

Kurzfassung

In Zeiten der individualisierten Dienstleistungen und Produkte wird es der Logistik über die physische Warenbewegung hinaus zuteil, Dinge informativ zu identifizieren und miteinander in globalen Supply Chains zu vernetzen. Das sogenannte „Tracking&Tracing“ stellt im Rahmen der Planung und Steuerung von logistischen Systemen eine Grundvoraussetzung dar, um die Verfügbarkeit der richtigen Informationen echtzeitnah für sämtliche Waren zu gewährleisten. Eine besondere Herausforderung für die dynamische (Selbst-)Steuerung der Warenflüsse obliegt der intelligenten Datenverarbeitung in Form verteilter Algorithmen [HO15].

Die Planung von Materialflusssystemen beruht klassischerweise auf einem vorgeplanten, maximalen Durchfluss (Grenzleistungsbetrachtung) an bestimmten Punkten eines Systems. Durch eintreffende Ereignisse (Events), die zu einer alarmierenden Planabweichung führen können, wird jedoch der durchgängige Warenfluss beeinflusst und die ex ante geplante Regelmäßigkeit der Leistung ad absurdum geführt ([BHV14], S. 617 ff.). Je nachdem, an welcher Stelle Events auftreten, hat dies Auswirkungen auf die komplette Supply Chain. Dazu zählen als wichtige Knotenpunkte ebenfalls die Logistikzentren, die in besonderem Maße flexibel und aktiv auf Events reagieren müssen. Durch das hohe Verkehrsaufkommen an großen Umschlagknoten kommt es vermehrt zu Störungen im Materialfluss: LKW verspäten sich, innerbetriebliche Ressourcen und Systemlasten variieren, Anschlusstransporte und Kapazitäten ändern sich kurzfristig. Um die Komplexität des Materialflusses zu beherrschen, wird eine Methode zur Planung und Steuerung des Materialflusses als Ad-hoc-Reaktion auf Ereignisse benötigt (vgl. [BHV14], S. 617; [HO14]).

In der heutigen Praxis erfahren Mitarbeiter eines Logistikzentrums in der Regel erst von Störungen, wenn diese schon eingetreten sind und ein Entgegensteuern nahezu unmöglich ist. Das Logistikzentrum ist in der Supply Chain sowohl der Dynamik als auch der Intransparenz des Informations- und Materialflusses besonders ausgesetzt. Die Mitarbeiter müssen sich dabei auf ständig wechselnde Situationen durch unvorhergesehene Ereignisse einstellen und in kürzester Zeit weitreichende und komplexe Entscheidungen treffen.

Das im Rahmen der Arbeit entwickelte Multiagentensystem (*EventPlan*) in einem Logistiknoten fokussiert einen ereignis- und ressourcenorientierten Ansatz zur dynamischen Disposition von logistischen Objekten. Das System unterstützt den Logistikentscheider, in begrenzter Zeit eine hinreichend gute Entscheidung zu treffen. Als Ergebnis werden Aufträge neu priorisiert und umgeplant oder Ressourcen realloziert. Dabei wird die Entscheidung dem Verantwortlichen nicht abgenommen, sondern er wird durch die Analyseergebnisse unterstützt. Über Handlungsmöglichkeiten, wie den Einsatz zusätzlicher Ressourcen, entscheidet somit immer der verantwortliche Mitarbeiter.

Die Praxistauglichkeit erfordert dabei für das dynamische, echtzeitnahe Scheduling von Aufträgen und Ressourcen eine skalierbare, übertragbare Methode, welche Ereignisse echtzeitnah verarbeiten und autonom Nachfolgeaktionen anstoßen kann. Aus diesen Gründen wird ein dezentraler Algorithmus zur Kommunikation und Steuerung auf Basis eines Multiagentensystems aufgebaut und anhand der hochdynamischen Luftfrachtlogistik validiert.

Abstract

In times of individualized services and products, logistics goes far beyond the physical movement of goods to identify things in an informative manner and link them in global supply chains. The so-called "tracking&tracing" is a key prerequisite for planning and controlling logistical systems in order to guarantee that correct information for all goods is available near real-time. A particular challenge for the dynamic (self-) control of the material flows is the intelligent data processing in terms of distributed algorithms [HO15].

The design of material flow systems is based on a pre-planned maximum flow rate at certain points of a system (peak performance rating). Incoming events which can lead to an alerting plan deviation, however, influence the continuous flow of goods and lead the ex-ante planned controllability of the performance ad absurdum ([BHV14], p.617ff.). Depending on where events occur this has an impact on the entire supply chain. This also includes logistics centers as important nodal points which in particular have to react to events in a flexible and active way. Due to the high volume of traffic at large transshipment points there is an increased disruption of the material flow: trucks are delayed, internal resources and system loads vary, further transports and capacities are changing in the short term. In order to master the complexity of the material flow a method for the planning and control of the material flow is required as an ad hoc response to events (cf. [BHV14], p.617; [HO14]).

In today's practice employees of a logistics center only hear of disruptions when they already occurred and taking countermeasures is almost impossible. In the supply chain, the logistics center is particularly subject to both dynamic and non-transparency of the information and material flow. Employees need to adapt to constantly changing situations caused by unforeseen events and to make far-reaching and complex decisions in the shortest possible time.

The multi-agency system in a logistics node (*EventPlan*) developed in the context of the work focuses on an event-oriented and resource-oriented approach to the dynamic disposition of logistical objects. The system supports the logistics decision maker to make a sufficiently good decision in limited time. As a result, orders are re-prioritized and re-scheduled or resources are reallocated. The system does not make the decision instead of the person responsible but the person is supported by the analysis results. It is always the responsible employee who decides on possible actions like for example the usage of additional resources.

In order to achieve dynamic, near real-time scheduling of orders and resources the practicality requires a scalable transferable method which can process events in near real-time and initiate autonomous follow-up actions. Therefore, a decentralized algorithm for communication and control basing on a multi-agency system is built up and validated by means of the highly dynamic airfreight logistics.