlich, wohingegen die Lösung des Transports im zusammengebauten Zustand nur eine Anlage beim Lieferanten verlangt.

2.2 Grenzen

Neben den Chancen müssen jedoch auch Grenzen, beschrieben durch potenzielle Risiken des Beschaffungsnetzwerks, in die Optimierung integriert werden. Diese werden bei diesem Ansatz in strategische und operative, vor und nach Vertragsschluss sowie vom Partner abhängige und unabhängige Risiken unterschieden [4]. Bei dessen Eintritt entstehen Schäden, die den Netzwerkpartnern Kosten verursachen. Durch Berücksichtigung dieser Risikokosten im Sinne eines Total Cost of Ownership (TCO) erfolgt eine ganzheitliche Kostenbetrachtung [5]. Zur Ermittlung der Risikokosten stehen Hilfsmittel des klassischen Risikomanagements, wie beispielsweise die Fehlerbaumanalyse, zur Verfügung [6].

Generell lassen sich Risiken durch Maßnahmen beeinflussen. In einem Netzwerk bieten sich zahlreiche Möglichkeiten für Maßnahmen zur Risikobeeinflussung. Eine gängige Einteilung der Maßnahmen ist die in ursachenbezogene und wirkungsbezogene Maßnahmen [7]. Ursachenbezogen bedeutet die Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten konkreter Risiken vor Eintritt des Risikos. Wirkungsbezogene Maßnahmen hingegen beheben Schäden beim Eintritt möglichst wirkungsvoll, es handelt sich also um eine Schadensbegrenzung, wobei die Eintrittswahrscheinlichkeit unverändert bleibt. Auch Maßnahmen verursachen Kosten, wobei mit steigender geforderter Sicherheit diese Kosten in der Regel überproportional ansteigen. Dahingegen nehmen die Schadenskosten kontinuierlich ab.

Bei einer ganzheitlichen Kostenbetrachtung im Sinne des TCO müssen beide Kostenarten berücksichtigt werden. Die Risikokosten lassen sich dann einerseits in Kosten für Vorkehrungen (z. B. Versicherung, Sicherheitsbestände) und andererseits in Kosten durch Unsicherheiten (z. B. Nottransporte nach Eintritt des Schadens) unterteilen. Hinzu kommen diejenigen Kosten, die sich durch den Schaden ereignen (z. B. zerstörte Teil-

le, Bergungsarbeiten). Die Kosten durch Unsicherheiten und die Schadenskosten sind als kalkulatorische Kosten mit in die Rechnung aufzunehmen. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass einige Risiken und damit auch Kosten auf Netzwerkpartner überwältzt werden können. Dies erfolgt durch Vertragsgestaltung. In diesen Fällen muss ggf. mit erhöhten Teilepreisen durch aufgeschlagene Kosten für überwältzte Schäden gerechnet werden.

Die Kombination der ermittelten Risikokosten mit den in Kap. 2.1 aufgeführten Kosten für Produktion und Logistik führt zur ganzheitlichen Kostenbetrachtung. Diese Kosten sind in einem weiteren Schritt an den Quellen und Senken sowie in den Supply Chains in SCOT zu integrieren.

2.3 Ergebnisvergleiche

SCOT liefert durch die Erweiterungen die optimalen Netzwerkbeziehungen unter Berücksichtigung potenzieller Risiken und gleichzeitiger Nutzung von Chancen. Durch Variationen der Auswahl und der Abstufung von Maßnahmen ergeben sich ursachenbezogen unterschiedliche Eintrittswahrscheinlichkeiten und Risikohöhen und darauf aufbauend wirkungsbezogen unterschiedliche Schadenshöhen. Durch Importieren der daraus resultierenden unterschiedlichen Risikokosten in SCOT errechnen sich unterschiedliche Netzwerkoptima je nach Auswahl und Intensität der Maßnahmen. Jedes von SCOT errechnete Netzwerk beschreibt das Optimum bei einem bestimmten Risiko. Je nach Risikofreudigkeit des Entscheidenden ist das jeweilige Optimum auszuwählen.

3 Mathematischer Modellausschnitt

Der mathematische Modellausschnitt beschreibt einen zweistufigen Beschaffungsprozess im Rahmen einer gegebenen Supply Chain Struktur [8]. Die Supply Chain Komponenten werden nicht vorgestellt. Die Schnittstelle zwischen der Supply Chain und dem zweistufigen Beschaffungsprozess stellt der Restriktionsblock »Bedarf« dar. Dort wird mindestens eine Zusammenbauanlage je Modul entweder beim Lieferanten oder am Produktionsstandort gefordert.

Keine Berücksichtigung in dem hier diskutierten Modell finden Kapitalwertbindung, Local Content und stochastische Schwankungen, basierend auf dem Verkäuferverhalten.

3.1 Indexe und Indexmengen

Die Mengen und Indexe als Elemente der Menge werden wie folgt definiert:

P: Menge der Produktionsstandorte mit $p \in P$

L: Menge der Lieferanten mit $l \in L$

M: Menge der Module, für die zweistufige Beschaffung möglich ist, mit $m \in M$

Einheiten:

ME: Mengeneinheiten

GE: Geldeinheiten

ZE: Zeiteinheiten

Kostendaten:

$c_{1,m,l}$: Investitionskosten der Zusammenbauanlage für das Modul m beim Lieferanten l in GE mit $m \in M, l \in L$

$c_{2,m,p}$: Investitionskosten der Zusammenbauanlage für das Modul m am Produktionsstandort p in GE mit $m \in M, p \in P$

$ci_{m,l}$: Werkzeuginvestitionskosten für das Modul m beim Lieferanten l in GE mit $m \in M, l \in L$

Entscheidungsvariablen:

$x_{1,m,l,p} = 1$, wenn das Modul m für den Produktionsstandort p beim Lieferanten l zusammengebaut wird, sonst 0 mit $m \in M, l \in L, p \in P$.

$x_{2,m,l,p} = 1$, wenn das Modul m vom Lieferanten l am Produktionsstandort p zusammengebaut wird, sonst 0 mit $m \in M, l \in L, p \in P$.

$y_{1,m,l} = 1$, wenn sich die Zusammenbauanlage für das Modul m beim Lieferanten l befindet, sonst 0 mit $m \in M, l \in L$.

$y_{2,m,p} = 1$, wenn sich die Zusammenbauanlage für das Modul m am Produktionsstandort p befindet, sonst 0 mit $m \in M, p \in P$.

$z_{m,l} = 1$, wenn die Werkzeuginvestitionen für das Modul m beim Lieferanten l realisiert werden, sonst 0 mit $m \in M, l \in L$.

3.2 Das Optimierungsmodell

Zielfunktion:

$$\sum_{m \in M} \sum_{l \in L} (c_{1,m,l} y_{1,m,l} + ci_{m,l} z_{m,l}) + \sum_{m \in M} \sum_{p \in P} c_{2,m,p} y_{2,m,p}$$

Bedarf:

$$\sum_{k=1}^2 \sum_{l \in L} \sum_{p \in P} x_{k,m,l,p} \geq 1 \quad \text{für alle } m \in M$$

Zusammenbauanlage beim Lieferanten:

$$\sum_{p \in P} x_{k,m,l,p} \leq |P| y_{k,m,l} \quad \text{für alle } k = 1, m \in M, l \in L$$

Zusammenbauanlage am Produktionsstandort:

$$\sum_{l \in L} x_{k,m,l,p} \leq |L| y_{k,m,p} \quad \text{für alle } k = 2, m \in M, p \in P$$

Werkzeuginvestitionen:

$$\sum_{k=1}^2 \sum_{p \in P} x_{k,m,l,p} \leq 2 |P| z_{m,l} \quad \text{für alle } m \in M, l \in L$$

Nichtnegativitäten:

$$\begin{aligned} x_{1,m,l,p} &\in \{0, 1\} && \text{für alle } m \in M, l \in L, p \in P \\ x_{2,m,l,p} &\in \{0, 1\} && \text{für alle } m \in M, l \in L, p \in P \\ y_{1,m,l} &\in \{0, 1\} && \text{für alle } m \in M, l \in L \\ y_{2,m,p} &\in \{0, 1\} && \text{für alle } m \in M, p \in P \\ z_{m,l} &\in \{0, 1\} && \text{für alle } m \in M, l \in L \end{aligned}$$

4. Resultate

Modellgenerator und Lösungsaufbereitung wurden in FORTRAN implementiert. Die Verwaltung der Informationen und die Benutzerschnittstelle wurden mit VBA-Excel von Microsoft realisiert. Die Lösung der Modelle wurde mit dem mathematischen Optimierungssystem MOPS [9] in der Version 9.13 auf einem Intel Pentium IV, 1,26 GHz, 2 GB RAM berechnet.

Das erste Modell unterstützt die Entscheidungsfindung für ein typisches zweistufiges Beschaffungsszenario: Soll das Modul T beim Lieferanten (Alternative 1) oder am Produktionsstandort (Alternative 2) zusammengesetzt werden.

Modell 1	Anzahl
Produktionsstandort	2
Produktvarianten	ca. 30
Module	ca. 200
Entscheidungsmatrix: Zeilen x Spalten x Nichtnullelemente	in Tausend: 265 x 550 x 1.300
Lösungszeit	4,1 Minuten

Das Resultat fiel knapp für eine Anlieferung in Einzelteilen und den Zusammenbau am Produktionsstandort aus – also Alternative 2.

Die Ergebnisse der beiden Alternativen unterscheiden sich nur um 1,89 Euro je Fahrzeug. Der Lieferant befand sich direkt am Produktionsstandort und sämtliche Fahrzeuge wurden nur an diesem Standort gefertigt.

Das zweite Modell beschreibt eine andere Situation. Es gibt drei Produktionsstandorte (A, B und C). Auch hier gilt es, einen zweistufigen Beschaffungsprozess zu

evaluieren: Soll das Modul T beim Lieferanten (Alternative 1) oder am Produktionsstandort (Alternative 2) zusammengesetzt werden?

Modell 2	Anzahl
Produktionsstandort	3
Produktvarianten	ca. 6
Module	ca. 60
Entscheidungsmatrix: Zeilen x Spalten x Nichtnullelemente	in Tausend: 80 x 140 x 300
Lösungszeit	0,6 Minuten

Auch hier fiel wieder ein Produktionsstandort heraus, an dem nicht gefertigt wird (Standort A). Am Standort B werden ca. 85 % der Fahrzeuge und an dem Standort C ca. 15 % der Fahrzeuge gefertigt. Der Lieferant befindet sich direkt am Produktionsstandort B und versorgt von dort aus beide Produktionsstätten B und C mit Einzelteilen, die am Produktionsort zusammengebaut werden – also wiederum ist Alternative 2 effizienter.

Die Ergebnisse der Alternativen unterscheiden sich durchschnittlich nur um 9,43 Euro. Der höhere Unterschiedsbetrag wird im Wesentlichen durch höhere Logistikkosten für das Modul T zum Standort C verursacht.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Durch den Wandel der Märkte und den damit verbundenen erhöhten Wettbewerb sehen sich die Automobilhersteller gezwungen, neue Wege durch neue Strategien zu bestreiten. Eng damit verbunden sind steigende Risiken in den Netzwerken, die bestmöglich durch Maßnahmen beeinflusst werden müssen bei gleichzeitiger optimaler Chancennutzung.

Der in diesem Artikel beschriebene Ansatz geht einen entscheidenden Schritt in diese Richtung. Durch Erweiterung des Optimierungstools SCOT durch den zweistufigen Beschaffungsprozess und eine vorgelagerte Risikoanalyse ist es möglich, Chancen und Risiken bereits in den Entscheidungsprozess der Netzwerkgestaltungen zu integrieren. Die Risikoanalyse erfolgt bis jetzt nur beschaffungs- und produktionsseitig, vertriebsseitig besteht noch Handlungsbedarf. Werden in einem weiteren Schritt Maßnahmenvariationen durchgeführt, lassen sich verschiedene Netzwerkoptima errechnen, die mit einer bestimmten Risikofreudigkeit des Entscheidenden in Verbindung gesetzt werden

können. Im Falle unterschiedlicher Netzwerkoptima mit gleichen Kosten, aber unterschiedlicher Risikohöhen ist das Netzwerk mit dem geringsten Risikopotenzial zu wählen. Andersherum ist beim Vorfinden zweier Netzwerkoptima mit identischem Risikopotential und unterschiedlichen Kosten die kostengünstigere Alternative zu wählen.

Durch das in diesem Artikel vorgestellten Verfahren ist eine Erweiterung eines Optimierungstools zur Errechnung des optimalen Supply Chain Netzwerks mit ganzheitlicher Betrachtung von Chancen und Risiken geschaffen worden.

Anmerkungen

- [1] Vgl. Bedacht 1995, S. 1; Ziegenbein 2007, S. 1.
- [2] Wiedemann et al. 2007.
- [3] Szymanski 2008.
- [4] Vgl. Bernecker 2006, S. 30-31.
- [5] Vgl. Ellram 1995, S. 11-12; Smytka 1993, S. 43-46.
- [6] Vgl. Ziegenbein 2007, S. 83-84; Haindl 1996, S. 69-74.
- [7] Vgl. hierzu Bode 2007, S. 14-15; Ziegenbein 2007, S. 192-193; Eberle 2005, S. 168-169; Götze 2007, S. 46.
- [8] Szymanski 2008.
- [9] Suhl 1994.

Literaturverzeichnis

- Bedacht, F. (1995): Global Sourcing – Analyse und Konzeption der internationalen Beschaffung, Diss., Wiesbaden.
- Bernecker, T./Präuer, A. (2006): Risiken und Risikomanagement in Zulieferernetzwerken. In: Die Unternehmung, 60. Jg., 2006, Nr. 1, S. 27-43.
- Bode, C./Friedrichs-Schmidt, S./Lindemann, E./Sauer, R. (2007): Supply Chain Risiken und ihre Versicherbarkeit. In: Logistik Management, 9. Jahrgang, 2007, Ausgabe 3, S. 8-22.
- Eberle, A. O. (2005): Risikomanagement in der Beschaffungslogistik – Gestaltungsempfehlungen für ein System, Diss., Bamberg.
- Ellram, L. M. (1995): Total cost of ownership – An analysis approach for purchasing. In: International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 25 Nr. 8, 1995, S. 4-23.
- Götze, U./Mikus, B. (2007): Der Prozess des Risikomanagements in Supply Chains. In: Vahrenkamp, R./Siepermann, C. (2007): Risikomanagement in Supply Chains – Gefahren abwehren, Chancen nutzen, Erfolg generieren, Berlin, S. 29-58.
- Haindl, A. (1996): Risk Management von Lieferisiken, Diss., Karlsruhe.
- Suhl U. H. (1994): MOPS – Mathematical OPTimization System. In: European Journal of Operational Research 72, 1994, S. 312-322.
- Szymanski, R. (2008): Die Renaissance der klassischen Kostenfunktion im Zeitalter der Supply Chain Optimierung. In: Fuchs, G. et al. (Hrsg.): Anwendungen und Techniken zur Analyse großer Datenbestände, AKWI-Fachtagung am 11. und 12.09.2008 an der Hochschule Niederrhein in Mönchengladbach, Berlin: News & Media, S. 24-35.
- Smytka, D. L./Clemens, M. W. (1993): Total Cost Supplier Selection Model: A case study. In: International Journal of Purchasing and Materials Management, Winter, S. 42-49.
- Wiedemann, B./Große-Loheide, D./Brüning, J./Fohr, M. (2007): Kundenorientierung als Basisstrategie, Beschaffung aktuell, Heft 1/2007, Leinfelden-Echterdingen: Konradin Verlagsgruppe Kohlhammer, S. 26-28.
- Ziegenbein, A./Schönsleben, P. (Hrsg.) (2007): Supply Chain Risiken – Identifikation, Bewertung und Steuerung, Diss., Zürich.

Autoren

Helge Mühlenbruch

Projektsteuerung Volkswagen Nutzfahrzeuge Hannover
Tel. +49 511 7981904
helge.muehlenbruch@volkswagen.de

Ingo Schneider

Markenplanung Volkswagen Nutzfahrzeuge Hannover
Tel. +49 511 7987587
ingo.schneider1@volkswagen.de

Prof. Dr. Ralf Szymanski

Technische Fachhochschule Wildau
Fachbereich Betriebswirtschaft/Wirtschaftsinformatik
Tel. +49 3375 508-533
ralf.szymanski@tfh-wildau.de