

„BME-Wissenschaftspreis 2009“

Sieger: Dr. Klaus Kohler, Julius-Maximilians-Universität Würzburg (Prof. Dr. Ronald Bogaschewsky)

Global Supply Chain Design – Konzeption und Implementierung eines multikriteriellen Optimierungsmodells für die Gestaltung globaler Wertschöpfungsaktivitäten

Aufgabenstellung und Zielstellung

Unter Supply Chain Design ist ein strategischer Planungsprozess zu verstehen, in dessen Rahmen ganzheitlich die Infrastruktur der Supply Chain über alle Funktionen (Lieferanten, Produktionsstätten, Läger, Vertriebszentren, Transportmodi, Produktionsprozesse) sowie die sich daraus ergebenden Güterströme für mehrere Jahre ermittelt werden, um die Kundenbedarfe zu decken und eine effektive sowie effiziente Erreichung der Sachziele des Supply Chain Management sicherzustellen. Damit verbunden ist die Beantwortung folgender Fragen für die einzelnen Funktionsbereiche:

- **Beschaffung:** Auf welche Beschaffungsmärkte soll zur Versorgung der Produktionsstätten zurückgegriffen werden? Welcher Beschaffungsmarkt beliefert welche Produktionsstätte mit welchen Vorprodukten in welchen Mengen?
- **Produktion:** An welchen Standorten sollen Produktionsstätten angesiedelt werden? Über welche Kapazitäten sollten diese verfügen und welche Produktionsprozesse sollten dort ausgeführt werden? Welche Produktionsmengen und welche Materialflüsse zwischen den einzelnen Produktionsstätten resultieren daraus?
- **Absatz:** Welche Absatzmärkte sollen von welchen Produktionsstätten oder Distributionszentren in welchen Mengen bedient werden?

Vor dem Hintergrund der sich zurzeit intensivierenden Globalisierung ist zu beobachten, dass viele Unternehmen seit geraumer Zeit einzelne Teile des Wertschöpfungsprozesses oder sogar den gesamten Wertschöpfungsprozess für einzelne Produkte in verschiedene Länder außerhalb Deutschlands auslagern. Vor diesem Hintergrund ist bei der Beantwortung der oben aufgeworfenen Fragen eine Berücksichtigung der folgenden internationalen Aspekte bei der Gestaltung eines Wertschöpfungsnetzwerks notwendig:

- Die Berücksichtigung **landesspezifischer Faktorkosten und Faktorproduktivitäten** mit entsprechenden Wirkungen auf die Produktions- und Beschaffungskosten.
- Die Auswahl geeigneter **Transportmodi** unter Berücksichtigung von Kosten- und Durchlaufzeitaspekten.
- Das Vorliegen von in der Höhe landesspezifisch stark abweichenden **Gewinnsteuern**, die auch Einfluss auf die Aufteilung einzelner Wertschöpfungsprozesse im Unternehmensnetzwerk haben sollten, da so über entsprechende Transferzahlungen die Gewinne der jeweiligen Tochtergesellschaften beeinflusst werden können.
- Die Berücksichtigung von **Zollzahlungen** sowie die Möglichkeit, Zollrückzahlungen im Falle aktiver und passiver Veredelungsverkehre erstattet zu bekommen.
- Vor allem in Emerging Markets liegen häufig **Local Content-Bestimmungen** vor, deren Nichteinhaltung einen erheblichen Anstieg von Zollzahlungen mit sich bringt.
- Durch eine systematische Aufteilung von Wertschöpfungsaktivitäten unter Berücksichtigung der in den Leistungserstellungsprozess involvierten Beschaffungs- und Absatzmärkte kann das aus **schwankenden Wechselkursen** resultierende Risiko deutlich abgemildert werden.

Lösungsansatz

Als ein Hilfsmittel zur systematischen Strukturierung der Problemstellung und zur Lösung der Planungsaufgabe innerhalb des beschriebenen strategischen Planungsprozesses werden in der Literatur intensiv mathematische Modelle diskutiert. Bei der Sichtung der in der Literatur diskutierten Modelle zur Unterstützung des Supply Chain Design fällt auf, dass erstens die oben beschriebenen internationalen Aspekte kaum ganzheitlich abgebildet werden. Zweitens ist festzustellen, dass bei den Modellen eine Optimierung hinsichtlich finanzieller Zielgrößen im Vordergrund steht und die Abbildung von Effekten auf die Lieferzeit für einen Kunden oft nicht erfolgt. Diese beiden Punkte werden mit der vorliegenden Dissertation aufgegriffen.

Hierzu wurde ein gemischt-ganzzahliges, lineares Optimierungsmodell entworfen, das entsprechend dem strategischen Charakter des Supply Chain Design eine mehrperiodige Planung sowohl der Infrastruktur als auch der Materialflüsse vornimmt. Als monetäre Messgröße steht dabei die **Maximierung diskontierter Free Cash Flows** im Vordergrund. Hierzu werden die aus den notwendigen Investitionen und den Materialflüssen resultierenden Free Cash Flows mit den durchschnittlichen Kapitalkosten (WACC – weighted average cost of capital) abgezinst. Bei der **Messung der Lieferzeiten** für die Kunden wird davon ausgegangen, dass die Produkte nach dem „Purchase & Make to Order-Prinzip“ gefertigt werden, d.h. zur Ermittlung der Lieferzeit ist eine Betrachtung des kritischen Pfades über den gesamten Produktionsprozess inklusive der notwendigen Beschaffungsaktivitäten notwendig. In einer ersten Variante des Optimierungsmodells ist zunächst die Maximierung diskontierter Free Cash Flows die alleinige Zielgröße, wobei über eine entsprechende Restriktion sichergestellt wird, dass die aus der ermittelten Konfiguration der Supply Chain resultierenden Lieferzeiten einen bestimmten, vorzugebenden Wert nicht überschreiten. Darauf aufbauend wurde in einer zweiten Variante des Modells eine Mehrzieloptimierung hinsichtlich diskontierter Free Cash Flows und Lieferzeit vorgenommen.

Zur Unterstützung der dabei notwendigen Analyse wurde das entworfene Modell prototypisch in einem selbst erstellten **Software-Tool** implementiert, das auf die Ergebnisse der kommerziellen Optimierungssoftware ILOG CPLEX zurückgreift. Dadurch ist zum einen eine einfache Verwaltung der in das Optimierungsmodell eingehenden Parameter möglich. Zum anderen können mit Hilfe des Tools umfangreiche Auswertungen vorgenommen werden, die eine genaue finanzielle Analyse erlauben sowie eine verbesserte Transparenz bezüglich der Lieferzeiten und Materialflüsse herstellen. Ein entsprechendes **Fallbeispiel** ist ebenfalls Bestandteil der vorliegenden Arbeit.

Fazit

Der Vorteil des entworfenen Modells gegenüber bisherigen Ansätzen besteht insbesondere darin, dem Entscheidungsträger Transparenz darüber zu verschaffen, wie sich eine globale Aufteilung von Wertschöpfungsaktivitäten einerseits auf die Lieferzeiten und andererseits auf die finanzielle Lage der Unternehmung auswirkt. Dabei wird transparent, dass eine unüberlegte Verlagerung der Beschaffung von Kaufteilen oder einzelner selbst erstellter Produktionsprozesse aus reinen Kostenmotiven heraus, sich eventuell sehr negativ auf die Lieferzeiten auswirkt.

Besonders lohnend erscheint der Einsatz in der betrieblichen Praxis vor allem dann, wenn bisher die Entscheidungen der einzelnen Funktionsbereiche weitestgehend getrennt voneinander getroffen wurden. Außerdem ist festzustellen, dass in der Praxis häufig – oft willkürlich festgelegte – Alternativen, wie die Supply Chain konfiguriert sein können. Insbesondere dann bietet das vorliegende Modell erhebliche Verbesserungspotenziale, da methodisch eine Optimierung vorgenommen wird.