

„BME-Hochschulpreis 2015“

Sieger: Thomas Hartmann, Technische Universität Darmstadt

Efficiency Comparison of Specific Algorithms for the Multiple-Vendor Single-Buyer-Problem

Während die Zielsetzung der Logistik in der Vergangenheit primär in einer Optimierung unternehmensinterner Wertschöpfungsprozesse bestand, wurde in den vergangenen Jahren verstärkt Wert auf die Koordination unternehmensübergreifender Logistikprozesse gelegt. So setzt sich in Wissenschaft und Praxis zunehmend die Auffassung durch, dass Unternehmen – isoliert betrachtet – nur schwer im globalen Wettbewerb bestehen können, und dass der Schlüssel zu dauerhaften Wettbewerbsvorteilen in einer Abstimmung der eigenen Wertschöpfung auf die Geschäftstätigkeit der Lieferanten und Abnehmer besteht. In der wissenschaftlichen Diskussion wird deshalb zunehmend auf den Wettbewerb zwischen Wertschöpfungsketten abgestellt und nicht mehr rein auf den Wettbewerb zwischen individuellen Unternehmen.

Vor dem Hintergrund der beschriebenen Entwicklungen hat in der Logistikforschung in den vergangenen Jahren ein Forschungsstrang zunehmend an Popularität gewonnen, der sich mit der Abstimmung von Produktions- und Verbrauchsprozessen in Wertschöpfungsketten befasst. Die Zielsetzung von Arbeiten in diesem Bereich besteht üblicherweise darin, im Rahmen sogenannter integrierter Losgrößenmodelle Einkaufs- und Produktionsprozesse von Käufern und Lieferanten so aufeinander abzustimmen, dass die operativen Kosten von Einkauf, Produktion und Distribution wertschöpfungskettenweit – und nicht mehr nur innerhalb eines einzelnen Unternehmens – minimiert werden. Durch eine solche Koordination von Wertschöpfungsaktivitäten in Supply Chains werden Kosten reduziert und die Wettbewerbsfähigkeit der Wertschöpfungskette kann verbessert werden. Kosteneinsparungen, die auf der Supply-Chain-Ebene entstehen, können unter den Beteiligten aufgeteilt werden, so dass im Ergebnis die Teilnehmer der Supply Chain im Vergleich zu einer nichtkoordinierten Lösung Vorteile haben.

Wie sich im Rahmen einer Literaturstudie herausstellte, lag der Schwerpunkt der Forschung zur integrierten Losgrößenplanung in der Vergangenheit auf statischen Wertschöpfungsketten, für die unter anderem optimale Bestell- und Fertigungsmengen ermittelt oder Transportvorgänge optimiert wurden. Die Tatsache, dass die Struktur der Wertschöpfungskette aktiv beeinflusst werden kann – etwa durch die Auswahl neuer Lieferanten oder den Austausch bestehender Lieferanten – wurde dabei regelmäßig vernachlässigt. Damit bilden bestehende integrierte Losgrößenmodelle praktische Problemstellungen, die sich insbesondere im Einkauf ergeben, nicht realitätsgetreu ab, da wichtige Entscheidungsalternativen von verfügbaren Planungsmodellen nicht unterstützt werden. Die Lieferantenselektion ist für die Festlegung von Bestell- und Fertigungsmengen oder die Planung von Transportvorgängen aber essentiell, da die individuelle Charakteristika der Lieferantenbasis – wie etwa Produktionskapazitäten oder die Qualität der gelieferten Produkte – maßgeblich auf die Kosten der Supply Chain wirken.

Wird die Lieferantenselektion in das integrierte Losgrößenproblem einbezogen, entsteht ein komplexes Optimierungsproblem, das nur sehr schwer optimal gelöst werden kann. Eine zumindest gute Lösung wäre aus praktischer Sicht aber wünschenswert, da durch

Anwendung des Planungsmodells deutlich Kosten in der Wertschöpfungskette eingespart werden können. Zur Lösung des Modells entwickelte Christoph Glock, TU Darmstadt, zwei Algorithmen, die das sogenannte „Multiple-Vendor-Single-Buyer-Problem“ exakt lösen und damit in der Praxis einen wertvollen Beitrag bei Entscheidungen zur Koordination von Wertschöpfungsketten liefern.

Problematisch ist, dass die Laufzeit dieser beiden Algorithmen mit der Anzahl der zur Auswahl stehenden Lieferanten exponentiell ansteigt. Stehen in einer praktischen Anwendung also eine größere Anzahl an Lieferanten zur Verfügung, für die eine mögliche Auswahl und Integration in die Wertschöpfungskette geprüft werden soll, ergibt sich daraus möglicherweise eine deutlich zu lange Rechenzeit, die einer Anwendung des Planungsmodells entgegen steht. Wünschenswert wäre demnach ein Lösungsverfahren für dieses Planungsmodell, das auch bei einer großen Anzahl zu evaluierender Lieferanten in vertretbarer Zeit Ergebnisse liefern kann.

Vor diesem Hintergrund bestand das Ziel der Arbeit darin, eine Reihe bekannter Algorithmen auf das beschriebene Problem anzupassen und diese zu implementieren. Die angepassten Algorithmen sollten in akzeptabler Zeit eine sehr gute Lösung für das Problem finden. Hierfür wurden vor allem bereits bekannte Metaheuristiken genutzt. Dies sind generelle Verfahren, die auf konkrete Optimierungsprobleme angepasst werden können.

In der Arbeit wurden insgesamt fünf Algorithmen auf das „Multiple-Vendor-Single-Buyer-Problem“ angepasst. Konkret wurden ein Particle-Swarm-Algorithmus, ein genetischer Algorithmus, ein Ameisenalgorithmus und eine lokale Suche implementiert. Zusätzlich wurde ein Branch-and-Bound-Verfahren entwickelt.

Fazit

Die Auswertung der Testergebnisse einer durchgeführten Simulation erlaubte es, einen für diese Problemstellung besonders passenden Algorithmus zu identifizieren: Der auf das Problem angepasste Ameisenalgorithmus lag für alle Testgrößen vorne und konnte selbst bei einer Auswahlmöglichkeit von 1.000 Lieferanten – was eher theoretisch interessant ist – innerhalb einer Stunde in 80 Prozent der Fälle die beste bekannte Lösung finden. Für praxisnähere Szenarien mit einer kleineren Auswahl an Lieferanten konnte noch zuverlässiger die beste bekannte Lösung in kürzerer Zeit gefunden werden.

Die Ergebnisse der Arbeit unterstützen Entscheidungsträger in der Produktionsplanung, im Einkauf und in der Logistik damit bei der Lieferantenauswahl und bei der Abstimmung von Verbrauchs-, Produktions- und Distributionsprozessen. Die neu entwickelten Algorithmen, und hierbei insbesondere der Ameisenalgorithmus, helfen dabei, Entscheidungen möglichst in Echtzeit zu unterstützen und tragen somit dazu bei, dass Rechenzeiten einer Anwendung von Entscheidungsunterstützungsmodellen nicht länger entgegenstehen. Zuletzt zeigt das positive Ergebnis des Ameisenalgorithmus das Potenzial von Metaheuristiken für ähnliche Probleme in diesem Bereich und bietet damit Forschern einen neuen Ansatzpunkt in der Entwicklung von Lösungsverfahren in der Logistik.