

Das Internet der Dinge in der Intralogistik

Ein Konzept zur Selbststeuerung in Materialflusssystemen

Peter Tenerowicz, Roland Fischer, Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik,
Technische Universität München

Der anhaltende Trend zur kundenorientierten, auftragsbezogenen Herstellung individualisierbarer Produkte geht mit steigenden Variantenzahlen sowie verkürzten Innovations- und Produktlebenszyklen einher. Für den innerbetrieblichen Materialflusses bedeutet dies einen Anstieg der Komplexität und Dynamik aufgrund schwer prognostizierbarer Auftragslasten. Vor diesem Hintergrund müssen Materialflusssysteme dynamisch anpassbar sein und dabei möglichst geringe Kosten verursachen. In diesem Zusammenhang versprechen Konzepte zur Dezentralisierung der Steuerungssoftware und zur Modularisierung der Fördertechnik große Potenziale.

Der im Februar 2010 abgeschlossene BMBF-Forschungsverbund „Internet der Dinge“ beschäftigte sich daher eingehend mit Ansätzen zur dezentralen Steuerung in Materialflusssystemen. Am Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fml) wurden im Rahmen des Projektes Methoden zur Steuerung und Koordination autonomer (Fördertechnik-)Module und Transporteinheiten (TE) entwickelt. Grundgedanke des dezentralen Steuerungskonzeptes ist es, dem zu transportierenden Gut selbst die steuernde Rolle im Materialflusssystem zuzuweisen. Um seine Ziele zu erreichen, nutzt es die Transportdienste von Modulen sowie unterstützend zusätzliche Softwaredienste (z.B. Verzeichnis- oder Visualisierungsdienste). Für die Kommunikation zwischen diesen Grundeinheiten wird auf so genannte Agentensysteme zurückgegriffen. Jedem Modul, jeder TE und jedem Dienst ist ein Softwareagent zugeordnet, der einen gezielten Datenaustausch unterstützt. Softwareagenten sind kleine, autonome Programme, die eine eigene Intelligenz besitzen und in Kooperation miteinander Probleme lösen können. Bild 1 zeigt, wie sich das Steuerungsprinzip im Internet der Dinge von der herkömmlichen, hierarchischen Materialflussteuerung unterscheidet. Funktionen, die bisher auf verschiedenen Hierarchiestufen der Steuerungspyramide angesiedelt waren, werden auf Module und TEs verteilt.

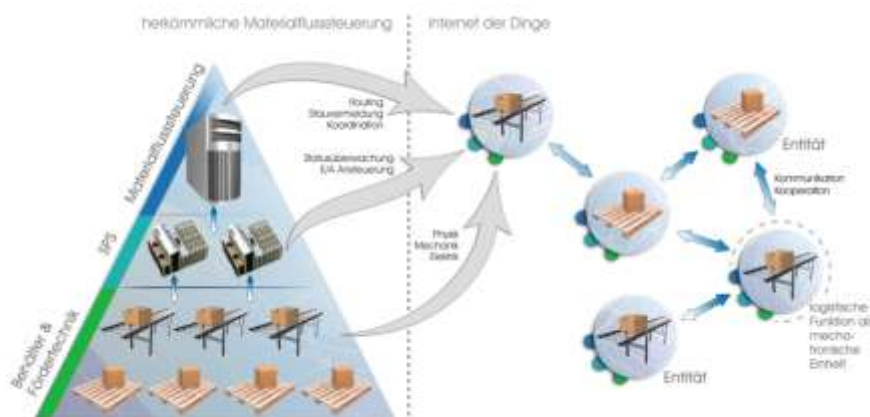


Bild 1: Das Internet der Dinge: hierarchieloses Materialflusssystem basierend auf autonomen, kooperierenden Einheiten

Um die TE mit den Informationen zu versorgen, die sie für eine selbstgesteuerte Zielerreichung benötigt, wurde im Projekt RFID-Technologie eingesetzt. Verwendet wurden dafür die bisher ungenutzten 24 Bit von passiven UHF-RFID-Transpondern nach EPC-NVE-96. Eine strikte Konformität mit den EPC-NVE-96-Vorgaben ist somit zwar nicht mehr gegeben, dafür wird die Speicherung des Ziels (Zielbereich, Zielmodul und exakter Zielpunkt) sowie eine einfache Beschreibung des Inhalts der Transporteinheit (Anzahl/Art des Inhalts) ermöglicht. Bild 2 verdeutlicht den Aufbau des Internet der Dinge aus „intelligenten“ TEs und eigenständigen Modulen.



Bild 2 Autonome Module und mit RFID ausgestattete Transporteinheiten bilden die Grundlage für das Internet der Dinge

In diesem Netzwerk aus Modulen, TEs und zusätzlichen Softwarediensten ist folgendes Szenario denkbar: Eine TE wird am Wareneingang angeliefert und anhand ihres RFID-Transponders identifiziert. Zu diesem Zeitpunkt wird auf einem Server ein Softwareagent gestartet, der fortan die Prozessschritte der TE verwaltet. Dieser erkundigt sich bspw. bei einem Lagerverwaltungssystem nach dem Ziel und der Dringlichkeit der TE. Nun muss dafür gesorgt werden, dass die TE ihr Ziel in der geforderten Zeit erreicht. Dazu werden mittels eines Verzeichnisdienstes geeignete Module für den nächsten Prozessschritt ermittelt. Jedes dieser Module wird nun vom TE-Agenten aufgefordert, ein Angebot abzugeben. Das Modul mit den geringsten Kosten erhält den Auftrag und sorgt für den Transport zum Zielpunkt.

Besondere Bedeutung kommt hierbei den Kostenfunktionen zu, auf deren Basis die Module ihr Angebot abgeben. Im einfachsten Fall kann dabei eine Abschätzung der Entfernung vom Modul zur zu transportierenden Einheit als Angebot genutzt werden. Darüber hinaus können aber auch Faktoren wie Streckenbelegung, Reservierungen oder vom Modul gemachte Erfahrungswerte (z.B. aufgezeichnete Statistiken über

Fahrzeiten) in die Berechnung einfließen. Durch die Gestaltung der Kostenfunktionen der Module können somit Materialflussstrategien festgelegt werden. Andererseits ist die TE durch immer neue Verhandlungen in der Lage, sich schrittweise durch das gesamte Logistiksystem zu bewegen. Falls der kürzeste Weg durch einen Stau blockiert sein sollte oder ein Teil der Fördertechnik ausfällt, steigen die Kosten dieser Route und die TE wählt ohne Umstellung der Förderstrategie automatisch eine Alternativroute.

Auch Anlagenerweiterungen sind auf diese Weise ohne zusätzlichen Programmieraufwand realisierbar. Neue Module melden sich beim Verzeichnisdienst an und beteiligen sich an Auktionen. Auf diese Weise kann der TE-Agent in einer veränderten Umgebung umgehend neue Routen nutzen. Dadurch lassen sich Umbau- und Erweiterungsmaßnahmen erheblich vereinfachen und Inbetriebnahmezeiten verkürzen.

Um das Konzept des Internet der Dinge in der Praxis zu testen, entstand in der Versuchshalle des Lehrstuhls fml ein Demonstrationsszenario bestehend aus einer Rollenbahn, einem Knickarmroboter sowie einer Elektrohängebahnanlage (EHB) mit mehreren Weichen, Katzen und Kranen (vgl. Bild 3). Im Betrieb dieser Versuchsanlage konnte gezeigt werden, dass sich Materialflusssysteme sinnvoll nach Funktionen modularisieren und durch den Einsatz moderner Technologien dezentral steuern lassen.



Bild 3 fml-Versuchsanlage: Transporteinheiten steuern (Fördertechnik-)Module

Das Konzept selbststeuernder Materialflusssysteme ist somit eine geeignete Antwort auf aktuelle und zukünftige Herausforderungen für Materialflusssysteme. Zwar gilt es zunächst noch Fragestellungen hinsichtlich Systemtransparenz, Benutzerfreundlichkeit und Standardisierung zu klären und in diesen Punkten praxisrelevante Lösungen zu erarbeiten. Fest steht aber, dass die zu erwartenden Vorteile hinsichtlich Robustheit, Wandelbarkeit und Erweiterbarkeit im Zuge einer Modularisierung und Dezentralisierung klar für eine weitere Entwicklung des Internet-der-Dinge-Konzepts sprechen. Frei nach dem Motto „Teile und herrsche!“ könnte dann die Steuerung komplexer Materialflusssysteme in Zukunft dezentral durch das bedarfsorientierte Zusammenspiel autonomer Einheiten erfolgen.