

Selbststeuerndes Routing für Verleihartikel

Florian Harjes, BIBA Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH und Bernd Scholz-Reiter, Universität Bremen



Dipl.-Inf. Florian Harjes arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter am BIBA Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH an der Universität Bremen im Bereich Intelligente Produktions- und Logistiksysteme.



Prof. Dr.-Ing. Bernd Scholz-Reiter ist Professor für Planung und Steuerung produktionstechnischer Systeme im Fachbereich Produktionstechnik und Rektor der Universität Bremen sowie Herausgeber der Zeitschriften *Industrie Management* und *PRODUCTIVITY Management*.

Verleihartikel zirkulieren in der Regel in geschlossenen Logistiksystemen, wobei die jeweiligen Materialbewegungen durch die Parameter der Aufträge definiert werden, denen die Artikel zugewiesen sind. Die zugehörige Transport- und Routenplanung gestaltet sich entsprechend komplex, da sich der Planungshorizont über eine beliebige Anzahl von aufeinanderfolgenden Aufträgen an beliebigen Orten erstrecken kann. Zusätzlich sind dynamische Einflüsse, etwa Neuaufträge, Auftragsänderungen oder Defekte der Artikel zu berücksichtigen. Dieser Beitrag stellt ein Verfahren zur

selbststeuernden Routenplanung für Verleihartikel auf Basis des Distributed Logistics Routing Protocol (DLRP) vor. Als Anwendungsszenario dient ein Beispiel aus der Veranstaltungslogistik.

Unter dem Begriff Veranstaltungslogistik werden alle logistischen Dienstleistungen verstanden, die sich mit dem Transport von Veranstaltungsausrüstung sowie deren Auf- und Abbau am jeweiligen Bestimmungsort befassen [1, 2]. Hierbei ist die Veranstaltungslogistik als Unterprozess des Veranstaltungsmanagements zu verstehen, das neben der Logistik noch die Planung der Veranstaltungen aus inhaltlicher bzw. künstlerischer Perspektive umfasst [1]. Die zugehörigen Planungsprozesse unterliegen verschiedenen dynamischen Einflussfaktoren, die die Komplexität und den Umfang der Planungsaufgaben erhöhen. Hierzu gehören Diebstähle oder Beschädigungen der Veranstaltungsausrüstung sowie hohe Kundenanforderungen an die Termintreue und die Qualität der Auftragserfüllung [3].

Dieser Beitrag fokussiert sich speziell auf die Routenplanung für die Transporte der Veranstaltungsausrüstung zwischen den verschiedenen Veranstaltungsorten unter Berücksichtigung einer durch die dynamischen Faktoren wiederholt notwendigen Neuplanung der Transportwege. Zur Umsetzung einer flexiblen und robusten Routenplanung unter den skizzierten dynamischen Bedingungen der Veranstaltungslogistik findet das Distributed Logistics Routing Protocol (DLRP) Verwendung [4]. Das DLRP basiert auf dem Paradigma der

Selbststeuerung, das eine Abkehr von zentralisierten Planungsinstanzen hin zu einer dezentralen und kollaborativen Planung durch selbststeuernde, autonome logistische Objekte vorsieht [5].

Innerhalb eines selbststeuernden Systems sind die einzelnen logistischen Objekte mit den notwendigen Technologien zur Entscheidungsfindung versehen [1]. Diese umfassen Systeme zur Akquise und Verarbeitung planungsrelevanter Daten, z.B. Komponenten zur Bestimmung der Position, zur Identifikation des Objekts selbst, eine Recheneinheit zur Datenverarbeitung und eine Kommunikationskomponente [5]. Gängige Technologien für diese Zwecke sind z.B. das Global Positioning System (GPS) für die Ortung, Radio Frequency Identification (RFID) zur Identifikation oder das Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) für die Datenübertragung [3].

Im Folgenden wird anhand der Situation eines Beispielunternehmens aus dem Bereich des Veranstaltungsmanagements die Umsetzung eines Distributionssystems auf Basis des Prinzips der Selbststeuerung demonstriert. Das System realisiert die Allokation aller zur Veranstaltungsdurchführung notwendigen Ressourcen, wie z.B. Personal, Transportmittel und Ausrüstung. Ein besonderes Augenmerk gilt hierbei der Transport-, bzw. Routenplanung unter Anwendung des DLRP.

Situation im Beispielunternehmen

Das Beispielunternehmen ist ein mittelständisches Unternehmen (KMU) mit

Kontakt

BIBA Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH
 Hochschulring 20
 28359 Bremen
 Tel.: +49 421 / 218-50102
 E-Mail: haj@biba.uni-bremen.de
 URL: <http://www.biba.uni-bremen.de>

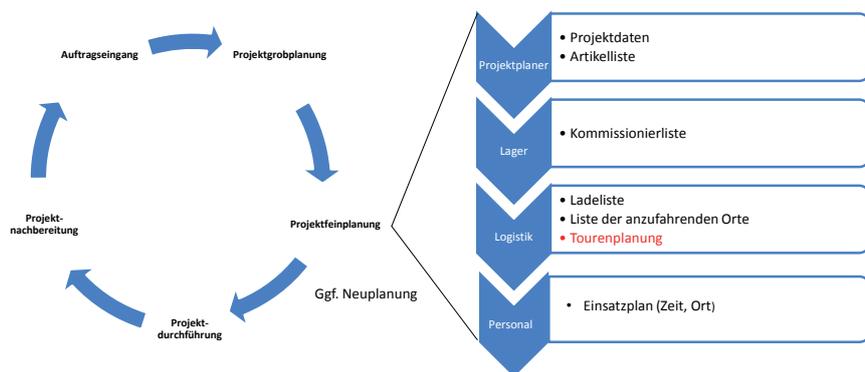


Bild 1: Bisherige Vorgehensweise bei der Disposition und Routenplanung.

60 Mitarbeitern, beheimatet in Norddeutschland. Als Full-Service-Agentur übernimmt es die vollständige Planung und Durchführung von Veranstaltungen, die von privaten Feierlichkeiten über Firmenjubiläen bis hin zu Konzerten oder politischen Kundengebungen reichen. Die angebotenen Dienstleistungen umfassen die künstlerische Planung sowie die Vermietung und den Transport der benötigten Ausrüstung. Diese reicht vom Mobiliar über Cateringbedarf bis hin zu komplexer und hochwertiger Bühnentechnik [2].

Die Abwicklung der logistischen Prozesse erfolgt durch eine eigene Fahrzeugflotte, die vom Hauptsitz des Unternehmens aus operiert, an welchem sich ebenfalls das Hauptlager befindet. Die Veranstaltungsplanung wird derzeit durch einen Projektleiter vorgenommen. Diesem obliegt die auftragsorientierte Zuweisung von Material und Personal zu den vorliegenden Projekten, welche anschließend durch die Verantwortlichen der nachgeordneten Abteilungen realisiert wird (Bild 1). Bei der Disposition greift der Projektleiter vorrangig auf sein Expertenwissen und Planungsfunktionen des im Unternehmen verwendeten Enterprise Resource Planning-Programmes (ERP) zurück. Letztere sind recht rudimentär gehalten und basieren auf Zeitleisten, in denen die Eckdaten der Projekte und somit die Verfügbarkeit der jeweils zugewiesenen Artikel, Fahrzeuge und Mitarbeiter festgehalten sind. Die Projektplanung bildet hierbei nur die manuell erfolgte

Disposition des Projektleiters ab, automatisierte Funktionen zur Unterstützung der Planungsprozesse bestehen nicht.

Die eingangs erwähnten dynamischen Einflüsse erfordern jedoch eine regelmäßige Anpassung der Planungen an variierende Auftragsparameter oder Änderungen in der Verfügbarkeit von Ausrüstungsgegenständen. Gerade das Eintreffen neuer Aufträge oder die Anpassung bereits disponierter Veranstaltungen mit kurzem Zeithorizont zu Folgeveranstaltungen erschweren die Neuplanung in hohem Maße. Hier können Belastungsspitzen bei Transportmitteln oder Ausrüstungsgegenständen oft nur durch Zumietungen aufgefangen werden. In diesen Fällen arbeitet das Beispielunternehmen mit örtlichen Autovermietungen zusammen. Falls Veranstaltungsausrüstung angemietet werden muss, wird mit Mitbewerbern kooperiert.

Mit diesem Vorgehen sind Mehrkosten und eine verminderte Effizienz der Logistikprozesse verbunden. Um die Effizienz zu steigern und Zumietungen von Fremdmaterial zu reduzieren, engagiert sich das Beispielunternehmen im Rahmen eines Forschungsprojekts, das die Umsetzung eines selbststeuernden Dispositionssystems zum Ziel hat [3, 7]. Dieses System übernimmt die gesamte Auftragsdisposition, bestehend aus der Zuweisung von Veranstaltungsausrüstung, Transportkapazitäten und Personal zu den Projekten. Die Routenplanung für die

Transporte wird ebenfalls berücksichtigt. Bisher wird diese den jeweiligen Fahrern überlassen, die ihre Route unter Berücksichtigung der Terminlage und Zielorte selbst zusammenstellen. Hierbei greifen sie in der Regel auf allgemein zugängliche Werkzeuge, wie z.B. Google Maps, zurück.

Diese Vorgehensweise führt insgesamt zu einer wenig effizienten Disposition, da die Kapazitäten nicht ausgelastet und unnötige Fahrten getätigt werden. Die Anwendung des DLRP im Rahmen der selbststeuernden Disposition soll die Effizienz der Routenplanung steigern und zu einer Kostenreduktion sowie robusteren Prozessen führen.

Selbststeuernde Disposition

Für die Umsetzung einer selbststeuernden Disposition im Beispielunternehmen werden verschiedene Selbststeuerungsmethoden kombiniert zum Einsatz gebracht [7]. Diese bilden im Zusammenspiel einen neuen Sollprozess für die Veranstaltungsplanung. Der Ansatzpunkt ist hierbei die Arbeit des Projektleiters. Dieser ist weiterhin für die Disposition verantwortlich, wird jedoch durch das neu eingeführte System unterstützt. Das System greift nach der Grobplanung einer Veranstaltung in den Planungsprozess ein. Zu diesem Zeitpunkt steht, basierend auf den künstlerischen Grundüberlegungen und den Kundenwünschen, eine Artikelliste zur Verfügung, die eine vorläufige Auflistung der benötigten Veranstaltungsausrüstung enthält. Diese ist noch generisch gehalten, d.h. es sind lediglich Produkttypen aufgeführt. Diese bezeichnen beispielsweise eine Bühne vom Typ „X“, eine Sitzgarnitur „Z“ usw. In den Produktfamilien „X“ und „Z“ sind mehrere, technisch identische Geräte oder Gegenstände des jeweiligen Typs enthalten. Aufgabe der Disposition ist es nun, der Veranstaltung Geräte oder Gegenstände aus den gewünschten Produktfamilien in der benötigten Anzahl zuzuweisen [8]. Ferner werden der Transport und das für Auf- und Abbau sowie den Betrieb notwendige Personal disponiert.

Kern des selbststeuernden Systems ist hierbei eine Multiagentensimulation (MAS), in der alle beteiligten Ressourcen, wie z.B. Transportfahrzeuge, Ausrüstung und Personal, durch Agenten repräsentiert sind [7]. Diese verfügen jeweils über ein bestimmtes Portfolio an Fähigkeiten, das für deren Umsetzung notwendige Wissen und eine individuelle Zielfunktion [3, 8]. Diese stellt die Motivation für das Handeln der selbststeuernden Objekte dar. Beispielsweise versuchen die Transportfahrzeuge, ihre Kapazitätsauslastung zu maximieren und die gefahrenen Strecken zu minimieren. Die Ausrüstungsgegenstände möchten ebenfalls ihre Auslastung maximieren und innerhalb der Terminrestriktionen an ihren Zielorten ankommen. Die Planung kommt nun durch wechselseitige Verhandlungen zustande, in denen alle beteiligten Objekte ihre individuellen Zielfunktionen erfüllen (Bild 2). Im Optimalfall ergibt sich so eine Gesamtplanung, in der alle Objektziele erfüllt sind [3].

Sollte dies nicht der Fall sein, müssten die Veranstaltungsparameter verändert werden. Diese Aufgabe obliegt weiterhin dem Projektleiter. Dieser kann andere,

vergleichbare Produktfamilien zuweisen oder die Zumietung eines Fahrzeugs gestatten. Gegebenenfalls sind verschiedene Simulationsläufe notwendig, um eine schlüssige Planung zu erhalten. Dies ist auch dann der Fall, wenn externe Einflüsse eine Neuplanung erfordern.

Selbststeuernde Routenplanung

Die Routenplanung ist ebenfalls Ergebnis der Agentenverhandlungen. Hierbei findet das DLRP Verwendung. Es wird als Verhalten derjenigen Agenten implementiert, die im Rahmen der Simulation Transportmittel repräsentieren. Diese haben zum Ziel, bei möglichst großer Auslastung der Ladekapazitäten eine möglichst geringe Strecke zurückzulegen. Hierbei sind die Terminrestriktionen der Artikel und die Anforderungen des Personals im Hinblick auf Fahr- und Ruhezeiten zu berücksichtigen. Während Letzteres von den Agenten sichergestellt wird, die das Personal repräsentieren, kommen die Routen durch direkte Verhandlungen zwischen den Agenten für Ausrüstung und Fahrzeuge zustande.

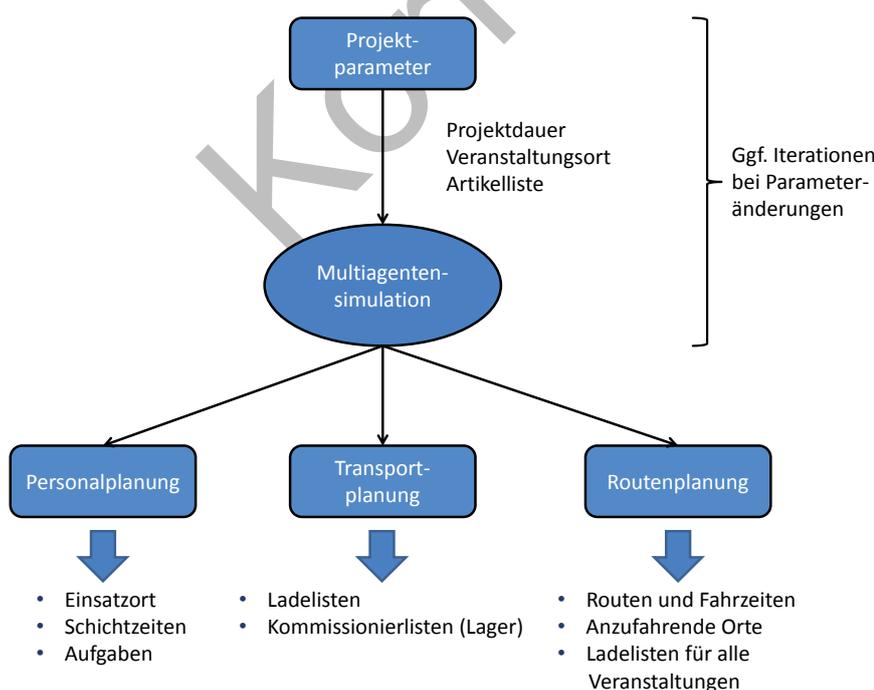
Die grundlegende Vorgehensweise des DLRP ist von Routingprotokollen für Datenpakete in großen Netzwerken, beispielsweise dem Internet, abgeleitet [9]. Diese versuchen, von einem Start- zu einem Endpunkt zu gelangen. Dies sind in der Regel Server, die im Zusammenschluss die Infrastruktur des Netzwerks bilden. Das jeweilige Datenpaket kann hier verschiedene Wege zum jeweiligen Ziel verfolgen, wobei der schnellste (oder kostengünstigste) bevorzugt wird. Ist dieser kurzfristig, beispielsweise durch einen Serverausfall, nicht erreichbar, wird dynamisch eine Ausweichroute gewählt. Das DLRP überträgt diese Vorgehensweise auf logistische Netzwerke. Hierbei gilt die Grundannahme, dass die logistischen Objekte entscheidungsfähig sind und somit auf Änderungen möglicher Routen reagieren können [4].

Die Knotenpunkte des Netzwerks werden als Umschlagplätze betrachtet, an denen Güter ihr momentanes Transportmittel wechseln können. Dies geschieht z.B., wenn eine Route blockiert ist oder sich eine schnellere Route zum Ziel ergibt. Zu diesem Zweck erfolgt während des Transports eine kontinuierliche Neuplanung der Route, sodass an jedem Netzwerkknoten theoretisch ein dynamischer Wechsel möglich ist.

Für die Anwendung im betrachteten Szenario der Veranstaltungslogistik sind einige Anpassungen notwendig. Diese betreffen die Eigenschaften von Transportmitteln und Netzwerkknoten. Das ursprüngliche DLRP betrachtet ein fixes System von Knoten, die lediglich temporär blockiert sein können (z.B. durch Staus). Als dynamisches Element treten hier die Transportmittel auf, die in ihrer Anzahl, Route, Verfügbarkeit und Transportkapazität variieren können. Die Netzwerkknoten sind also als eine Art von Frachtbörsen zu verstehen, an denen Ladung übergeben werden kann.

In der Veranstaltungslogistik sind alle Knoten, mit Ausnahme des/der Zentrallager, temporär, d.h. alle Veranstaltungsorte sind nur für die Zeit zwischen Aufbau und Abbau der Veranstaltungsausrüstung im Netzwerk präsent. Nach Ablauf dieses Zeitfensters

Bild 2: Konzept der selbststeuernden Disposition [3, 7, 8].



ist der Veranstaltungsort nicht mehr für den Austausch von Ausrüstung verfügbar, innerhalb des Zeitfensters fungiert er jedoch als temporärer Lagerort. Während also die Knoten des Netzwerks dynamisch sind, bilden die Transportmittel eine weitgehend fixe Größe. Die Anzahl und Kapazität der Fahrzeuge ist durch die Flotte des Veranstaltungsbetreibers vorgegeben und nur begrenzt, durch Anmietungen, erweiterbar. Auf das Beispielunternehmen übertragen heißt dies, dass während eines Dispositionsvorgangs das Netzwerk aus den Veranstaltungsorten der momentanen Aufträge und dem Zentrallager besteht. Die Transportaufträge werden entsprechend vom vorhandenen Fuhrpark bedient. Die Planung der auftragskonformen Routen geht nun wie folgt vonstatten:

Nach Übergabe der Grobplanung in Form von je einer Artikelliste inkl. der Veranstaltungsdaten pro zu disponierendem Projekt, werden innerhalb der Multiagentensimulation für jede zu allozierende Ressource entsprechende Agenten erzeugt. Die Koordination wird hierbei für jedes Projekt von einem Listenagenten übernommen. Dieser initiiert die Verhandlungen und beendet die Planungen, sobald für sein Projekt alle Artikel konkret reserviert, der Transport geklärt und das Personal zugewiesen ist. Die für die Routenplanung relevanten Teile der Verhandlungen sind auf Bild 3 zu sehen.

Im Prinzip verläuft die Planung in drei groben Schritten, die sich in Nachfrage, Angebotserstellung und Annahme eines Angebots gliedert. Hierbei werden Anfragen in einer Top-Down-Verfahrensweise gestellt, die entsprechenden Angebote erfolgen umgekehrt (Bottom-Up). Die Richtung orientiert sich an der Hierarchie der beteiligten Ressourcen, die sich auch im Verhandlungsverhalten der Agenten widerspiegelt. Den Beginn einer Verhandlung markieren Anfragen (Call for Proposals, kurz CFP), die von den Listenagenten ausgehend an die Artikelagenten gestellt werden. Diese beinhalten die Rahmendaten der Veranstaltung, für die der betreffende Artikel zur Verfügung stehen soll. Diese

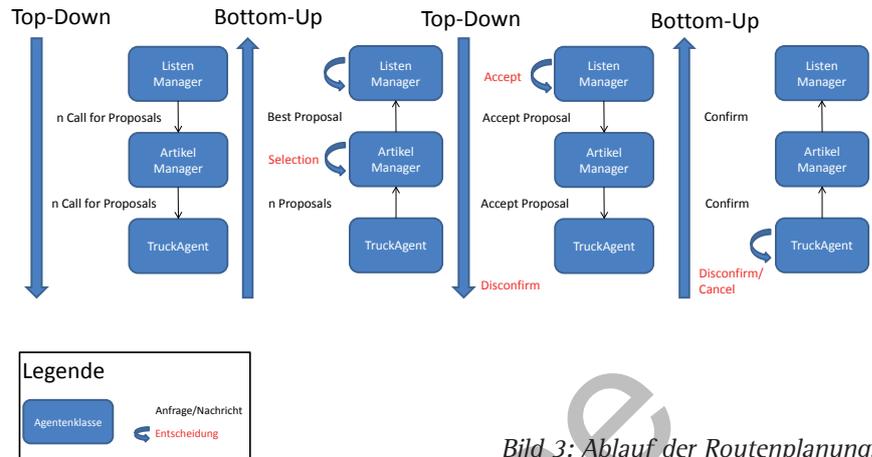


Bild 3: Ablauf der Routenplanung.

Anfragen erfolgen an alle Artikel aus einer Produktfamilie. In Anlehnung an das oben bereits genutzte Beispiel, würde ein Bedarf für eine Bühne vom Typ „X“ an alle Bühnen dieses Typs weitergeleitet werden. Diese prüfen nun, ob sie zu den geforderten Terminen generell verfügbar sind. Ist dies der Fall, erfragen sie bei potenziell geeigneten Transportmitteln, ob und zu welchen Kosten sie zu dieser Veranstaltung transportiert werden könnten. Dies geschieht mittels eines CFP an alle Fahrzeuge, die die notwendige Transportkapazität aufweisen. Die Bühne X würde hier z.B. aufgrund ihres Volumens und Gewichts nur bei den 7,5 Tonnern und Lkw (40 Tonnen) anfragen, die Lieferwagen und Pkw des Fuhrparks jedoch ignorieren.

Die Fahrzeugagenten berechnen nun die Kosten, die Ihnen durch den Transport der Bühne am fraglichen Datum entstehen würden und senden dieses Angebot (Proposal) an den Artikelagenten zurück. Dieser leitet das beste Angebot, das er erhält, an den Listenagenten weiter, welcher sich nun für einen Artikel entscheidet. Diese Entscheidung wird wiederum als Bestätigung zu den Transportmitteln weitergereicht (accept proposal). Diese prüfen nun, ob sich durch andere, in der Zwischenzeit eingegangene Anfragen, die Kosten für den Transport geändert haben. Ist dies der Fall, wird das Angebot entsprechend korrigiert und erneut zur Bestätigung nach oben durchgereicht. Falls nicht, erfolgt die Bestätigung direkt (confirm), die Transportkapazität wird entsprechend

reserviert und eine korrespondierende Route angemeldet. Der Planungsstand für den betrachteten Artikel ist nun fix und dient als Grundlage zukünftiger Angebote. Einige der Schritte werden, bedingt durch Kostenverschiebungen im Verhandlungsverlauf, iterativ durchlaufen, sodass es zu Zurückweisungen von Angeboten (disconfirm) oder der „Absage“ von bereits geplanten Routen (cancel) kommen kann. In diesen Fällen erfolgen Neuverhandlungen. Ein Distributionslauf ist beendet, wenn alle Listenagenten ihre Projekte gemäß den Vorgaben planen konnten. Sollte sich dies als unmöglich erweisen, muss der Projektleiter als oberste Planungsinstanz den Einsatz von Mietfahrzeugen und -ausrüstung erlauben, sodass entsprechend neugeplant werden kann.

Im Laufe der Verhandlungen stellen die Transportmittel und ihre Angebote den wesentlichen Faktor da. Zwar werden die Entscheidungen final von den Listenagenten getroffen, jedoch liegen hier die Kosten zugrunde, die für den Transport anfallen. Diese gehen unmittelbar auf die Angebote der Transportmittel zurück, sodass die Transportkosten letztendlich den ausschlaggebenden Faktor ergeben. Das Eintragen von Routen aufgrund akzeptierter Artikelanfragen erfolgt analog zu den Route-Anouncements im ursprünglichen DLRP. Das iterative Planen ist ebenfalls vergleichbar, jedoch stellt hier die dynamische Veränderung der Planungsgrundlagen den Auslöser dar. Im unveränderten DLRP wird vor

dem Erreichen jedes Netzwerkknotens neugeplant, um auf der Restdistanz liegende Routenalternativen im bestehenden Netz zu vergleichen. Der in diesem Beitrag präsentierte Ansatz des DLRP betrachtet bei Änderungen der Planungsparameter das Entstehen neuer, temporär gültiger Netzwerkknoten und berücksichtigt diese und die ihnen zugewiesenen Artikel.

Eine prototypische Implementierung des Ansatzes war in ersten Labortests in der Lage, das typische Auftragsvolumen des Beispielunternehmens für 1-2 Tage zu disponieren. Hierbei handelt es sich um 4-5 Veranstaltungen an drei verschiedenen Orten, die mit durchschnittlich 30 Artikeln beliefert werden. Die erreichten Auslastungen für die Fahrzeuge lagen bei bis zu 90 Prozent, wobei sich alle Veranstaltungen mit dem firmeneigenen Fuhrpark bewerkstelligen ließen. Die Routenlänge der Fahrzeuge betrug dabei zwischen zwei und drei Veranstaltungen in Folge, wobei zwischen 250 und 300 Kilometer zurückgelegt wurden. Im Hinblick auf die Routenplanung entsprechen diese Kennzahlen dem Ist-Zustand der Planungen, die Ergebnisse des Projektmanagers wären für das betrachtete Szenario identisch ausgefallen. Im Gegensatz zur manuellen Planungsarbeit des Experten, die in der Regel 1-2 Stunden in Anspruch nimmt, wurden die Ergebnisse jedoch in Simulationen von nur 40 Sekunden Dauer erzeugt.

Zusammenfassung und Ausblick

Die manuelle Disposition von Ressourcen gestaltet sich im Anwendungsfeld der Veranstaltungslogistik aufgrund von dynamischen Einflüssen recht schwierig. Die Anwendung von Methoden aus dem Bereich der Selbststeuerung stellt eine Möglichkeit dar, unter den gegebenen Umständen eine effiziente und robuste Disposition zu gewährleisten. Dieser Beitrag betrachtet die Anwendung von Selbststeuerungsmethoden in der Veranstaltungslogistik mit einem speziellen Augenmerk auf die Routenplanung für den Transport

von, zu und zwischen den Veranstaltungsorten.

Hier kommt eine angepasste Version des Distributed Logistics Routing Protocol (DLRP) zum Einsatz, dass Routingmechanismen aus dynamischen Datenstrukturen auf logistische Netzwerke überträgt. Es wird dahingehend modifiziert, dass es die veränderlichen Netzwerke aus Veranstaltungsorten mit einer fest definierten Transportflotte versorgen und hierbei direkt mit der Disposition von Veranstaltungsausrüstung und Personal gekoppelt werden kann.

Zukünftige Arbeiten werden die Optimierung der Routenfindung und die zugehörige Kostenfunktion betrachten. Weiterhin wird die Frage zu betrachten sein, inwiefern die selbststeuernde Routenfindung skalierbar ist oder ob sich obere und untere Schranken für die lösbaren Szenarien finden lassen. Da das vorgestellte Konzept eine prototypische Implementierung für einen konkreten Praxisfall darstellt, ist ferner die Übertragbarkeit auf vergleichbare Szenarien, beispielsweise Ladungsträger in geschlossenen Kreisläufen, zu prüfen. Den Abschluss der Arbeiten wird eine generelle Betrachtung der logistischen Leistungsfähigkeit im Vergleich mit etablierten Verfahren bilden, die auch eine Bewertung der Wirtschaftlichkeit einschließt.

Literatur

- [1] Allen, J.; O'Toole, W.; Harris, R.; McDonnell, I.: Festival and Special Event Management, 5. Auflage. Hoboken, NY, USA 2010.
- [2] Holzbaur, U.; Jettinger, E.; Knau, B.; Moser, R.; Zeller, M.: „Logistik,“ in Eventmanagement – Veranstaltungen professionell zum Erfolg führen. Berlin Heidelberg 2005, S. 105-142.
- [3] Harjes, F.; Scholz-Reiter, B.: Agent-Based Disposition In Event Logistics. In: Research in Logistics and Production (2013) 2, S. 137-150.
- [4] Rekersbrink, H.; Makuschewitz, T.; Scholz-Reiter, B.: A Distributed Routing Concept for Vehicle Routing Problems. In: Logistics Research 1 (2009) 1, S. 45-52.
- [5] Windt, K.; Hülsmann, M.: Changing Paradigms in Logistics Understanding the Shift from Conventional Control to Autonomous Cooperation and Control. In: Hülsmann, M.; Windt, K. (Hrsg): Understanding Autonomous Cooperation

& Control The Impact of Autonomy on Management, Information, Communication and Material Flow. Berlin 2007, S. 4-16.

- [6] Scholz-Reiter, B.; Meyer-Barlag, C.; Harjes, F.: Real-Time Tracking and Tracing by Means of Radio Technology. In: Proceedings of Papers of the 17th International Symposium on Logistics (ISL) 2012. New Horizons in Logistics and Supply Chain Management. Nottingham 2012.
- [7] Harjes, F.; Scholz-Reiter, B.: Autonomous control in event logistics. In: Proceedings of the 11th International Conference on Modeling and Applied Simulation 2012. Rende (CS), Italien 2012.
- [8] Harjes, F.; Scholz-Reiter, B.: Informationstransparenz in der Veranstaltungslogistik. In: Industrie Management 29 (2013) 5, S. 39-42.
- [9] Rekersbrink, H.: Methoden zum selbststeuernden Routing autonomer logistischer Objekte Entwicklung und Evaluierung des Distributed Logistics Routing Protocol (DLRP). Bremen 2009.

Schlüsselwörter:

Veranstaltungslogistik, Tourenplanung, Selbststeuernde Distribution, Selbststeuerung

Dieser Beitrag ist unter Förderung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 637 – Teilprojekt T6 entstanden.

Autonomously Controlled Route Planning for Rental Articles

In general, rental articles circulate in closed logistic systems, where the order parameters determine the material flow. As the planning horizon often comprises several subsequent orders at different locations, the corresponding transport and route planning is a complex task. Additionally, dynamic effects, such as thefts, damages, rush orders as well as new orders or order changes complicate the proceeding. This paper introduces the concept of an autonomously controlled route planning for rental articles that bases on the Distributed Logistics Routing Protocol (DLRP). At this, an example from the field of event logistics illustrates the concept.

Keywords:

event logistics, route planning, autonomously controlled dispatching, autonomous control