

Digitale Zwillinge verändern Logistik

Digital Twins von Lagern, Verkaufsflächen und ganzen Lieferketten transformieren alle Bereiche / Von Volker Lange und Tim Chilla

Virtuelle Software-Nachbildungen von Fabriken, Läden und Lagern schaffen völlig neue Möglichkeiten der Steuerung und Optimierung. Zu solchen Digitalen Zwillingen gehört auch eine neue Form der Interaktion von Mensch und Maschine.

Die fortschreitende Digitalisierung hat nicht nur unsere täglichen Lebensgewohnheiten verändert, sondern auch tiefgreifende Auswirkungen auf verschiedene Branchen. Eine der vielversprechendsten Entwicklungen ist die Konstruktion von Digitalen Zwillingen in Verbindung mit Mensch-Maschine-Kommunikation. Digitale Zwillinge sind virtuelle Repräsentationen von physischen Objekten, Prozessen oder Systemen. Diese digitalen Modelle ermöglichen es, reale Objekte und Abläufe präzise nachzubilden und in Echtzeit zu überwachen – wie ein virtuelles Spiegelbild. Im Kontext der Lager-Automatisierung eröffnen Digitale Zwillinge neue Möglichkeiten für eine effizientere und präzisere Steuerung von Lagerprozessen. Sie verschaffen initial einen Überblick über die Ist-Situation für die Operative und bieten die Grundlage für weitere planerische Optimierungen.

Hier einige Beispiele für erste Digitale Zwillinge in der Logistik:

1. dm-Drogeriemarkt setzt auf eine Infrastruktur von Digitalen Zwillingen. Die Einbeziehung jeder einzelnen Filiale mit den jeweiligen Artikelplatzierungen in den unterschiedlichen Regalarchitekturen führt zu einer zuvor nie dagewesenen Transparenz. Durch die Integration dieser Zwillinge kann dm seine Bestände optimieren, die inter-

nen Lieferketten effizienter gestalten und den Kundenservice verbessern.

2. In einem gemeinsamen Forschungsprojekt haben das Institut Fraunhofer IML und Dachser den Digitalen Zwilling @ILO (Advanced Indoor Localization and Operations) für den Stückgutumschlag entwickelt. Packstücke werden beim Eintritt, Aufenthalt und Verlassen des Lagers vollautomatisch identifiziert, lokalisiert, vermessen und für die Mitarbeiter im Lager auf mobilen Displays in Echtzeit visualisiert. Manuelle Scanvorgänge von Barcodes entfallen und Such- und Beladeprozesse werden erheblich beschleunigt. Der mit @ILO erreichte neue Level der Supply Chain Transparenz verspricht eine Logistiklandschaft, die durch optimierte Abläufe und präzise Planung gekennzeichnet ist.

3. Im Projekt Yard Lense on Edge (Teil des Großforschungsprojekts „Silicon Economy“ am Fraunhofer IML) wird ein Digitaler Zwilling für die Hof-Logistik erstellt und als Open-Source-Lösung veröffentlicht. Die Basis der Technologie ist fortschrittliches, KI-basiertes Multi-Camera Multi-Object Tracking (MCMOT). Das System, welches als Kontrollinstanz für Yard Management Software konzipiert wurde, erschafft eine umfassende Transparenz von Lagerhöfen und Logistikflächen. Durch die präzise Erfassung und Analyse von Bewegungen und Aktivitäten im Yard ermöglicht dieses Modell eine effiziente Steuerung von Verladeprozessen, Optimierung von Lkw-Bewegungen und Vermeidung von Engpässen.

Ein Großteil der zukünftigen Entwicklung in der Logistik wird auf der



Neue Technik: dm nutzt Roboter, um Daten für Digitale Zwillinge der Läden zu erfassen. Das ist die Basis für filialindividuelle Sortimente.

Digital Twins werden Prozesse in Echtzeit überwachen und steuern, die bisher informativ nicht zugänglich waren

weiteren Integration von Digitalen Zwillingen basieren. Die virtuellen Modelle bieten nicht nur eine verbesserte Sichtbarkeit und Kontrolle über Lagerprozesse, sondern können auch die gesamte Logistikbranche transformieren.

Echtzeit-Transparenz, Optimierungen der Lieferketten und präzise Vorhersagen: Durch die fortschreitende Entwicklung von Sensortechnologien und IoT-Geräten werden Digitale Zwillinge in der Lage sein, Prozesse in Echtzeit zu überwachen und zu steuern, die bisher informativ nicht zugänglich waren. Mit der exponentiell fortschreitenden Künstlichen Intelligenz und klassischer Algorithmik werden Digitale Zwillinge in der Lage sein, autonom Entscheidungen zu treffen.

Dennoch wird die Kooperation zwischen der autonom agierenden Technik und dem Menschen weiterhin im Fokus stehen, da die Logistik von Menschen für Menschen gemacht ist. Redundante, unliebsame Aufgaben, für die wenig Personal gefunden werden kann, wird primär ersetzt werden, sodass Mitarbeitende sich komplexeren Arbeitsfeldern widmen können und der Wegfall von unge-

schultem Personal aufgefangen wird. In der Zukunft wird die Logistik somit durch eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine geprägt sein. Dies wird unter anderem dadurch realisiert, dass das Personal den Digitalen Zwilling nutzen wird, um Prozesse zu überwachen und fundierte Entscheidungen zu treffen.

Die Integration von Digitalen Zwillingen in die Logistik verspricht eine Zukunft, in der Effizienz, Flexibilität und Präzision bei maximaler Transparenz die Leitprinzipien sind. Die fortschreitende Interaktion von Mensch und Maschine, unterstützt durch intelligente digitale Modelle, wird die Logistikbranche auf eine neue Ebene heben. Unternehmen, die diese Technologie frühzeitig adaptieren, werden in der Lage sein, sich den Herausforderungen der sich ständig wandelnden Märkte anzupassen und eine vorausschauende, optimierte Logistik zu gestalten. *Iz II-24*

Dr. Volker Lange ist Abteilungsleiter für Verpackungs- und Handelslogistik sowie AutoID-Technologien am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML) in Dortmund. Tim Chilla, ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter im IML.

Regallücken werden wieder zu einem wachsenden Problem

Fehlartikel treten durch Probleme der Lieferketten und Dispositionsfehler häufiger auf – Frühwarnsysteme mit KI können helfen / Von Stefan Rock

Obwohl die Lieferketten-Probleme der Corona-Zeit vorüber sein müssten, sind fehlende Artikel weiter ein Problem im deutschen LEH. Ursachen liegen bei Lieferanten, aber auch in Dispositionsfehlern von Prognosesystemen.

Warenverfügbarkeit ist für den LEH ein „Muss“. Ohne Ware kein Umsatz, ohne Umsatz kein Rohertrag und ohne Rohertrag kein Ergebnis. Das Thema Präsenzlücken hatte in den letzten Jahren an Bedeutung verloren. Doch seit Corona gibt es eine Trendwende. Die zunehmenden Regallücken sind gleichzeitig Umsatzpotenziallücken.

Noch vor wenigen Jahren zeigten Studien im deutschen Einzelhandel eine durchschnittliche Fehlartikelquote von über 8 Prozent. Die Hauptursachen waren damals innerbetrieblicher Natur. Bei lediglich 3 bis 5 Prozent waren die Vorstufen für die Out-of-Stocks (OoS) verantwortlich. Neuere Untersuchungen zeigen dagegen, dass der Handel gegen das Problem vorgegangen ist. Mittlerweile liegen die Ursachen für Fehlartikel zu über 40 Prozent auf Seite der Lieferanten.

Präventive Maßnahmen zur Vermeidung von Regallücken sind besser als reaktive, vermeidende besser als reduzierende und diese besser als

handhabende. Voraussetzung aller Maßnahmen gegen Out-of-Stocks ist die Kenntnis der Ursachen. Externe Gründe sind u.a. Störungen in den Lieferketten von Materialien zum Hersteller, etwa durch die aktuellen Kriegshandlungen um das Rote Meer oder durch Kapazitätsengpässe bei Schiffstransporten oder in den Häfen. Ursächlich für eine Minder- oder Fehllieferung muss nicht zwingend die Hauptkomponente eines Produkts sein. Auch das Fehlen einer sonst weniger bedeutungsvollen Nebenkomponekte kann die Auslieferung einer bestellten Ware verhindern.

Fehlartikel in Verantwortung des Händlers werden nur selten durch eine

unerwartet hohe Nachfrage ausgelöst. Dies ist heute ein zu vernachlässigender Sachverhalt, ebenso wie Probleme durch Mindestbestellgrenzen. Der bedeutendste innerbetriebliche Faktor für das Auftreten von Fehlartikeln ist der Dispositionsfehler, trotz aller Verbesserungen der Auto-Dispo-Systeme.

Präventiv handeln kann nur derjenige, dem frühzeitig Hinweise über zukünftige Fehlentwicklungen vorliegen. Der Einsatz von Software mit Künstlicher Intelligenz (KI) zur frühzeitigen Risikoerkennung kann helfen, indem ein solches System aus verschiedensten Informationsquellen risikorelevante Hinweise generiert, zielorientiert aufbereitet und ein entsprechendes Ge-

fährdungsmuster als Diskussionsgrundlage ableitet. Ein analoger KI-Einsatz findet sich bereits in der Beschaffung der Autoindustrie. Der Einkäufer erhält KI-basiert artikelspezifische Informationen über potenzielle Einkaufspreisveränderungen und kann frühzeitig reagieren.

Auch im Handel lassen sich wertvolle Hinweise durch KI-basierte Software erzeugen. Die grundsätzliche Vorgehensweise kann jener der Industrie folgen: Generierung, Zusammenführung und Auswertung lieferanten- sowie artikelspezifischer Informationen aus verschiedenen Quellen. Hilfestellung leisten auch traditionelle Vorgehensweisen, etwa durch handelsseitige Analysen, die sich auf die wichtigsten Fehlartikel-induzierenden Gründe beziehen. Hilfreich kann u.a. die Dokumentation der Häufigkeit des Auftretens solcher Fehler sein. Relevant ist, ob Probleme lieferanten-, artikel- oder jahreszeitbezogen auftreten und ob vakante Zeitfenster erkennbar sind. Auf Basis der Ursachenanalyse lassen sich fokussiert Maßnahmen ableiten. Das kann z.B. ein gezieltes Hinterfragen der Höhe des artikelspezifischen Sicherheitsbestands oder der Ausgestaltung der im System hinterlegten produktspezifischen Bestellparameter sein. Erhebungen haben gezeigt, dass diese häufig irgendwann programmiert, aber kaum an sich verändernde

Rahmenbedingungen angepasst wurden. Die Intensität handelsseitig durchgeführter Qualitätskontrollen und eine dadurch ausgelöste Sperrung von Artikeln sollte ebenfalls hinterfragt werden. Einerseits vermeiden diese firmeninterne Wertberichtigungen. Andererseits können sie dazu führen, dass Lieferanten sich weigern, ein Handelsunternehmen mit den entsprechenden Waren zu beliefern.

Im zunehmenden Wettbewerb sind Fehlartikel ein echtes Problem. Hilfsmittel zur Erkennung der Ursachen, die zu Fehlartikeln führen, sind vorhanden. Ob hierfür der Einsatz von KI zwingend erforderlich ist, darf diskutiert werden. Insbesondere KMU werden nicht über die hierfür notwendigen Ressourcen verfügen. Ein Ausschlusskriterium ist die Firmengröße aber nicht, da Ursachenforschung und Dokumentation auch KI-unabhängig durch einfachste Programme und Auswertungen erfolgen können. Herausforderungen für alle Lösungswege sind die Identifikation der „richtigen“ Quellen, deren Auswertung, die Interpretation der Ergebnisse und die zielorientierte Ableitung von Maßnahmen zur Vermeidung von Fehlartikeln. *Iz II-24*

Prof. Dr. Stefan Rock lehrt Internationales Handelsmanagement, insbesondere Handelslogistik, an der Technischen Hochschule Ingolstadt (THI Business School).



Problempunkt: Regallücken kosten Umsatz und treiben Kunden womöglich zur Konkurrenz.