

Logistik 4.0 – Logistikprozesse im Wandel

Technologischer Wandel in Logistiksystemen und deren Einfluss auf die Arbeitswelt in der operativen Logistik

Natalia Straub, Sandra Kaczmarek, Tobias Hegmanns und Stephanie Niehues, TU Dortmund

Aktuell wird vielerorts die Einführung digitaler Technologien als Antwort auf wichtige Anforderungen des Wettbewerbs vorangetrieben. Das Arbeitsumfeld der Beschäftigten in der operativen Logistik wird sich dadurch massiv wandeln. Der Beitrag liefert einen Überblick über den möglichen Einsatz von zukunftsweisenden Technologien in verschiedenen Logistikprozessen sowie die dadurch veränderten Teilaufgaben und Kompetenzanforderungen für die operativen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Arbeitswelt 4.0.

Industrie 4.0 und hier insbesondere die „Zukunftstechnologien“, wie autonome Transportsysteme, intelligente Behälter oder Paletten sowie die Roboter- und Automatisierungstechnik, bringen erhebliche Veränderungen für alle Bereiche der innerbetrieblichen Prozesslandschaft in der Logistik und im produktionslogistischen Umfeld mit sich [1-4]. Produktions- und Logistiksysteme 4.0 werden modular, skalierbar und flexibel sein und erfahren einen Wandel hin zu einer dezentralen Selbstorganisation, wobei smarte Produkte autark den Produktions- und Logistikprozess lenken [5, 6]. Mithilfe von „Assistant Devices“, mit denen der Mensch permanent mit den sozialen Netzwerken von Menschen und Maschinen verbunden ist und mit anderen Menschen sowie mit Cyber-Physical-Systems (CPS) kommuniziert, erfährt auch die klassische Mensch-Maschine-Schnittstelle eine grundlegende Veränderung [7].

Hinzu kommt eine Flexibilisierung des arbeitsorganisatorischen Rahmens in der Logistik hinsichtlich der Zeit, des Orts und der Steuerung, welche durch die zunehmende Digitalisierung und Vernetzung von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und den Maschinen in Arbeitssystemen unterstützt wird. Exemplarisch sind hier flexible Arbeitszeitmodelle, Remote-Arbeit bzw. flexible Selbststeuerung wie „Schicht-Doodle“ zu nennen [8].

Diese technologischen und organisatorischen Veränderungen sind insbesondere im operativen Bereich der Logistik verstärkt zu spüren und werden den Arbeitsalltag der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter transformieren [5, 9, 10]. Hierbei ist eine effiziente Nutzung der Kompetenzen der Arbeitskräfte im Shop Floor als die maßgebliche Voraussetzung für eine erfolgreiche Imple-

mentierung der Industrie 4.0 zu sehen [11].

Vor diesem Hintergrund wurden im Rahmen des BMBF Forschungsprojekts „Assistenzsystem zum demografiesensiblen betriebsspezifischen Kompetenzmanagement für Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft (ABE-KO)“ folgende Fragestellungen untersucht: Wie sehen die Logistikprozesse der Zukunft aus und inwiefern werden sich die Anforderungen an den Menschen und sein Arbeitsvermögen in der operativen Logistik im Kontext der Industrie 4.0 verändern?

Auf Basis einer umfassenden Sekundäranalyse von Trend- und Zukunftsstudien sowie eines Screenings innovativer Technologien der Logistikbranche wurden Szenarien zukünftiger Logistikprozesse erarbeitet, die die aktuellen Entwicklungen der Branche aufgreifen und in unterschiedlichen Reifegradstufen konsequent weiterdenken. Die beispielhaften Zukunftsszenarien wurden im Projekt mithilfe des Dortmunder Prozessketteninstrumentariums nach Kuhn [12] modelliert und ermöglichen somit eine detaillierte Analyse der zukünftigen Aufgabenanforderungen und erforderlichen Mitarbeiterkompetenzen.

Technologischer Wandel der Logistikprozesse – Einfluss auf das Arbeitsumfeld

Intralogistiksysteme können in Bezug auf ihre spezifische Aufgabenerfüllung unterschiedliche

Logistics 4.0 – Changing Logistics Processes – Technological Changes in Logistics Systems and their Influence on the Working Environment in the Operative Logistics

Currently the implementation of digital technologies in response to important competition requirements is promoted in many places. Consequently, the working environment of employees in operative logistics is going to change significantly. This article provides an overview of the possible uses of future-oriented technologies in different logistics processes as well as the thereby changing subtasks and competence requirements of operative employees in the working world 4.0.

Keywords:

competence management, human resources management, demographic change, digitalization, automatization, competence development, logistics, logistics systems, logistics processes, working environment 4.0, Industry 4.0

Dipl.-Logist. Natalia Straub arbeitet als Oberingenieurin am Lehrstuhl für Unternehmenslogistik (LFO) der Technischen Universität Dortmund.

Dipl.-Päd. Sandra Kaczmarek ist als wissenschaftliche Mitarbeiterin am LFO tätig.

Dr.-Ing. Tobias Hegmanns ist als stellvertretender Leiter des LFO der Technischen Universität Dortmund und akademischer Direktor des Institutsbereichs Unternehmenslogistik am Fraunhofer Institut tätig.

B. Sc. Stephanie Niehues ist als wissenschaftliche Hilfskraft am LFO tätig.

straub@lfo.tu-dortmund.de
www.lfo.tu-dortmund.de

	Bezeichnung	Beschreibung	Funktion	Prozess	Entwickler	Internetadresse
Hilfsmittel	E-ink-Display	Einsteckkarte mit Display zum Anzeigen von Pick-Informationen	Kabelloses Display zur Bereitstellung von Informationen und Quittierung von abgeschlossenen Pick Vorgängen	Kommissionierung	Fraunhofer IML	www.ima.fraunhofer.de
	InBin	Intelligenter Lagerbehälter	Lagerbehälter, der eigenständig Entscheidungen trifft, seine Umgebungsbedingungen überwacht und autonom Logistikprozesse steuert	Lagerung, Kommissionierung	Fraunhofer IML	www.ima.fraunhofer.de
	smart Resuable Transport Items (smaRTI)	Intelligente Ladungsträger verbunden mit Softwarearchitektur für AutoID-Technologien	Branchen- und Supply-Chain übergreifender Ansatz für einen intelligenten Materialfluss. Objekte suchen sich dabei selbst ihren Weg durch das logistische Netzwerk	Prozessübergreifender Einsatz	Fraunhofer IML	www.smart-rti.de
Identifikationssysteme	PalletCube	Drei Infrarot Kameras, die Ober- und Seitenflächen von Paletten erfassen	Der PalletCube bestimmt einfach und zuverlässig Volumen und Lademetre jeder Palette	Warenausgang	Heidler Strichcode GmbH	www.heidler-strichcode.de
	3D Konturen Check	Informationen zum Beladungszustand eines Ladungsträgers mittels 3D Kamera	Verifikation Beladungszustand und vollautomatische Depalettierung	Wareneingang, Qualitätskontrolle, Warenausgang	Fraunhofer IML	www.ima.fraunhofer.de
	Master Data Analyzer	Stammdatenerfassung von Objekten in Intralogistikprozessen	Warendigitalisierung	Wareneingang	Sick AG	www.sick.com
Betriebsmittel	InventAIRy	Autonomes Flugroboter-System (Drohne) zur Erfassung von Ware im Lager	Autonome Inventur von Lagerbeständen	Inventur	Fraunhofer IML + Albotix	www.inventory.de
	Bin:Go	Drohne, die rollend und fliegend Ware transportiert	Innerbetrieblicher Transport von kleinen, leichtgewichtigen Gütern	Lagerung	Fraunhofer IML	www.ima.fraunhofer.de
	cubeXX	Autonomer Stapler, der auch mitarbeitergeführt verfahren kann	Autonomer oder manueller Transport von Gütern	Wareneingang, Lagerung, Warenausgang	Still GmbH	www.still.de
	LogiMover	Automatisches fahrerloses Doppelkufensystem zum Transport von Paletten	Innerbetrieblicher Transport von Paletten	Wareneingang, Lagerung, Warenausgang	Eisenmann SE	www.eisenmann.com
	Automatische Kettenförder-systeme	Automatisches LKW Lade- und Entladesystem	Automatisches Verladen von Fracht-auf Standard-Paletten	Wareneingang, Warenausgang	ANCR SYSTEMS B.V.	www.ancra.nl
	MSequence	Automatisierte Verladebereitstellung	Just-in-time-Sortierpuffer für Paletten	Warenausgang	MLOG Logistics GmbH	www.kardex-mlog.de
	KARIS PRO	Flexibles, automatisiertes Materialversorgungssystem	Elemente, die sowohl alleine als auch im Zusammenschluss arbeiten können. Im Verbund organisiert, können die Elemente Rollenbahnen (Stetigcluster) und Funktionscluster (Unstetigcluster) bilden	Lagerung, Kommissionierung, Wertschöpfung	Karlsruher Institut für Technologie	www.karispro.de
	Grid Sorter	Modular, dezentral gesteuertes Fördersystem	Schachtbrett aus Fördermodulen, von denen jedes Einzelne Daten verarbeitet und selbstständig Entscheidungen treffen kann	Wareneingang, Lagerung, Warenausgang	GEBHARDT Intralogistic Group	www.gebhardt-foerdertechnik.de
	FlexConveyor	Plug & Play Conveyor	Einzelne Fördermodule werden wie in einem Baukastensystem per Plug & Play zusammengesteckt und miteinander verbunden	Wareneingang, Lagerung, Warenausgang	GEBHARDT Intralogistic Group	www.gebhardt-foerdertechnik.de
	Rack Racer	Shuttle, das sich selbstständig horizontal und diagonal im Regal bewegen kann	Automatische Bedienung von Kleinteilern	Lagerung	Fraunhofer IML	www.ima.fraunhofer.de
Multi Shuttle Move	Zelluläres Transportfahrzeug zur Kleinteilerverlagerung	Schwarm autonomer Fahrzeuge, der Lager- und innerbetriebliche Transportprozesse abdeckt	Kommissionierung, Lagerung	Fraunhofer IML	www.ima.fraunhofer.de	

Bild 1: Digitalisierung, Automatisierung und Autonomisierung der Logistikprozesse – eine Auswahl technischer Lösungen (Teil 1).

Literatur

[1] ten Hompel, M.; Henke, M.: Logistik 4.0. In: Bauernhansl, T.; ten Hompel, M.; Vogel-Heuser, B. (Hrsg): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik-Anwendung, Technologien, Migration. Wiesbaden 2014, S. 615-624.

[2] Lichtblau, K. u. a.: Industrie 4.0-Readiness. In: VDMA (Hrsg): Impuls. Aachen Köln 2015.

[3] Asche, S.; Hartbrich, I.: Das Regal misst den Puls. In: VDI Nachrichten 21 (2016), S. 19.

[4] Kerner, S.: Pack mit an, Roboter. Autonome Systeme in der Logistik. In: C'T Magazin für Computertechnik 13 (2016), S. 74-76.

[5] Kagermann, H.; Wahlster, W.; Helbig, J.: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. In: Forschungsunion (Hrsg): Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. – Wirtschaft und Wissenschaft begleiten die Hightech Strategie; Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (ACATECH). 2013.

[6] ten Hompel, M.; Kerner, S.: Logistik 4.0. Die Vision vom Internet der autonomen Dinge. In: Informatik Spektrum 38 (2015) 3, S. 176-182.

Ausprägungen annehmen, z. B. Versorgung der Produktion, Distribution etc. Um den internen Warenfluss zu steuern und durchzuführen, umfassen diese typische Referenzprozesse [in Anlehnung an 13]: Wareneingang und -ausgang, Lagerung, Kommissionierung und Verpackung sowie die Wertschöpfung, die zunehmend an Bedeutung gewinnt [13]. Im Folgenden werden die intralogistischen Prozesse von heute den möglichen Zukunftsszenarien zur Digitalisierung, Automatisierung und Autonomisierung anhand beispielhafter technischer Lösungen, wie in Bild 1 und Bild 2 veranschaulicht, gegenübergestellt und die Zusammenhänge zwischen Mensch, Technik und Organisation aufgezeigt.

Wareneingang und -ausgang

Die typischen Mitarbeiteraufgaben im Wareneingang beziehen sich auf das Entladen sowie die Wareneingangsprüfung, welche die physische Prüfung und den Abgleich der eingegangenen Ware mit den Lieferpapieren beinhaltet. Im Warenausgang finden u. a. die Bildung der Transport- bzw. Versandeinheiten sowie die Verladung statt. Diese Teilprozesse werden zurzeit meist durch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gesteuert und durchgeführt [13].

Zukünftig können die Be- und Entladeprozesse mittels autonomer Transportsysteme bzw. automatisierter Verladebühnen erfolgen. Die Automatisierung der logistischen Wareneingangsprüfung, z. B. mittels des „3D-Konturenchecks“ mit einem PMD-Sensor, kann die Prüfung durch

die Sichtkontrolle ablösen. Im Fall einer Abweichung vom vorgegebenen Packmuster werden Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter benachrichtigt und können die Qualitätssicherungs- bzw. Reklamationsprozesse anstoßen. Der Einsatz der intelligenten Objekte (Paletten, Behälter bzw. Produkte) sowie automatischer Identifikationssysteme mit Anbindung an ein Warehouse Management System (WMS) wird zukünftig den Informationsfluss flächendeckend digitalisieren und ermöglicht somit eine automatisierte Warenerfassung und -verfolgung.

Lagerung

Die Verteilung auf die Lagerbereiche sowie die Einlagerung werden heute meist von den operativen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern mittels Fördertechnik bzw. Regalbediengeräten durchgeführt. Die Vergabe des Lagerplatzes geschieht in den meisten Fällen über ein computergestütztes Materialflusssystem. Die Auslagerung der Ware erfolgt entweder als Vollpalette oder mittels Kommissionierung in kleineren Gebinden [13].

Bei der Ein- wie der Auslagerung in Logistiksystemen 4.0 wird der Vorgang des physischen Transports von autonomen Transportsystemen übernommen [14]. Beispielhaft ist hier der „Cube XX“ der Firma Still zu nennen, welcher sowohl autonom Waren verfahren und lagern als auch manuell durch einen Mitarbeiter gesteuert werden kann. Des Weiteren vereint der Stapler mehrere Funktionen der gängigen Fördertechnik und kann auch die Einlagerung in einem Palettenhochregallager übernehmen.

Der Transport von Kleinladungsträgern kann bspw. durch zellulare Transportsysteme erfolgen. Zellulare Transportsysteme sind Cyber-Physische Systeme, die sich im innerbetrieblichen Warentransport untereinander vernetzen und abstimmen können. Entsprechende Sensoren ermöglichen dabei einen reibungslosen und optimierten Transport der Ware [6]. Das „MultiShuttle Move“ des Fraunhofer IML kann beispielsweise bis zu 40 kg transportieren und sich im Schwarm autonom und effizient organisieren. Auch das Bestandsmanagement und die Nachschubprozesse im Lager können zukünftig z. B. von intelligenten Behältern mittels integrierter Kamerasysteme, wie dem „InBin“

des Fraunhofer IML, Paletten bzw. Lagersysteme gesteuert werden.

Kommissionierung

Die Kommissionierung dient der kundengerichteten und mengenmäßigen Zusammenstellung von mehreren verschiedenen Artikeln. Oft erfolgt dieser Vorgang manuell nach dem „Mann zu Ware“ Prinzip. Die Auftragsübermittlung kann dabei unterschiedlich erfolgen [13, 15].

Im Gegensatz zu heutigen Lösungen bietet die Kommissionierung nach dem Prinzip „Ware zu Person“ Optimierungspotenziale durch eine Reduktion der Fahrwege und Suchzeiten. Auch hier können die autonomen Transportsysteme bzw. die Systeme wie „Carry Pick“ von Swisslog oder „Amazon Kiva Roboter“, die mobile Regale verfahren, zum Einsatz kommen. In diesem Fall können flexible und multifunktionale Arbeitsstationen und eine bedarfsorientierte Anpassung des Layouts realisiert werden [6]. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter können durch ein „Pick-by-Vision System“ z.B. von der Firma picavi mit dem Einsatz einer sogenannten AR-Datenbrille unterstützt werden. Des Weiteren ist die vollautomatisierte Kommissionierung von frei verfahrbaren wie bspw. „TORU Flex“ bzw. ortsfesten Robotersystemen wie bspw. „Automated Item Pick“ denkbar.

Verpackung

Artikel, die durch Kommissionierung oder Cross-Docking Vorgänge zusammengeführt wurden, müssen im Zuge der Versandvorbereitung verpackt werden. Dies geschieht durch Stretch- und Umreifungsmaschinen oder bei kleineren Sendungsvolumen durch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in einem Versandkarton. Wenn Kartons auf Paletten um bzw. zusammengepackt werden müssen, geschieht dies meist manuell [13]. Im Kontext der demografischen Entwicklung wird die Ergonomie des Arbeitsplatzes gerade im Hinblick auf die arbeitsphysiologische Belastungsgrenze zunehmend eine größere Rolle spielen [16].

Die Palettierung kann zukünftig von sogenannten „Palettierrobotern“ durchgeführt werden. Dieser belädt und entlädt Paletten vollautomatisch. Das optimale Packmuster wird von einem com-

putergestützten Programm je nach Waren- bzw. Kartonbeschaffenheit ermittelt und an den Roboter übermittelt. Das Packmuster kann ggf. per RFID oder Mikrochip an der Palette gespeichert werden, um die sensorbasierte Überprüfung zu ermöglichen (s. Wareneingang) [17].

Wertschöpfung im Lager

Darüber hinaus ist eine kontinuierliche Steigerung des Wertschöpfungsanteils logistischer Prozesse zu verzeichnen. Zu den klassischen logistischen Aufgabenfeldern kommen zunehmend auch Veredlungsprozesse hinzu, die den Wert des Lager- oder Versandguts beeinflussen, wie z. B. kundenindividuelle Montage bzw. Verpackung [18, 19].

Neben den Entwicklungen im Kontext der Industrie 4.0 wird die zukünftige Gestaltung der Supply Chain sowie der Logistikprozesse stark von der zunehmenden Verbreitung der additiven Fertigungstechnologie beeinflusst und die Entwicklung neuer Geschäftsprozesse forciert. Beispielsweise kann im After-Sales Service Bereich zukünftig eine direkte und bedarfsorientierte Herstellung der Ersatzteile mittels der additiven Fertigungstechnologie erfolgen, um die kostenintensive Lagerung und Bevorratung der Ersatzteile zu reduzieren [19, 20].

- [7] Pieringer, M.: CeMAT 2016: Soziale Netzwerke von Menschen und Maschinen. URL: <http://www.logistik-heute.de/Logistik-News-Logistik-Nachrichten/Markt-News/14963/Fraunhofer-IML-Leiter-ten-Hompel-sprach-ueber-Social-Networked-Industry-CeMAT>, Abrufdatum 05.07.2016.
- [8] Pfeiffer, S.; Suphan, A.: Der AV-Index. Lebendiges Arbeitsvermögen und Erfahrung als Ressourcen auf dem Weg zu Industrie 4.0. URL: <https://www.sabine-pfeiffer.de/files/downloads/2015-Pfeiffer-Suphan-draft.pdf>, Abrufdatum 21.09.2016.
- [9] Spath, D. (Hrsg); Gansch, O; Gerlach, S.; Hämmerle, M.; Krause, T.; Schlund, S.: Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Stuttgart 2013.
- [10] Ruppel, D.: Hindernisse und Herausforderungen bei der Implementierung von Ganzheitlichen Produktionssystemen. URL: http://www.wiso.tu-dortmund.de/wiso/de/forschung/gebiete/fp-hirschkreisen/forschung/soz_arbeitspapiere/AP-SOZ-41.pdf, Abrufdatum 27.07.2016.

Bild 2: Digitalisierung, Automatisierung und Autonomisierung der Logistikprozesse – Eine Auswahl technischer Lösungen (Teil 2).

	Bezeichnung	Beschreibung	Funktion	Prozess	Entwickler	Internetadresse
Betriebsmittel	UNITR M/KLT-Flex M	Transportroboter für Kleinteile	Automatisierter Transport von Kleinteilen	Kommissionierung, Lagerung	MT ROBOT AG	www.mt-robot.de
	KlinCAT	Multilevel-Shuttle-System für Behälter	Automatisierte Ein- und Auslagerung von Behältern	Lagerung	Klinkhammer Group	www.klinkhammer.com
	Weasel	Fahrerloses Transportfahrzeug	Innerbetrieblicher Transport per Leitlinie	Wareneingang, Lagerung, Kommissionierung, Warenausgang	SSI Schäfer	www.ssi-schaefer.ch
	LOCATIVE-Low Cost Automated Guided Vehicle	Modulares Kleinstflurförderfahrzeug	Innerbetrieblicher Transport per Leitlinie	Wareneingang, Lagerung, Kommissionierung, Warenausgang	Fraunhofer IML	www.ima.fraunhofer.de
	Autostore	Automatisches Kleinteilelagersystem	Effiziente Kommissionierung und Lagerung von Einzelstücken und Kleinteilen durch integrierte Kommissionierplätze	Kommissionierung	Swisslog	www.swisslog.com
	TORU Flex	Autonomer Pickroboter selbst verfahrbar	Pick-by-Robot von quaderförmigen Objekten	Kommissionierung	Magazino GmbH	www.magazino.eu
	Carry-Pick	Mobile Regale durch fahrerlose Transportfahrzeuge, Transport zu multifunktionalen Arbeitsplätzen "ProPick"	Bild 2	Kommissionierung	swisslog	www.swisslog.com
	Amazon Kiva Roboter	Mobile Regale bestehend aus fahrerlosen Transportfahrzeugen, die Regale verfahren können	Bringen gesamtes Regal nach dem Ware-zu-Person Prinzip zur Kommissionierstation	Kommissionierung	Amazon Robotics	www.amazonrobotics.com
	Robo Pick	Vollautomatische Pickzelle	Pick-Automatisierung	Kommissionierung	SSI Schäfer GmbH	www.ssi-schaefer.de
	Automated Item Pick	Gemeinsame Kommissionierung von Mensch und Roboter	Automatisierte Kommissionierung mittels Roboter wo möglich, ansonsten manuelle Kommissionierung	Kommissionierung	swisslog	www.swisslog.com
	Automated Case Picking	Automatisierte Kartonkommissionierung	Verschiedene Tools, um die Wertschöpfungsketten im Distributionszentrum sowie in der Filiale in Einklang zu bringen	Wareneingang, Kommissionierung, Verpackung	Vanderlande Industries B.V.	www.vanderlande.com
	Swift	Autonomer Pickroboter verfahrbar	Pick-by-Robot	Kommissionierung	IAM Robotics	www.iamrobotics.com
	Fetch and Freight	Pickroboter und Transportfahrzeug als Team	Pick-by-Robot	Kommissionierung	Fetch Robotics	www.fetchrobotics.com
	iGo neo CX 20	Kommissionierfahrzeug, das Kommissionierer autonom nachfolgt, aber auch manuell benutzt werden kann	Automatischer Palettentransport während der Kommissionierung	Kommissionierung	Still GmbH	www.still.de
	FIFI	Gestengesteuertes fahrerloses Transportsystem	Intralogistisches Assistenzsystem zum Transport von Kleinteilen	Kommissionierung	KIT + BÄR Automation GmbH	www.iff.kit.edu
	Pick-it-easy	Kommissionierarbeitsplatz	Modularer Arbeitsplatz nach dem Ware-zu-Person Prinzip	Kommissionierung	Knapp AG	www.knapp.com
Palettier-roboter	Kombination von Palettierroboter-System, Greifsystem und Palettierungssoftware	Palettieren und Depalettieren von Paletten	Wareneingang, Warenausgang	AKON Robotics	www.akon-robotics.de	
Assistenzsysteme	Coaster	Tablet im Bierdeckelformat	Ermöglicht Kommunikation mit Maschinen und Mitarbeitern untereinander	Prozessübergreifender Einsatz	Fraunhofer IML	www.ima.fraunhofer.de/
	Datenbrille	Augmented Reality-Datenbrille	Kommissionierung und Inventur mittels Pick-by-Vision	Kommissionierung	picavi	www.picavi.com
	Flexnote	Kombination aus einem mobilen Endgerät und einer Cloud-Applikation	Softwaregestütztes Tool, das Mängel und Optimierungsvorschläge in der Produktion transparent, schnell und zielgerichtet weitergibt	Prozessübergreifender Einsatz	Fraunhofer IPA	www.ipa.fraunhofer.de
	RFID Armband	Mobiler Reader, der am Handgelenk getragen wird	Objekte oder Greifbereiche können schnell und automatisch im Handlingsprozess identifiziert werden	Kommissionierung	Fraunhofer IFF	www.iff.fraunhofer.de/
	ProGlove	Intelligenter Handschuh, der mit RFID, Bewegungssensoren und einem Feedback-Display ausgestattet ist	Pick-Vorgänge werden automatisch erfasst, Montagevorgänge durch den Bewegungssensor verfolgt und überwacht	Wareneingang, Warenausgang, Kommissionierung	ProGlove	www.proglove.de

[11] Friedl, C.: Industrie 4.0: Update für die Fabrik der Zukunft. MaschinenMarkt (2013) 8, S. 24-25.

[12] Kuhn, A.: Prozesskettenmanagement – Erfolgsbeispiele aus der Praxis. Dortmund 1999.

[13] ten Hompel, M.; Schmidt, T.: Warehouse Management. Organisation und Steuerung von Lager- und Kommissioniersystemen, 3. Auflage. Berlin Heidelberg 2008.

[14] ten Hompel, M.; Kerner, S.: Logistik 4.0. Die Vision vom Internet der autonomen Dinge. In: Informatik Spektrum 38 (2015) 3, S. 176-182.

[15] Martin, H.: Transport- und Lagerlogistik. Planung, Struktur, Steuerung und Kosten von Systemen der Intralogistik, 9. Auflage. Wiesbaden 2014.

[16] Gerlach, S.: Die Stechuhr schlägt zurück. URL: <http://blog.iao.fraunhofer.de/die-stechuhr-schlaegt-zurueck/>. Abrufdatum: 20.10.2016

[17] KUKA Roboter GmbH: Palettierroboter stapelt Kartons. URL: http://www.kuka-robotics.com/germany/de/solutions/solutions_search/L_R203_Palletizing_robot_stacks_cartons.htm. Abrufdatum 16.08.2016.

[18] Straub, N.; Kaczmarek, S.; Hegmanns, T., May, D.; Haertel, T.; Möllmann, A.; Zarembo, B.: Kompetenzmodell für die operative Logistik in der Arbeitswelt 4.0. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 10 (2016), S. 645-649.

Mitarbeiterkompetenzen in der Logistik 4.0

Anhand eines hybriden Arbeitsszenarios, in dem die Kontroll- und Steuerungsaufgaben in Kooperation mit vernetzten Technologien erfolgen, sollen der Technologieinsatz und die damit einhergehenden Veränderungen im operativen Arbeitsumfeld konkretisiert werden [21]. Betrachtet wird die Einführung zellulärer Transportsysteme im Prozess „Kommissionierung“. Die Vorgehensweise bei der Ableitung der Kompetenzanforderungen ist in Bild 4 dargestellt.

Der Warentransport ins Lager sowie aus dem Lager zu den Kommissionierstationen geschieht autonom. Die Aufgabe des Kommissionierens bleibt in diesem Fall beim Menschen. Er entnimmt die richtige Anzahl an Artikeln aus dem Behälter, der durch ein zelluläres Transportsystem transportiert wird. Durch den Wegfall der operativen Aufgabe des Ein- und Auslagerns und der Fahrzeiten in die Lagerbereiche können die Beschäftigten in diesem Lagersystem neue Aufgaben wie z.B. Kapazitätssteuerung und Allokation der Fahrzeuge oder Umgestaltung von Fahrwegen und Aufnahme- und Abgabestellen übernehmen.

Durch geeignete Assistenz-Devices, wie Tablets, Smartphones oder AR-Datenbrillen, können die Beschäftigten die Funktionalität der Transportsysteme überwachen, die Transportsysteme proaktiv warten, die Prozesse optimieren und bei Störungen eingreifen. Bei der Störungsbewältigung ist es denkbar, dass bei größeren Problemen im Bereich der Mechanik oder Sensorik des Systems die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter entweder visuell über die Datenbrille oder mittels Textinformationen bzw. Videos auf dem Tablet oder Smartphone assistiert werden.

Die weitere mögliche Aufgabenerweiterung stellt die flexible Personaleinsatzplanung dar, indem durch den Einsatz von z. B. Social-Networks oder „Schicht-Doodle Systemen“ die Mitarbeiterinnen bzw. Mitarbeiter ihre Einsatzzeiten selbstorganisiert per Smartphone-App flexibel abstimmen [16].

Durch dieses Szenario sowie die oben beschriebene Transformation der Logistikprozesse wird deutlich, dass der Mensch in den operativen Logistikprozessen der Zukunft keinesfalls überflüssig wird. Er wird Teil eines hybriden sozio-technischen Arbeitssystems, in dem er Hand in Hand mit den Technologien der Zukunft agiert.

Durch die Einführung digitaler Technologien im Kontext der Industrie 4.0 steigt insbesondere die Bedeutung des übergreifenden Prozesswissens der Mitarbeiter sowie deren Wissen über die Funktionsweise der eingesetzten Betriebs- und Hilfsmittel sowie Informations- und Datenverarbeitung. Des Weiteren sind die Fähigkeiten zur effizienten Problemlösung und Störungsdiagnose und -behebung sowie das Verständnis über die digital ablaufenden (Informations-)Prozesse für die Bewältigung der neuen Aufgaben zentral.

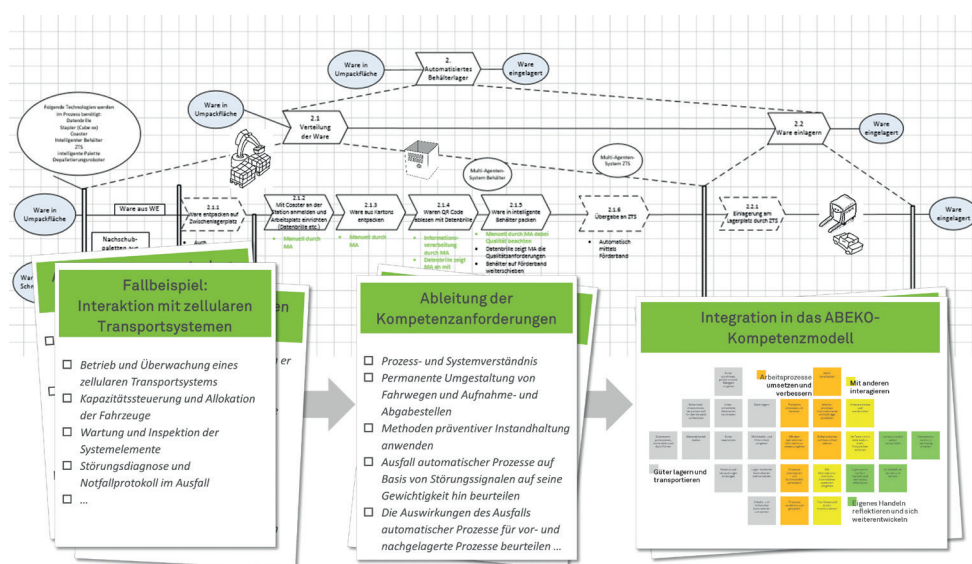
Repetitive und körperlich anstrengende Aufgaben werden vermehrt von automatisierten Systemen übernommen, sodass sich das Aufgabenfeld der operativen Fachkräfte verstärkt um gestalterische, planerische und optimierende Aufgaben erweitert.

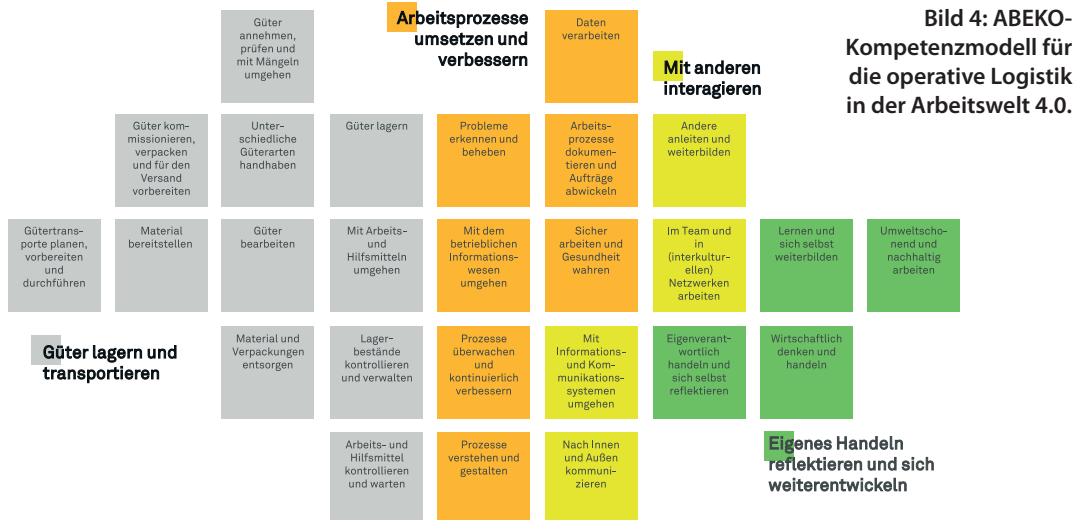
Weiterhin werden durch die neuen Formen der Arbeitsorganisation, wie z. B. das locker vernetzte Arbeitskollektiv, höhere Anforderungen an die Kommunikationsfähigkeit und das Arbeiten im Team an die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gestellt. Aufgaben müssen selbstständig in einer Arbeitsgruppe abgestimmt und Probleme flexibel und situationsbedingt im Arbeitsablauf gelöst werden [18].

Beitrag zur Lösung

Die Einführung neuer Technologien wird in Unternehmen keinesfalls ad hoc geschehen, vielmehr ist hier von einer schrittweisen Technologiemigration auszugehen. Einem evolutionären Prozess folgend, werden manuelle, automatisierte und autonome Logistikprozesse in verschiedensten Ausprägungen und Reifegraden nebeneinander in der betrieblichen Praxis existieren,

Bild 3: Ableitung der Kompetenzanforderungen am Beispiel „Interaktion mit zellulären Transportsystemen“.





sodass die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mit heterogenen Aufgaben konfrontiert werden.

Zur Befähigung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für die Arbeit 4.0 ist die proaktive Umsetzung des betrieblichen demografiesensiblen Kompetenzmanagements auch in den operativen Bereichen heute wichtiger denn je [22, 23]. Die Aktualität der betriebspezifischen Kompetenzmodelle spielt dabei eine Schlüsselrolle. Ein Kompetenzmodell modelliert die Auswahl, Evaluierung, Entwicklung, Bilanzierung und Normierung von Kompetenzen im Unternehmen [24].

Im Rahmen des ABEKO Projekts wurde ein logistikspezifisches Kompetenzmodell [18] entwickelt, welches generisch aufgebaut ist und einen breiten Einsatz sowie eine betriebspezifische Anpassung bzw. Spezifizierung ermöglicht.

Das ABEKO-Kompetenzmodell in Bild 4 beinhaltet einen prozessorientierten Kompetenzkatalog, der vier Kompetenzfelder und 26 Cluster beschreibt, sowie einen Einstufungsschlüssel zur Beschreibung der Kompetenzniveaus [18]. Im Gegensatz zu den bestehenden Modellen umfasst das ABEKO-Kompetenzmodell sowohl den Status Quo u. a. aus dem Rahmenplan der Kultusministerkonferenz [25] und Ausbildungsplänen der Industrie- und Handelskammer für den Beruf der „Fachkraft für Lagerlogistik“ als auch die zukünftigen Kompetenzanforderungen an Mitarbeiter in der operativen Logistik in der Arbeitswelt 4.0 [26]. Die Entwicklung des Kompetenzmodells wurde in [26] ausführlich erläutert und die Anwendung des ABEKO Kompetenzmodells in der Praxis in [18] dargelegt.

Mithilfe des ABEKO-Kompetenzmodells können zukünftige Kompetenzanforderungen der Beschäftigten in der operativen Logistik im Kontext der Transformation der Logistikprozesse antizipiert, diagnostiziert und erforderliche Weiterbil-

dungsprogramme betriebspezifisch entwickelt und im Unternehmen etabliert werden.

Im Rahmen des ABEKO Projekts wurden exemplarische demografiesensible Lernkonzepte nach dem „Blended Learning“ Prinzip entwickelt, welche eine methodische Unterstützung liefern. Neben den im Projekt entwickelten demografiesensiblen Lernkonzepten für die operative Logistik im Speziellen wird im Kontext der betrieblichen Kompetenzentwicklung für die Arbeitswelt 4.0 im Allgemeinen aktuell das Konzept der „Gamification“, die Integration spielerischer Elemente in einen nicht-spielerischen Kontext, und die Umsetzung von Serious Games verstärkt diskutiert. Vor dem Hintergrund neuer und verstärkt metakognitiver Anforderungen an die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen erscheint eine Erweiterung des Lernumfelds durch innovative, virtuelle Lernmöglichkeiten erforderlich. Insbesondere den Mechanismen von Unterhaltungsspielen und der virtuellen Realität werden hier große Potenziale zugesprochen, divergente Zielgruppen und Kompetenzentwicklung sowie wissensintensive Facharbeit und fortschreitende Technologieentwicklung in eine Wechselbeziehung zu bringen [27].

Schlüsselwörter:

Kompetenzmanagement, Personalmanagement, Demografische Entwicklung, Kompetenzentwicklung, Digitalisierung, Automatisierung, Logistik, Logistiksysteme, Logistikprozesse, Arbeitswelt 4.0, Industrie 4.0

Dieser Beitrag entstand im Rahmen des Projekts „ABEKO – Assistenzsystem zum demografiesensiblen betriebspezifischen Kompetenzmanagement für Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft“, das von dem Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF im Förderschwerpunkt „Betriebliches Kompetenzmanagement im demografischen Wandel“ unter dem Kennzeichen O2L12A100 gefördert wird.

- [19] Thomas, O.; Kammler, F.; Zarvic, N.: Supply Chain 4.0. Revolution in der Logistik durch 3D-Druck. URL: <http://www.scheer-innovation-review.de/iot/supply-chain-4-0-revolution-in-der-logistik-durch-3d-druck/>, Abrufdatum 21.09.2016.
- [20] Khajavi, S.; Partanen, J.; Holström, J.: Additive manufacturing in the spare parts supply chain. In: Computers in Industry 65 (2014), S. 50-63.
- [21] Dombrowski, U.; Riechel, C.; Evers, M.: Industrie 4.0 – Die Rolle des Menschen in der vierten industriellen Revolution. In: Kersten, W.; Koller, H.; Lödding, H. (Hrsg.): Industrie 4.0 – Wie intelligente Vernetzung und kognitive Systeme unsere Arbeit verändern. Berlin 2014, S. 129-154.
- [22] Engelbert, W.: Kompetenzmanagement in der Industrie. München 2014.
- [23] Straub, N.; Kaczmarek, S.; Drotleff, U.: Demografiesensibles Kompetenzmanagement – Entwicklung eines Assistenzsystems zum demografiesensiblen betriebspezifischen Kompetenzmanagement für Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft (ABEKO). In: Industrie 4.0 Management 31 (2015) 3, S. 57-60.
- [24] Gessler, M.: Das Kompetenzmodell. In: Bröckermann, R.; Müller-Vorbrüggen, M. (Hrsg.): Handbuch Personalentwicklung. Stuttgart 2006, S. 23-41
- [25] Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit: Verordnung über die Berufsausbildung im Lagerbereich. Fachkraft für Lagerlogistik. 2004.
- [26] Straub, N.; Kaczmarek, S.; May, D.; Radtke, M.; Neubauer, D.; Haertel, T.; Hegmanns, T.: Kompetenzmodell für die operative Logistik in der Industrie 4.0 – ein Spannungsfeld zwischen Status Quo und zukünftigen Anforderungen. In: GfA (Hrsg.): Arbeit in komplexen Systemen. Digital, vernetzt, human?!. Aachen 2016.
- [27] Nollmann, S.: Kompetenzen aufbauen mit Serious Games – Impulse aus Bremen auch für künftige EU-Forschungsförderung. URL: http://www.biba.uni-bremen.de/fileadmin/pressemitteilung/20131022pm_GaLa-Paris_final.pdf. Abrufdatum: 27.09.2013.