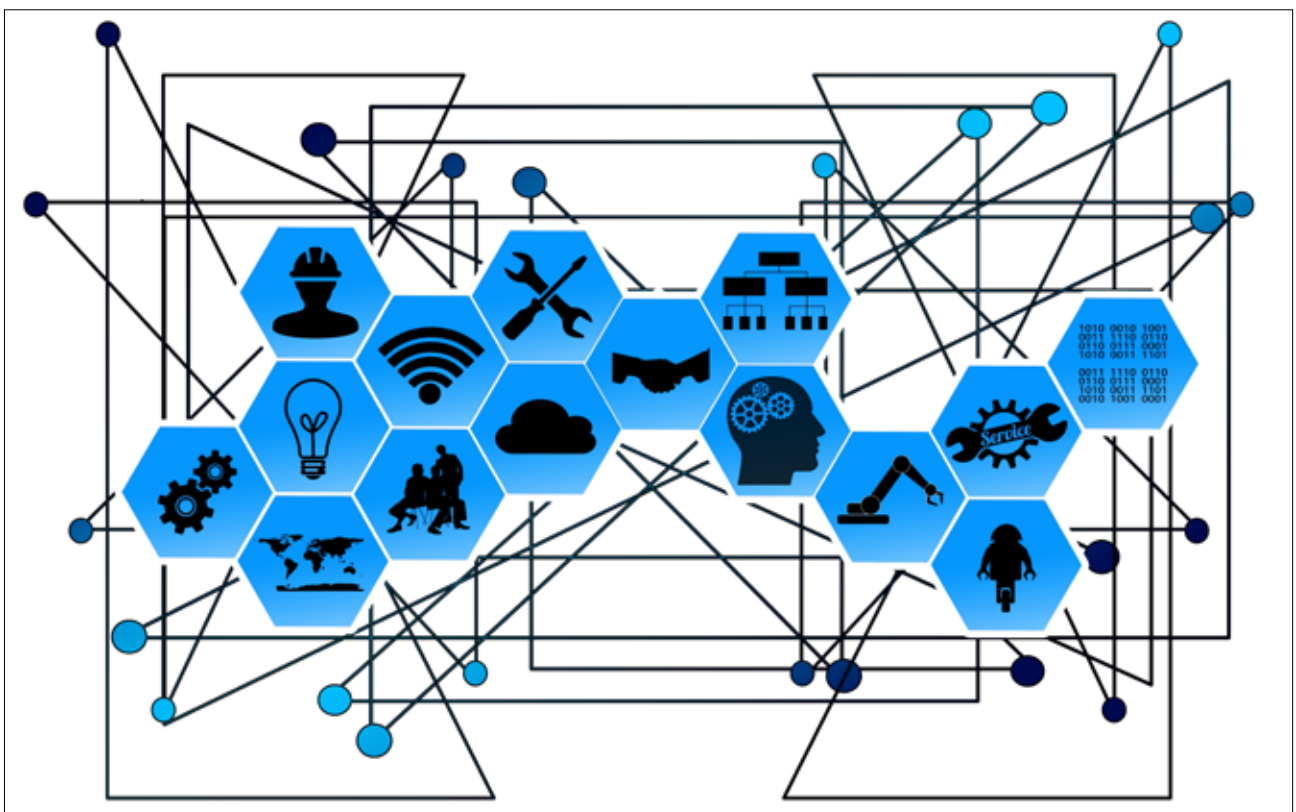


Alexandra Schmitz / Hans Uske / Bernd Noche / Fuyin Wei (Hrsg.)

# Logistik und Digitalisierung

Ergebnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt  
„Gesundheitsförderliche Arbeitsgestaltung für digitalisierte  
Dispositions- und Dokumentationsaufgaben in der Logistik“  
(Pro-DigiLog)

2017-2020



Duisburg, März 2020

## **Impressum:**

Der vorliegende Band wird herausgegeben von Alexandra Schmitz, Dr. Hans Uske (RISP) Prof. Dr. Bernd Noche und Fuyin Wei (Universität Duisburg-Essen) in Zusammenarbeit mit den Partnern Ulrich Eul (TimeStudy) und Sarah Noemi Freund (VSL) im Verbundprojekt Pro-DigiLog.

Kooperationspartner des Verbundes sind:

- Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl Transportsysteme und -logistik, Prof. Noche
- Rhein-Ruhr-Institut für Sozialforschung und Politikberatung (RISP) e.V. an der Universität Duisburg-Essen
- TimeStudy GmbH, Lünen
- Verband Spedition und Logistik Nordrhein-Westfalen (VSL), Düsseldorf
- IFA-Powertrain GmbH, Haldensleben

Das Verbundprojekt Pro-DigiLog wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und der Europäischen Union im Rahmen des Förderschwerpunktes „Arbeit in der digitalisierten Welt“.

ISBN: 978-3-9819566-0-3

## Inhalt

|   |    |
|---|----|
| Einleitung .....  | 5  |
| <i>Fuyin Wei / Bernd Noche</i><br>Digitalisierung und digitale Dokumentationsprozesse .....   | 7  |
| <i>Fuyin Wei / Bernd Noche</i><br>Sensortechnik zur Steuerung von Logistikprozessen in kleinen und mittleren Unternehmen.....   | 17 |
| <i>Alexandra Schmitz</i><br>Arbeit und Logistik 2025 - Wie Expertinnen und Experten die Zukunft der Branche beurteilen .....  | 25 |
| <i>David Wick</i><br>Die Auswirkungen digitaler Hilfsmittel auf die Be- und Entlastung von Beschäftigten in ausgewählten Betrieben<br>der Logistikbranche.....  | 29 |
| <i>Sarah Noemi Freund</i><br>Weiterbildung zur Digitalisierung in der Logistik.....   | 37 |
| <i>Ulrich Eul</i><br>Ergonomie als Bestandteil gesunder Arbeit in der Prozessoptimierung .....  | 45 |
| <i>Dagmar Wäscher</i><br>Die Entwicklung der Kurier-, Express- und Paketdienste (KEP) und die Rolle der Digitalisierung.....  | 53 |
| <i>Bernd Noche / Fuyin Wei / Alexandra Schmitz / Hans Uske / Ursula Kreft / Sarah Noemi Freund / Ulrich Eul</i><br>Thesen zur Digitalisierung in der Logistik und den Möglichkeiten gesundheitsförderlicher Arbeitsgestaltung ..... | 61 |
| Über die Autorinnen und Autoren .....   | 65 |



Hans Uske

## Einleitung

Nimmt man die öffentliche Wahrnehmung als Gradmesser für gesellschaftliche Entwicklungen, dann scheint der Versuch, gesundheitsförderliche Arbeitsgestaltung in der Logistikbranche zu betreiben nicht sonderlich Erfolg versprechend zu sein. Es erscheinen dann Bilder von Subunternehmern mit ihren schlecht bezahlten Paketdienstfahrern, monotonen Arbeitsbedingungen in Lagerhallen, übermüdeten LKW-Fahrern aus Osteuropa. Und die fortschreitende Digitalisierung scheint alles noch schlimmer zu machen. In einer Befragung des DGB gaben 41% der Befragten im Bereich Verkehr und Lagerei an, die Arbeitsbelastung sei eher größer geworden. Nur 8% waren der Ansicht, sie sei geringer geworden.

In dem vorliegenden Sammelband, in dem Ergebnisse des BMBF-Verbundprojektes „Gesundheitsförderliche Arbeitsgestaltung für digitalisierte Dispositions- und Dokumentationsaufgaben in der Logistik (Pro-Digi-Log)“ vorgestellt werden, sollen solche Befürchtungen keineswegs wegdiskutiert werden. Es gibt diese Entwicklungspfade, aber es gibt auch die Möglichkeit, dass durch die Digitalisierung in der Logistik Arbeitsabläufe produktiver **und** gesundheitsförderlicher gestaltet werden können.

In einem ersten Aufsatz gehen Fuyin Wei und Bernd Noche aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht der Frage nach, was Digitalisierung in der Logistik bedeutet, welche Technik dahintersteht und welche Trends sich abzeichnen. Dabei zeigen sie auf, wie Dokumentationsprozesse, die in der Logistik eine große Bedeutung haben, sich mit moderner Technik durch ein Verfahren, das im Projekt Pro-Digi-Log entwickelt wurde, kostengünstig digitalisieren lassen.

In einem zweiten Aufsatz beschreiben die beiden Autoren dann, wie Sensortechnik zur Steuerung von Logistikprozessen in kleinen und mittleren Unternehmen mit benutzerfreundlichen und kostenarmen Systemen eingesetzt werden kann. Damit können dann auch Daten erfasst werden, die für die gesundheitsförderliche Arbeitsgestaltung wichtig sind.

Dass solche bezahlbaren Formen der Digitalisierung insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen stärker benötigt werden, zeigt Alexandra Schmitz in ihrem Aufsatz „Arbeit und Logistik 2025 – Wie Expertinnen und Experten die Zukunft der Branche beurteilen.“ Die Hälfte aller von ihr befragten Unternehmen gaben Kosten als das größte Hemmnis bei der Digitalisierung an. Gleichzeitig glaubten nur 18 Prozent der Befragten, dass

die Arbeit gesünder wird, 40% sehen neue Belastungen auf die Beschäftigten zukommen.

Diese Befunde waren für David Wick Anlass, bei einigen Unternehmen noch einmal näher nachzufragen. In seinem Aufsatz „Die Auswirkungen digitaler Hilfsmittel auf die Be- und Entlastung von Beschäftigten in ausgewählten Betrieben in der Logistikbranche“ kommen vier Unternehmen ausführlich zu Wort. Dabei wird deutlich, wie unterschiedlich die Ausgangsbedingungen für große und für kleine Unternehmen sind.

Dass auch die Unternehmen, die zu 58 Prozent angeben, wenig oder eher wenig digitalisiert zu sein, über veränderten Technikeinsatz nachdenken, hat vor allem mit Kundenanforderungen und Wettbewerbsdruck zu tun. Dass und wie dazu Weiterbildung beitragen kann, zeigt Sarah Noemi Freund vom Verband Spedition und Logistik (VSL) in ihrem Aufsatz „Weiterbildung zur Digitalisierung in der Logistik.“ Im Rahmen des Projektes Pro-DigiLog hat der Verband ein Schulungskonzept entwickelt, das sich an Geschäftsführer, Führungskräfte und leitende Angestellte aus Unternehmen der Logistikbranche richtet.

Analysen zur Prozessoptimierung lösen bei vielen Beschäftigten eher Befürchtungen aus. Durch daraus folgende Rationalisierungsmaßnahmen könnte der eigene Arbeitsplatz gefährdet oder die Arbeit intensiviert werden. Ulrich Eul von der Firma TimeStudy stellt Methoden vor, wie Prozessoptimierung mit Anforderungen an gesunde Arbeit gekoppelt werden kann.

Ein Branchensegment, das von der Digitalisierung besonders profitiert hat, das aber auch besonders in die Kritik geraten ist, ist die KEP-Branche, die Kurier-, Express- und Paketdienste. Dies betrifft vor allem die Subunternehmer, die für die Großen der Branche als Dienstleister die „letzte Meile“ übernehmen. Dagmar Wäscher war über 30 Jahre Subunternehmerin und 25 Jahre lang Vorsitzende des Bundesverbandes der Transportunternehmen (BVT), eines Zusammenschlusses von Subunternehmen in der Logistik. Sie beschreibt die Entwicklung der Branche, die Rolle der Digitalisierung und formuliert abschließend, was sich ändern müsste, damit auch hier gesundheitsförderliche Arbeit gestaltet werden könnte.

Der Band wird abgeschlossen mit acht Thesen zur Digitalisierung in der Logistik und den Möglichkeiten gesundheitsförderlicher Arbeitsgestaltung. Die Thesen stellen eine Zusammenfassung der Arbeitsergebnisse aus dem Projekt Pro-DigiLog dar.



Fuyin Wei / Bernd Noche

## Digitalisierung und digitale Dokumentationsprozesse

### 1. Einleitung

Die Digitalisierung hat sich längst als einer der wichtigsten Begriffe des 21. Jahrhunderts etabliert. So scheint bereits heutzutage eine Vielzahl neuartiger Leistungen und Dienste den menschlichen Alltag wesentlich zu beeinflussen. Insbesondere der Trend der Digitalisierung übt einen Einfluss auf die Logistik aus (Haberstroh et al. 2017). Die Nutzung neuer Technologien ermöglicht die ganzheitliche Optimierung von Logistikketten. Deutschlandweit sind sowohl Start-Ups als auch etablierte Unternehmen bemüht, die Logistik mithilfe von Technologien zu verändern mit Ansätzen, wie z.B. Plattformen zum Teilen von Lagerraum, Auslieferungsroboter für die Paketzustellung oder Module zur Containerüberwachung. Die ersten Angebote sind am Markt angekommen und viele weitere befinden sich in der Entwicklung (Maluck et al. 2016). Durch die Integration neuer Technologien sollen Maschinen, Menschen, Produkte und sogar Produktions- und Lagersysteme zukünftig dazu in die Lage versetzt werden, kontinuierlich Informationen untereinander auszutauschen. Idealerweise lassen sich dadurch Entscheidungen innerhalb operativer betrieblicher Abläufe vollständig autonom und dezentral gesteuert treffen. Als zentrales Element der unternehmerischen Wertschöpfung erweist sich vor allem die Logistik als eines der Anwendungsfelder mit dem größten Optimierungspotential.

Der Logistiksektor in Deutschland ist geprägt durch den Mittelstand (DSLVL 2015). Annähernd 99 % der Unternehmen im Logistikmarkt sind kleine oder mittlere Unternehmen (KMU) (Statistisches Bundesamt; Baumgarten 2008). Die Strukturen dieses Geschäfts sind gezeichnet von geringen Margen, resultierend aus geringen Eintrittsbarrieren in den Markt und dem enormen Wettbewerbsdruck (Gronemeier / Mutzke 2014). Ein weiteres Merkmal ist der hohe Anteil der Personalkosten. Sie entstehen auf Basis des hohen Koordinationsaufwandes, der vornehmlich auf Papier abgewickelt wird. Der Trend der Digitalisierung fordert erhöhte Flexibilität und Transparenz in der gesamten Wertschöpfungskette. Wer diese und spezielle Kundenanforderungen nicht erfüllen kann, wird sich bei der enormen Konkurrenz nicht durchsetzen bzw. sein Unternehmen nicht erhalten können (Gundelfinger et al.; Wohlers 2015; Heistermann et al. 2014).

Die steigende Anzahl digitaler Services induziert jedoch gleichzeitig ein unaufhörliches Wachstum der weltweit zu verwaltenden Datenmenge. So werden tagtäglich In-

formationen im Umfang von etwa 2,5 Trillionen Byte erzeugt. Prognosen des amerikanischen Festplattenherstellers Seagate zufolge wird der verfügbare Datenumfang damit im nächsten Jahr bereits auf ca. 40 Mio. Zettabyte wachsen (Jaeckel 2017). Demnach wird das weltweite Datenvolumen im Jahr 2020 voraussichtlich etwa 57 Mal mehr Daten umfassen als Sandkörner an allen Stränden der Erde zusammen existieren (Gantz et al. 2018). Das starke Wachstum der informatorischen Last ist dabei nicht allein dem Ausbau von Dienstleistungen innerhalb klassischer Endkundengeschäfte geschuldet. Vor allem Unternehmen haben damit begonnen, ihre prozessuale und organisatorische Infrastruktur innerhalb flexibler digitaler Ökosysteme abzubilden. Diese Entwicklung bewirkt, dass bis 2025 ca. 60 Prozent aller neu entstehenden Daten den Bereichen Industrie und Wirtschaft entspringen werden (ebenda). Damit erweist sich die Digitalisierung bestehender Infrastrukturen als maßgeblicher Treiber des sog. vierten industriellen Zeitalters.

### 2. Stand und Trends der Wissenschaft und Technik

Die Wertschöpfung der Zukunft findet nicht länger sequentiell und zeitversetzt statt sondern in einem Netz durchgängig miteinander kommunizierender und flexibel aufeinander reagierender Einheiten. Der Mehrwert, welcher sich durch die Vernetzung dieser Fraktale zum Internet der Dinge (IdD) ergibt, kann sich jedoch nur dann vollständig entfalten, wenn die benötigten digitalen Infrastrukturen gegeben sind. Der Wandel in der Ausgestaltung betrieblicher Systemlandschaften, der zur Schaffung hinreichender digitaler Netzwerke erforderlich ist, wird gemeinhin als Digitalisierung oder digitale Transformation bezeichnet.

#### 2.1 Digitalisierung und digitale Transformation

Der Begriff der Digitalisierung ist in der Literatur nicht eindeutig abgegrenzt (Gundelfinger et al. 2017). Im Kontext, in dem dieser Artikel geschrieben ist, ist die Digitalisierung ein Übersetzer von Eigenschaften physischer Objekte in eine computerverständliche Sprache. Digitalisierung vernetzt die physische mit einer digitalen Welt. Durch die Integration technologischer Komponenten kann eine eindeutige Identifizierung, Vernetzung oder ein Datenaustausch zwischen Objekten erfolgen. Die hierdurch entstandenen sogenannten smarten Objek-

te sind die Grundlage für das Internet der Dinge (IdD) (ebenda). Der Begriff des IdD umfasst die Vernetzung von Objekten aller Art über das Internet. Mithilfe des IdD könnten beispielsweise Verkehrsleitsysteme zur Reduzierung von Staus beitragen, indem sie dezentralisierte und autonome Entscheidungen treffen (Haberstroh et al. 2017). Dabei wirkt ein Digitalisierungsprozess stets über vier verschiedene Stellhebel: Erfassung, Automatisierung, Vernetzung und digitale Schnittstellen.

Essentiell für ein betriebliches Digitalisierungskonzept ist die Erfassung von Daten in digitaler Form. Nach ausreichender Verarbeitung und Auswertung können diese zur Vorhersage systemrelevanter Kenngrößen (bspw. in der Absatz- und Losgrößenplanung) oder aber zur Entscheidungsunterstützung in systemischen Vorgängen, wie der Bestimmung passender Zeitpunkte für einen Umrüstvorgang, genutzt werden. Bei der Datenerfassung handelt es sich um das klassische Aufgabenfeld der Digitalisierung, wird diese doch als Überführung von Informationen analoger Signale in eine digitale Speicherform definiert (Hess 2016).

Neben der Datenerfassung ist es von ebenso hoher Bedeutung, klassische Technologien und technische Komponenten mit künstlicher Intelligenz bzw. eingebetteten Systemen auszustatten, um autonom arbeitende und sich selbst organisierende Einheiten zu schaffen. Die Automatisierung von (Routine-)Arbeiten hat demnach einen hohen Stellenwert innerhalb einer unternehmensweit gültigen Digitalisierungsstrategie.

Sie gewinnt an noch höherer Bedeutung, wenn die so geschaffenen Automatismen miteinander vernetzt werden. Eine solche Vernetzung einzelner Systeme bildet die Grundlage für das Internet der Dinge.

Das IdD soll jedoch nicht gänzlich autark und autonom arbeiten. Vielerlei Entscheidungen bleiben ganz bewusst weiterhin durch Menschen beeinflussbar. Die Qualität flexibler Wertschöpfungsprozesse wird insbesondere durch die Schaffung digitaler Schnittstellen beeinflusst. So wird dem Menschen die Möglichkeit gegeben, unmittelbaren Einfluss auf den Produktionsprozess zu nehmen.



Abb. 1 Merkmale digitaler Transformation

Bei der Betrachtung dieser Charakteristika wird schnell deutlich, wie eng der Begriff der digitalen Transformation mit der Vision Industrie 4.0 verbunden ist. Gleichzeitig stellt sich jedoch auch heraus, dass sich Wertschöpfungsabläufe augenscheinlich mithilfe einer durchdachten Implementierung vielfältiger Datenquellen und -punkte, wie Sensoren an CPS, optimieren lassen. Diese Entwicklung wird die weltweite Industrie in den nächsten Jahren nachhaltig beschäftigen, gilt doch die Digitalisierung als einer der Megatrends des 21. Jahrhunderts.

Die Logistik hat sowohl eine Querschnittsfunktion als auch eine Schlüsselfunktion im Digitalisierungstrend. Logistik verbindet Unternehmen und stellt somit eine Querschnittsfunktion dar, was Digitalisierungsprojekte komplex macht. Es gilt alle Beteiligten zu involvieren, Prozesse anzupassen, Systemlandschaften abzustimmen, eine einheitliche Syntax zu bilden und somit die Zusammenarbeit zu stärken. Die Schlüsselrolle der Logistik entsteht aufgrund ihrer Natur, Dinge zu vernetzen und abzustimmen. Auf der Chancenseite steht der Umstand, dass die Logistik schon immer für Vernetzung gesorgt hat und sich so als ideales Anwendungsfeld für Digitalisierung beweisen kann.

## 2.2. Vernetzte und integrierte Produktionssysteme – Industrie 4.0 und RAMI

Die Fähigkeit zur Vernetzung wird in jedem Unternehmen zur Kernaufgabe (Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen 2016). Dies beinhaltet die unternehmensübergreifende Kopplung von Systemen, so dass alle Akteure automatisch informiert sind und Versorgungsprozesse zuverlässig ablaufen können. Eine vollumfassende Digitalisierung über Unternehmensgrenzen hinaus ist eine Bedingung für eine zukunftsfähige Wirtschaft (Geissbauer et al. 2014; Buchholz et al. 2017). Dabei spielt der Austausch von Prozessdaten und nützlichen Informationen eine wichtige Rolle. Durch die Nutzung und Weitergabe der Informationen an alle Prozessbeteiligten sorgen diese Informationen für transparentere, flexiblere, agilere und effizienter gestaltete Wertschöpfungsnetzwerke (Klausen et al. 2014). Die dargestellten Aspekte führen zu einer neuen Art der Kollaboration. Ein auf Initiative der deutschen Bundesregierung geschaffenes Forschungs- und Innovationsprojekt fasst diese Mittel unter dem Begriff Industrie 4.0 zusammen. Dieses soll dabei helfen, industrielle Wertschöpfungs- und Produktionsprozesse mithilfe moderner Informations- und Kommunikationstechnologien miteinander zu verzahnen, um neue Möglichkeiten zur Organisation und Ausgestaltung betrieblicher Prozessabläufe zu schaffen (BMW 2019).

Grundsätzlich ist die Idee hochgradig vernetzter und integrierter Produktionssysteme nicht neu. Bereits in den 1980er Jahren wurde mit dem Konzept des Computer-Integrated-Manufacturing (CIM) ein Ansatz verfolgt,



der die Integration jeglicher System- und Datenkommunikation zur Generierung von Synergieeffekten innerhalb wertschöpfender Prozesse in den Mittelpunkt rückte (Bauernhansel et al. 2014). Betrachtet wurden hierbei vielfältige Abläufe und Funktionen wie Fertigung (CAM) oder Qualitätsmanagement (CAQ). Zwar ist die Integration von Produktionsplanungs- und Steuerungssystemen (PPS) mit einigen dieser Komponenten heutzutage ein branchenübergreifender „gelebter“ Standard, jedoch konnten viele Aspekte des CIM-Konzepts, bedingt durch fehlende technische Voraussetzungen, nicht realisiert werden. Die globale Verfügbarkeit leistungsfähiger Netzwerkinfrastrukturen, gepaart mit einem fortlaufenden technologischen und wissenschaftlichen Fortschritt, lassen die Weiterentwicklung dieser Ideen heutzutage jedoch durchaus möglich erscheinen.

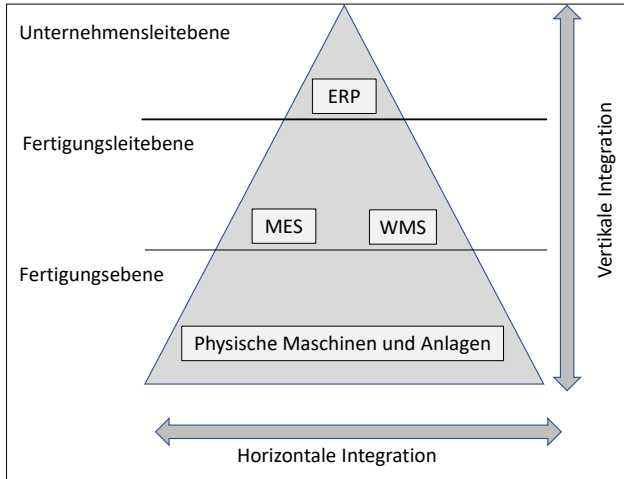
Stand bei CIM noch weitestgehend die Idee der Vermeidung des „Produktionsfaktors Mensch“ im Vordergrund, rückt dieser durch die Industrie 4.0 wieder in den Mittelpunkt der wertschöpfenden Tätigkeit (Hirsch-Kreinsen / Weyer 2014). Dadurch soll die zunehmend steigende Komplexität der innerbetrieblichen Wertschöpfung, die durch die wachsenden Anforderungen des Marktes besteht, beherrschbar gemacht und weiterhin gewinnbringend gestaltet werden (Roth 2016). Grundlage dafür sind intelligente und digital vernetzte Systeme, die eine Dezentralisierung komplexer Wertschöpfungsnetzwerke ermöglichen und so zur Vision einer autonomen bzw. selbsttätig gesteuerten Produktion beitragen. Kernelement dieses Konzepts sind sogenannte cyberphysische Systeme (CPS). Dabei handelt es sich um Komponenten eines (logistischen) Apparats, wie z. B. Gebäude oder Produktionsanlagen, die über eingebettete Software verfügen. Mittels Sensoren können CPS Einflüsse aus ihrer Umwelt unmittelbar wahrnehmen und so prozess- und entscheidungsrelevante Daten sammeln. Diese werden mithilfe der integrierten Software aufbereitet, um so Entscheidungen über den weitergehenden Prozessablauf treffen zu können. Mithilfe von Aktoren werden diese Entscheidungen wiederum in physische Größen oder mechanische Bewegungen umgesetzt. Darüber hinaus können sich CPS eines wertschöpfenden Systems über eine gegebene Datenschnittstelle, wie dem Internet, miteinander vernetzen, um autonome und dezentrale Produktionsfraktale zu erschaffen, die sich gegenseitig beeinflussen und selbst optimieren (Bauernhansel et al. 2014). Das Netzwerk, welches durch diese Kommunikationsstruktur entsteht, wird als Internet der Dinge (IdD) bezeichnet. Ein zentrales Merkmal von CPS ist die Tatsache, dass der Mensch stets Einfluss auf die Ausgestaltung und den Ablauf einzelner operativer Prozesse nehmen kann (ebenda). Mittels multimodaler Schnittstellen, wie Audio-Interfaces oder Touch-Displays, kann er Verbindung zu den technischen Komponenten aufnehmen und diese steuern. Dadurch entsteht eine sog. „smarte Fabrik“ (ebenda). Dabei werden den Steuerungssystemen, die der Prozesskoordination und Entscheidungsunterstützung dienen, alle physikalisch relevanten Daten in

Echtzeit zur Verfügung gestellt. Auf diese Weise verschmilzt die virtuelle Welt mit der Realität, da alle physischen Gegebenheiten und Veränderungen unmittelbar innerhalb des digitalen Netzwerks darstellbar sind. Entscheidungen innerhalb der Wertschöpfungsprozesse lassen sich so ohne Zeitversatz treffen und mittels CPS in physische Bewegungen oder Kräfte umsetzen. Dieser Umstand ermöglicht eine zunehmende Flexibilisierung betrieblicher Produktions- und Wertschöpfungssysteme.

Die digitale Vernetzung von Systemkomponenten einer Fabrik kommt bereits bei vielen technischen Komponenten in der Produktions- und Lagerlogistik zum Einsatz, so z. B. auch bei automatischen Förderanlagen für Paletten oder andere Lager- und Packmittel. Diese bestehen aus einzelnen Elementen wie bspw. Rollenbahnen, welche mit einem Sensor als auch einem Motor (Aktor) ausgestattet sind. Die zu transportierenden Fördergüter verfügen i.d.R. über systemglobal gültige Identifikationsmerkmale wie Barcode-Etiketten oder RFID-Chips. So kann das Eintreffen eines Fördermittels auf einem Anlagensegment automatisch durch den angeschlossenen Sensor, z. B. einen Barcode-Scanner, registriert werden. Oftmals ist die physische Anlage via Online-Schnittstelle mit einem Warehouse-Management- (WMS) oder Enterprise-Resource-Planning-System (ERP) verbunden, welches parallel zum Eintreffen einer Lagereinheit auf einem Fördersegment einen Abgleich von physischem Material- und logischem Informationsfluss durchführt und bestandsspezifische Daten der eingetroffenen Einheit ausliest. Mithilfe systeminterner Algorithmen werden auf Basis dieser Daten Entscheidungen über den weiteren physischen Transportweg der Lagereinheit getroffen. Dabei können viele Faktoren, wie z. B. Gewicht oder Abmessung der Lagereinheit sowie just eingehende Bedarfe für die Findung des optimalen Transportwegs berücksichtigt werden. Sind alle relevanten Daten ausgewertet, wird der Motor des entsprechenden Fördersegments angesteuert, sodass die Lagereinheit zum nächsten Abschnitt der Förderanlage bewegt werden kann.

Das effiziente Betreiben solch komplexer Wertschöpfungssysteme erscheint ohne eine passende digitale Infrastruktur kaum durchführbar. Die Vollautomatisierung der Herstellungsschritte in kontinuierlichen oder modularen Produktionsanlagen erfordert sowohl die Vernetzung aller zum Einsatz kommenden Sensoriken (bzw. CPS) als auch ein Produktionssystem, welches flexibel und echtzeitnah auf erfasste Zustandsänderungen und andere Prozessparameter reagieren kann. Dazu ist es notwendig, die einzelnen hierarchischen Ebenen eines fertigenden Unternehmens so miteinander zu verbinden, dass ein bereichsübergreifender Informationsfluss ermöglicht wird. Grundsätzlich setzt sich die Struktur eines Betriebes aus drei verschiedenen Ebenen zusammen: Auf der Unternehmensleitenebene werden zumeist strategische und globale Prozessentscheidun-

gen getroffen. Diese Aktivitäten werden durch den Einsatz eines geeigneten ERP-Systems unterstützt. Es dient bspw. der Finanz- und Anlagenbuchhaltung, dem Controlling oder aber der Grobplanung von Kunden- und Produktionsaufträgen.



**Abb. 2 Hierarchie fertiger Unternehmen**

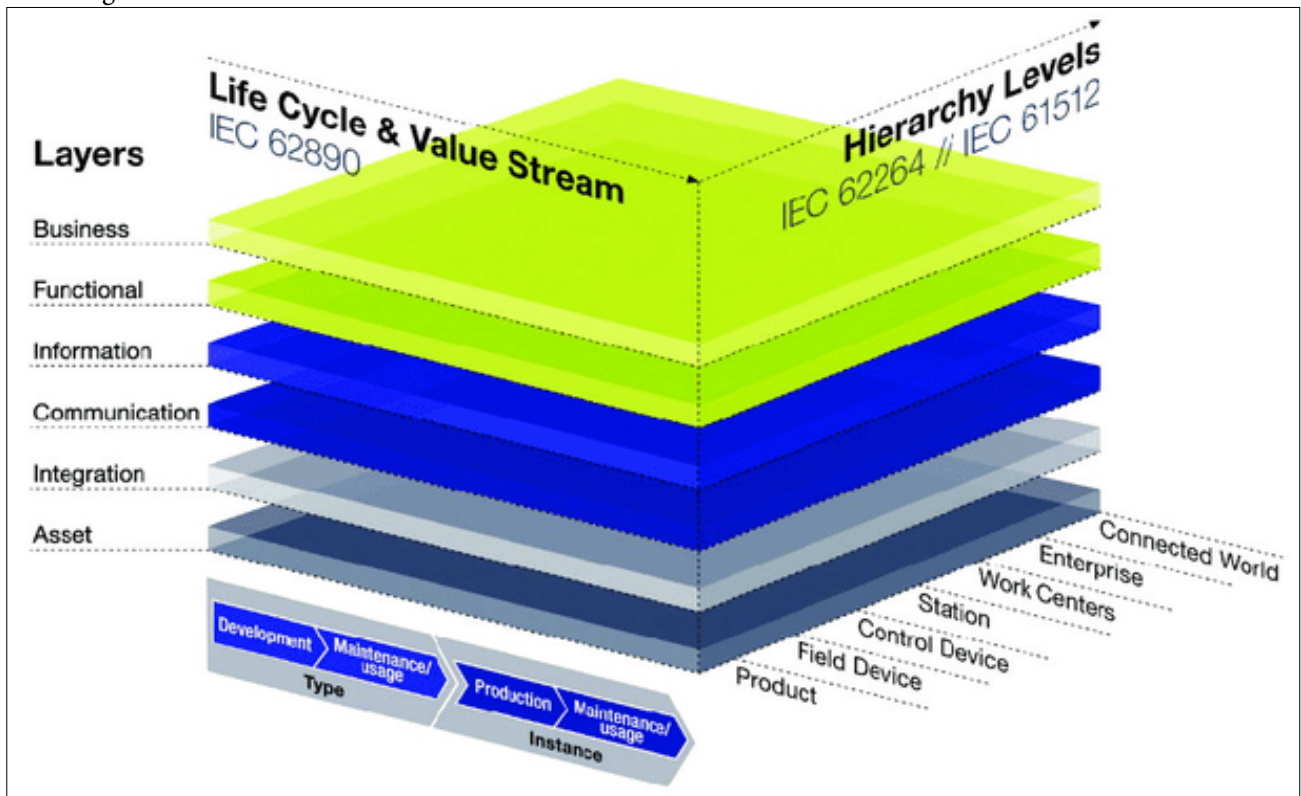
Diese Grobplanung wird auf der Fertigungsleitenebene weiter spezifiziert. Hier angesiedelte Manufacturing-Execution-Systeme dienen vor allem der Planung von Prozessvorgaben wie Auftragsreihenfolge oder Material- und Personaleinsatz sowie aller operativen Aktionen. Derlei taktische Entscheidungen sollen die eigentliche Fertigungsebene, welche die Maschinen und Anlagen umfasst, bei der Ausführung physischer Herstellprozesse unterstützen. Ein solcher Vorgang wird auch als vertikale Integration bezeichnet.

Die Verbindung von Unternehmens- und Fertigungsleitenebene (siehe Abbildung 2) spielt bei der Produktionsplanung, aber insbesondere auch bei der Etablierung eines geeigneten Qualitätssicherungs- und Dokumentationssystems, eine Rolle. Dabei ist es von ebenso hoher Bedeutung, alle eingesetzten CPS so miteinander zu vernetzen, dass prozessrelevante Entscheidungen möglichst echtzeitnah getroffen und umgesetzt werden können. Voraussetzung dafür ist die Verbindung (horizontale Integration) aller technischen Komponenten der Fertigungsebene zum Internet der Dinge. Eine bidirektionale Interaktion mit der Fertigungsleitenebene kann bspw. mithilfe eines sog. Protokollumsetzers realisiert werden.

Für die Entwicklungen im Rahmen von Industrie 4.0 wurde die Referenzarchitektur RAMI 4.0 (Hankel 2015) entwickelt. Das dreiachsige Koordinatensystem enthält die Achsen: Hierarchy Levels, Life Cycle & Value Stream und Layers. Sie bietet eine gute Ausgangsbasis zur Standardisierung der genannten Aspekte und für die Entwicklung des Konzeptes von Sensortechnik. Die Kombination der drei Achsen erlaubt es die Informationen so aufzubereiten, dass sie zielgenau eingesetzt werden können.

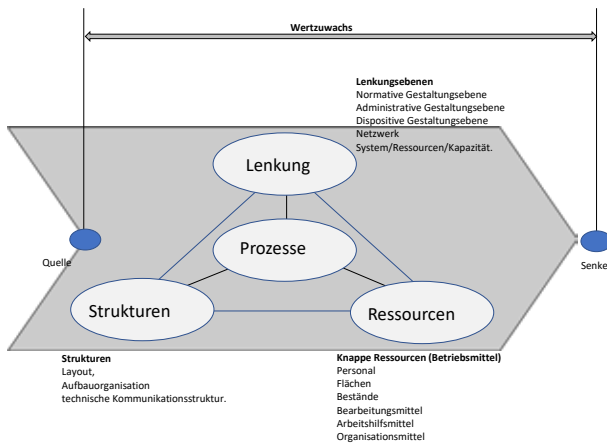
Für die Entwicklung eines allgemeinen Konzeptes zum Einsatz von Sensorsystemen wird auch eine geeignete Strukturierung der Logistiksysteme benötigt.

Ein Ansatz, der „die knappen Betriebsmittel“ der Logistik beschreibt (Kuhn 1995), strukturiert Prozesselemente zur Leistungserbringung in: Ressourcen, Strukturen und Lenkungsebenen. Synthetische Sensoren können



**Abb. 3 Referenzarchitektur Industrie 4.0 (Hankel 2015)**

auf diese angewendet werden und so zu einem übergeordneten Kennzahlensystem führen. Durch die Fokussierung auf die Betriebsmittel der Logistik wird deutlich, welche Daten erhoben werden sollen. Sie werden auf den Lenkungsebenen genutzt und benötigen geeignete Strukturen (wie z.B. die technische Kommunikationsstruktur oder die Aufbauorganisation).



**Abb. 4 Die knappen Betriebsmittel der Logistik (nach Kuhn 1995)**

## 2.3 Selbstlernende Systeme

Das Konzept eines selbstlernenden Systems bezeichnet eine Disziplin des Gebiets der künstlichen Intelligenz innerhalb der Informatik (Raschka 2017). Ziel maschineller Lernverfahren ist es Modelle zu entwickeln, die eigenständig Erkenntnisse aus Daten extrahieren können (ebenda). Auf Basis dieser Informationen lassen sich Rückschlüsse und Vorhersagen über das (zukünftige) Verhalten des jeweiligen Systems treffen. Definiert wird der Begriff Machine Learning (ML) als „[...] Fachgebiet, das Computern die Fähigkeit zu Lernen verleiht, ohne explizit [dafür] programmiert zu werden“ (Géron 2018). Damit wird auch der Vorteil, welcher sich aus der Anwendung selbstlernender Systeme in unternehmerischen Handlungsfeldern bieten kann, ersichtlich. War bei der klassischen Datenanalyse noch menschliches Eingreifen zum Erkennen von Datenmustern und der darauf basierenden Ableitung von Regeln erforderlich, bietet dieser Ansatz die Möglichkeit, intuitive Entscheidungen bei der Erstellung entsprechender Modelle außen vor zu halten (Raschka 2017). Damit erweisen sich etablierte Ansätze des Maschinenlernens nicht nur effizienter als bisherige Modellvarianten. ML-gestützte Systeme haben ebenfalls den Nutzen, dass sie sich eigenständig verbessern können, wodurch sich die Aussagekraft von Analyseergebnissen kontinuierlich optimieren lässt. Nicht zuletzt deshalb haben bereits etliche Verfahren maschinellen Lernens Einzug in den menschlichen Alltag erhalten. Neben intelligenten Spam-Filtern und effizienter Spracherkennungs-Software werden derlei Methoden auch zur optimierten Steuerung von Suchmaschinen verwendet (Rowe 2018).

### 2.3.1 Klassifizierung maschineller Lernverfahren

Verfahren maschinellen Lernens lassen sich anhand verschiedener Kategorien klassifizieren: Überwachtes, verstärkendes und unüberwachtes Lernen.

Ziel des überwachten Lernens (Supervised Learning) ist es, Voraussagen über unbekannte oder zukünftige Zustände betrachteter Systeme treffen zu können. Dies geschieht anhand der Generierung mathematischer Modelle aus einem gegebenen Datensatz (Trainingsdaten) (Raschka 2017). Der Begriff „überwacht“ erschließt sich aus der Art und Weise der Modellextraktion. Die Trainingsdaten, welche vom ML-gestützten Algorithmus zur Mustererkennung genutzt werden, sind bereits mit realen Aussagewerten (sog. Klassifizieren) verknüpft (ebenda). Dadurch ist die richtige Antwort beim Trainieren des selbstlernenden Systems a priori bekannt, sodass der entsprechende Algorithmus durch eine Vielzahl von Trainingsdurchläufen die untersuchten Daten iterativ besser zu verstehen lernt. Die größten Anwendungsgebiete überwachter Lernverfahren bilden die Abbildung von Klassifizierungs- und Regressionsproblemen. Mithilfe von Klassifizierungsverfahren lassen sich durch die Analyse eines Datensatzes Klassen neu beobachteter Instanzen vorhersagen (ebenda). Damit werden Objekte anhand vorab definierter Merkmale einer (bekannten) Objektklasse zugewiesen (ebenda). Regressionsmodelle hingegen dienen der Vorhersage stetiger numerischer Zielgrößen auf Grundlage gegebener Merkmale (Rashid 2017). Ähnlich der Regressionsanalyse wird versucht eine Beziehung zwischen einer abhängigen und einer (oder mehrerer) unabhängigen Variable herzustellen. Dies bildet die Grundlage für Vorhersagen zukünftiger Werte des betrachteten Datenbestands. Ein typisches Anwendungsgebiet sind die in dieser Arbeit thematisierten Bedarfsprognosen. Überwachte Lernverfahren lassen sich mit einer Vielzahl unterschiedlicher Konzepte realisieren. Darunter fallen bspw. Regressionsverfahren, KNN, Entscheidungsbäume oder Support Vector Machines.

Das verstärkende Lernen (Reinforcement Learning) verfolgt einen fundamental anderen Ansatz als überwachte Lernverfahren. Zentraler Gestaltungspunkt dieses Verfahrens ist die Darstellung des selbstlernenden Systems in Form eines sog. Agenten (Raschka 2017). Dieser beobachtet seine Umgebung und wählt auf Grundlage dessen eine Aktion bzw. Handlung aus. Je nach Güte der Entscheidung erhält der Agent dafür eine Belohnung oder Bestrafung. Im Laufe des Trainings ist es dem Agenten so möglich, eigenständig eine Strategie zu entwickeln, um das Maximum an Belohnung zu erhalten und so den Gesamtnutzen des betrachteten Systems zu optimieren (Géron 2018). In der Praxis wird Reinforcement-Learning vordergründig zur Lösung interaktiver Aufgaben, wie der Steuerung autonomer Fahrzeuge, eingesetzt.

Im Gegensatz zu den Methoden des überwachten und verstärkenden Lernens ist die Struktur der Daten beim Training unüberwacht lernender Systeme (Unsupervised Learning) vorab nicht bekannt (Raschka 2017). Der Einsatz spezifischer mathematischer Methoden ermöglicht es, trotz fehlender Zielvariable oder Belohnungsfunktion, die entsprechenden Daten derart zu untersuchen, dass eine Generierung bislang nicht bekannter Erkenntnisse realisierbar wird. Dadurch lassen sich Datenmengen bspw. vereinfacht in logisch sinnvolle Gruppen unterteilen (Clustering) (ebenda). Zudem kann Unsupervised Learning zur Dimensionsreduktion von Datensätzen mit stark ausgeprägter Poly-Dimensionalität eingesetzt werden (Merkmalsextraktion) (ebenda).

### 2.3.2 Künstliche Intelligenz

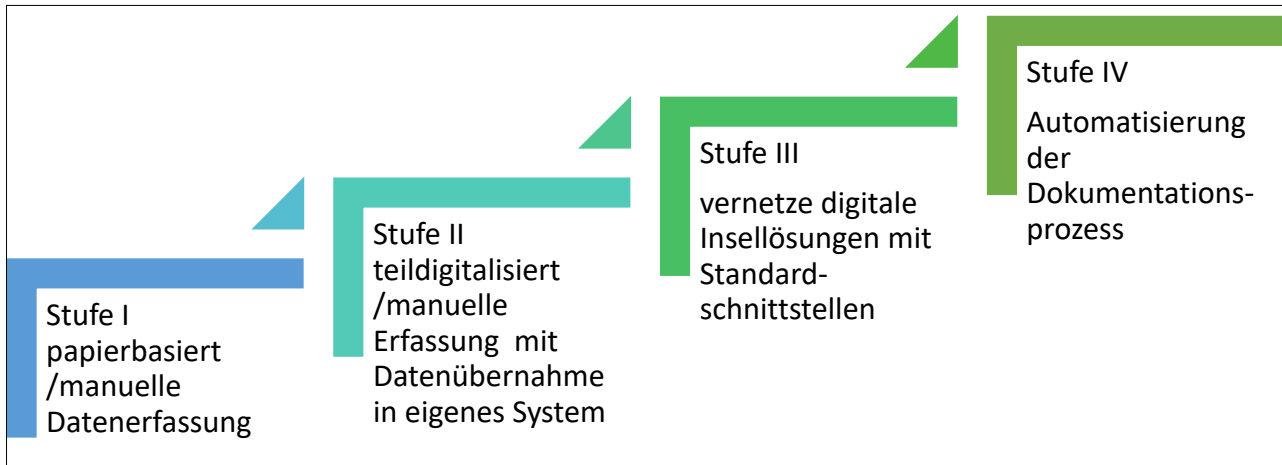
Auf Seiten der KI-Methoden ordnen sich die einzusetzenden Methoden für das vorgeschlagene Konzept der Synthetischen Sensoren zum überwiegenden Teil in den Bereich der tiefen maschinellen Lernverfahren (engl. Deep-Learning) ein. Maschinelle Lernverfahren unter Verwendung moderner GPGPUs aus den Bereichen des Feature-Learning oder Deep-Learning (LeCun et al. 1998) können Charakteristika erfassen, die mit traditionellen Verfahren nicht oder nur mit großem Design-Aufwand modellierbar sind. Vor allem die Verwendung von Convolutional Neural Networks (CNNs) (Goodfellow et al. 2014) sowie den Recurrent Neural Networks (RNNs), u.a. über LSTM- oder GRU-Module (Hochreiter / Schmidhuber 1997), sind zur Sensordatenverarbeitung relevant. Den Stand der Technik beim Machine-Learning repräsentieren Generative Adversarial Networks (GANs) (Goodfellow 2014) und Variational Autoencoder (Kingma / Welling 2014). Diese Verfahren können auch zur schnellen Detektion von Anomalien unbekannter Charakteristik in hochdimensionalen Sensordaten verwendet werden (Zenati et al. 2018). Dabei sind neben überwachten Lernszenarien auch unüberwachte Lern-Szenarien oder Kombinationen davon praktikabel (Rasmus et al. 2015), da diese nur wenige oder keine gelabelten Daten benötigen (Yosinski et al. 2014). Die Herausforderung für die Entwicklungen besteht in der Entwicklung von möglichst One-Shot-Architekturen, die gleichzeitig eine hohe Generalisierungsfähigkeit aufweisen. Dies beinhaltet Methoden zur Anpassung bestehender Modelle an sich ändernde Umgebungen oder generische Verfahren zur Synthese von Trainingsdaten, welche eine automatische Anpassung ermöglichen. Die zuvor angeführten CNNs arbeiten auf strukturierten, gitterförmig angeordneten Daten (z.B. Bildern). Eine Verallgemeinerung auf nicht-euklidische Trägermengen wie z.B. Graphen oder Mannigfaltigkeiten ist derzeit Fokus aktueller Forschung und wird über den Begriff Geometric Deep-Learning beschrieben (Bronstein et al. 2017). Aktuelle Forschungsfragen im Bereich des Deep-Learnings tangieren zudem sogenannte Transformer-

Netzwerke, welche z.Z. noch primär im NLP (Natural Language Processing) zum Einsatz kommen und anstatt RNNs oder CNNs ausschließlich auf Abruf basieren und damit eine hohe Laufzeiteffizienz aufweisen (Vaswani et al. 2017).

### 3. Reifegradmodell des digitalen Dokumentationsprozesses

Die unternehmensseitigen Ziele entsprechender Anwendungen sind vielseitig; neben der Verbesserung von Prozessen und Kapazitätsauslastung, spielt auch die raschere Umsetzung individueller Kundenwünsche im Wertschöpfungsprozess eine große Rolle. Die Verflechtung der jeweiligen physischen Gegebenheiten mit einer virtuellen Umgebung zeigt sich oftmals jedoch nur dann aussichtsreich, wenn das betreffende Unternehmen über stabile und ausreichend dokumentierte prozessuale Infrastrukturen verfügt. Es ist von essenzieller Bedeutung die einzelnen betrieblichen Abläufe zu kennen, um deren Potenzial für eine Überführung in eine digitale Infrastruktur zu beurteilen. Ein sukzessives Vorgehensmodell, bei dem zunächst diejenigen Bereiche und Prozesse mit dem größten Handlungsbedarf und Erfolgspotenzial in den Fokus technologischer Veränderungen geraten, hat sich in der Praxis oftmals bewährt (Tüllmann et al. 2016). Die Auswahl passender technologischer Komponenten ist dabei von genauso hoher Bedeutung wie die Sensibilisierung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für den Umgang mit den zu implementierenden Lösungen.

Eben dieses Spannungsfeld wird auch in unserer Forschungsarbeit betrachtet. Ziel der Ausarbeitungen ist es, den Wandel im Zuge der Digitalisierung der logistischen Arbeitswelt von seinen Anfängen bis hin zu heutigen technologischen Möglichkeiten zu beleuchten. Darüber hinaus sollen auch potenzielle Anwenderinnen und Anwender von den nachstehenden Veranschaulichungen profitieren, indem sie mit den beschriebenen Technologien konfrontiert und damit für deren Umgang im Alltag sensibilisiert werden. Auf dieser Grundlage wird anhand verschiedener Stufen der Dokumentationsprozesse schrittweise dargestellt, wie digitale Infrastrukturen Einzug in eine logistische Prozesslandschaft erhalten können. Grundlage hierfür bildet eine vollständig papierbasierte Abwicklung (Stufe I) der beschriebenen Abläufe. Diese wird im Rahmen der Forschung um verschiedene technologische Komponenten ergänzt. Darunter fallen die Verwendung rudimentärer Informationstechnologie zur Stabilisierung der Abläufe, beispielsweise teildigitalisiert, manuelle Erfassung mit Datenübernahme in das eigene E-Dokumentenmanagement System (Stufe II) bis hin zum Einsatz einer vernetzten internen digitalen Lösung mit Standardschnittstellen, wie z.B. ein geeignetes Warehouse Management System (Stufe III), welches der Anwenderin/dem Anwender verschiedene Möglichkeiten zur Geschäftsprozesssteuerung und -optimierung bietet. Darauf aufbauend werden Potenziale und Heraus-



**Abb. 5** Reifegradmodell des digitalen Dokumentationsprozesse

forderungen einer Einführung von OCR-Technologie (Texterkennung oder auch optische Zeichenerkennung; Abkürzung von Englisch „Optical Character Recognition“) für die Automatisierung der Dokumentation (Stufe IV) veranschaulicht.

Die Stufe IV ist vordergründig konzeptioneller Natur. Wie die gesamte Arbeit sollen sie die Grundlage für eine weitergehende Betrachtung möglicher Digitalisierungskonzepte in dem hier beschriebenen Kontext bilden. Dadurch soll es Interessenten möglich sein, grundlegende Konzepte sowie das jeweilige Potenzial dieser Technologien zu verstehen, um diese anschließend zu eigenständigen Ansätzen für die Implementierung in den betrieblichen Ablauf weiterzuentwickeln.

Im Rahmen des Forschungsprojekts Pro-DigiLog haben wir zusammen mit unserem Anwendungspartner in einer Pilotinsel versucht, die Messdaten aus verschiedenen Maschinen automatisch zu dokumentieren.

Wegen des heterogenen Datenstandards und vielfältigen Maschinenschnittstellen von unterschiedlichen Maschinenherstellern, werden heutzutage noch in vielen Unternehmen Messdaten von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern abgelesen und schriftlich auf ein papierbasiertes Formular übertragen. Die Zettel werden dann in Ordnern archiviert. Dieses Verfahren ist arbeitsintensiv, fehleranfällig und die Daten können schlecht ausgewer-

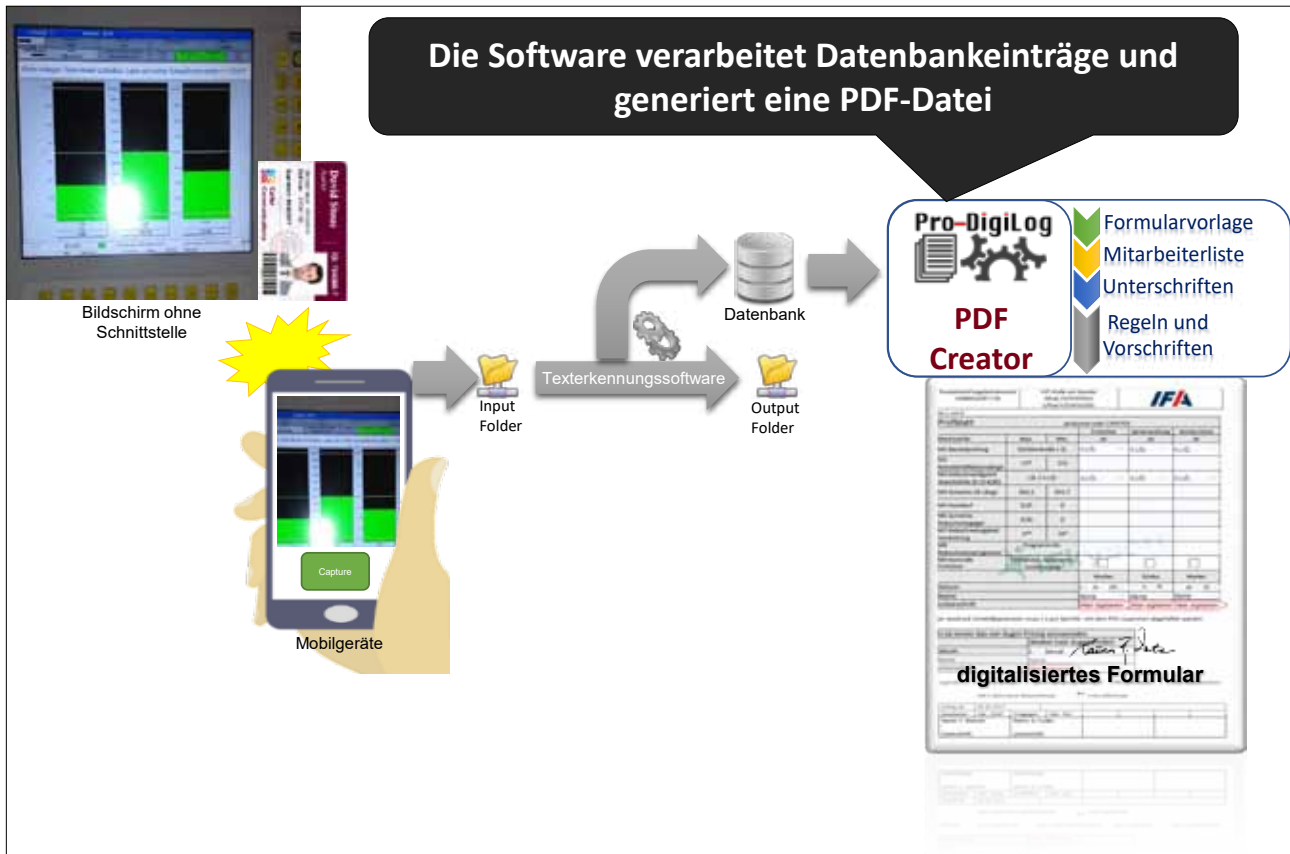
tet werden. Neue oder modernere Maschinen können heutzutage schon die Daten direkt an eine Datenbank senden, allerdings sind diese Maschinen relativ teuer. Alte Maschinen können gar nicht oder nur recht aufwendig nachgerüstet werden. Bei neuen Maschinen ist eine Integration in die aktuellen Prozessabläufe mit anderen schon existierten Maschinen oft nicht vorgesehen.

Insbesondere die kleinen und mittleren Unternehmen brauchen ein neues digitales Dokumentationsverfahren. Es muss einfach, preisgünstig und sicher sein. Aus diesem Grund haben wir die OCR-Technologie ausgewählt, um die Dokumentationsprozesse bei der heterogenen Maschinenumwelt zu automatisieren und zu verbessern. Analoge Messdaten aus unterschiedlichen Maschinen sollen automatisch in ein digitales Formular übertragen werden. Es sollte besser und fehlerfreier ausgewertet werden. Im Projekt Pro-DigiLog wurde ein automatisches Verfahren der digitalen Dokumentation entwickelt. Für das neue Verfahren sind fünf Schritte nötig:

- Ein Gerät mit einer Kamera, das Aufnahmen mit mehr als 5 Megapixel machen kann.
- Ein Mitarbeiter, der die veränderten Arbeitsschritte durchführt.
- Eine Texterkennungssoftware.
- Eine Datenbank.
- Die Speicherung der Daten mit verschiedenen digitalen Ausgabenformaten.



**Abb. 6** Heterogene Datenstandards und vielfältige Maschinenschnittstellen



**Abb. 7 Automatisierung der Übertragung von analogen Daten zum digitalisierten Formular**

Im Folgenden werden die Abläufe anhand eines Beispiels dargestellt. Im ersten Schritt geht der Mitarbeiter zu einem Messgerät. Dort fotografiert er die Daten mit einem Smartphone. Damit man weiß, wer die Aufnahme gemacht hat, legt er seinen Ausweis dazu. Dann schickt der Mitarbeiter das Foto per WLAN an einen Computer. Dort landet das Foto in einem digitalen Ordner. Durch den Einsatz einer Texterkennungssoftware werden die Daten auf dem Foto digitalisiert. Mit Hilfe dieser Software ist es uns gelungen, Daten aus verschiedenen Messgeräten erfolgreich zu digitalisieren. Die Daten können nun in einer Datenbank sicher gespeichert werden. Und sie können jetzt auch ausgewertet und weiterverarbeitet werden. Die Ergebnisse sehen so aus: die Dokumente, die bisher per Hand ausgefüllt wurden, können nun automatisch und sauber gelesen und als pdf-Datei gespeichert werden. Die Daten können nun besser archiviert und auch besser ausgewertet werden.

Dieses Verfahren ist relativ kostengünstig und damit auch geeignet für kleine und mittlere Unternehmen. Im Vergleich zu den alten analogen Prozessen ist es sicherer und wenig fehleranfällig.

Anhand dieser prototypischen Entwicklung, konnte gezeigt werden, dass eine wirtschaftliche Nutzung möglich ist. Um die Produkt-Serienreife zu erreichen, muss die Lösung allerdings noch mehrfach in der Praxis getestet werden.

Zwar bauen die einzelnen Stufen der Dokumentationsprozesse aufeinander auf, jedoch sind die einzelnen Betrachtungen darauf ausgelegt, dass sie auch isoliert genutzt werden können. Neben einer grundlegenden Einführung in die betrachtete Thematik werden demnach stets mögliche Anwendungsfälle und Schritte zur Umsetzung der jeweiligen technologischen Komponenten diskutiert. Das abschließende Fazit dieser Arbeit soll daher bewusst kein Resümee aus der einzelnen Stufe ziehen, sondern vielmehr einen Ausblick auf weiterführende technologische Möglichkeiten der logistischen Prozessabwicklung geben. Dadurch bieten sich dem Leser erste Denkanstöße zur Weiterentwicklung der hier beschriebenen Digitalisierungsmaßnahmen.

## Literatur

- Baumgarten, H. (Hrsg.) (2008): Das Beste der Logistik-Innovation, Strategien, Umsetzung. Berlin: Springer Verlag GmbH.
- Bronstein, M.; Bruna, J.; LeCun Y.; Szlam, A.; Vandergheynst, P. (2017) "Geometric Deep Learning: Going beyond Euclidean data", in: IEEE Signal Processing Magazine. S. 18–42.
- Buchholz, B.; Ferdinand, J.; Gieschen, J.; Seidel, U. (2017): Digitalisierung industrieller Wertschöpfung – Transformationsansätze für KMU. Berlin: Institut für Innovation und Technik.

- Bauernhansl, T.; ten Hompel, M., Vogel-Heuser, B. (2014): *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik*, 1. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie): *Industrie 4.0*, URL: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/industrie-40.html>, Abruf am: 27.05.2019
- Clausen, U.; Holloh, K.; Kadow, M. (2014): *Vision of the Future: Transportation and Logistics 2030 – Examining the Potential for the Development of Road and Rail Transportation to 2030*. Dortmund: Fraunhofer IML.
- Deutscher Speditions- und Logistikverband e.V. (DSLVL) (2015): *Zahlen Daten Fakten aus Spedition und Logistik*. Berlin: DSLVL e.V.
- Géron, Aurélien (2018): *Praxiseinstieg Machine Learning mit Scikit-Learn und TensorFlow. Konzepte, Tools und Techniken für intelligente Systeme*. 1. Auflage. Heidelberg: O'Reilly.
- Geissbauer, R.; Koch, V.; Kuge, S.; Schrauf, S. (2014): *Industrie 4.0- Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution*. Frankfurt am Main: Pricewaterhouse-Coopers GmbH.
- Gronemeier, T.; Mutzke, H. (2014): *Transport/Logistik-Branchenbericht- Corporate Sector Report*. Frankfurt am Main: Commerzbank AG.
- Gundelfinger, C.; Naumann, V.; Pflaum, A.; Schwemmer, M. (2017): *Transportlogistik 4.0*. Erlangen: Fraunhofer-Institut für integrierte Schaltungen (IIS).
- Goodfellow, I.; Pouget-Abadie, J.; Mirza, M.; Xu, B.; Warde-Farley, D.; Ozair, S.; Courville, A.; Bengio, Y. (2014): "Generative Adversarial Nets", in: *Advances in Neural Information Processing Systems* 27. S. 2672–2680.
- Gantz, John; Reinsel, David; Rydning, John (2018): *Data Age 2025. The Digitization of the World - From Edge to Core*. Hg. v. Seagate und IDC.
- Hankel, Martin (2015): *Das Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0)*, ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V., Fachverband Automation, Frankfurt.
- Hess, Thomas (2016): *Digitalisierung*, in: *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik*.
- Haberstroh, M.; Hoffmann, M.; Jeschke, S.; Meisen, T.; Schouba, P.; Solvay, A., F. (2017): *Is Logistics ready for 4.0? – Key Findings of an Extensive Market Research*. Montreal: IST World Congress.
- Haberstroh, M.; Hoffmann, M.; Jeschke, S.; Meisen, T.; Schouba, P.; Solvay, A., F. (2017): *Is Logistics ready for 4.0? – Key Findings of an Extensive Market Research*. Montreal: IST World Congress.
- Hirsch-Kreinsen, H.; Weyer, J. (2014): *Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“*. Arbeitspapier Nr.38. Technische Universität Dortmund.
- Hochreiter, S.; Schmidhuber, J. (1997): *Long Short-Term Memory*, in: *Neural Computation*, 9(8). S. 1735-1780.
- Heistermann, F.; Rehof, J.; ten Hompel, M. (2014): *Logistik und IT als Innovationstreiber für den Wirtschaftsstandort Deutschland- Die neue Führungsrolle der Logistik in der Informationstechnologie*. Bremen: Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V.
- Fraunhofer- Institut für Integrierte Schaltungen (IIS) (2016): *Transportlogistik 4.0 – Wie Daten den Transportprozess revolutionieren (könnten)*. In: *SCS Spezial – Höher, Schneller, Besser – Mit Daten und Kennzahlen zu mehr Effizienz und Umsatz*. Ausgabe 2016. Seiten 34 – 36.
- Jaekel, Michael (2017): *Die Macht der Digitalen Plattformen. Wegweiser Im Zeitalter Einer Expandierenden Digitalisphäre und Künstlicher Intelligenz*. Wiesbaden: Vieweg.
- Kingma, D.; Welling, M. (2014): "Auto-Encoding Variational Bayes", in: *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Representations (ICLR)*, Ithaca (NY). S.1-14.
- Kuhn, Axel (1995): *Prozessketten in der Logistik. Entwicklungstrend und Umsetzungsstrategien*. Dortmund: Verlag Praxiswissen.
- LeCun, Y.; Bottou, L.; Bengio, L.; Haffner, P. (1998): "Gradient-based Learning Applied to Document Recognition", in: *Proceedings of the IEEE*, 68(11). S. 2278-2324.
- Maluck, J.; Nowak, G.; Pasemann, J.; Stürmer, C. (2016): *The era of digitized trucking- Transforming the logistics value chain*. München: PricewaterhouseCoopers GmbH.
- Raschka, Sebastian (2017): *Machine Learning mit Python. Das Praxis-Handbuch für Data Science, Predictive Analytics und Deep Learning*. 1. Auflage. Frechen: MITP.
- Rashid, Tariq (2017): *Neuronale Netze selbst programmieren. Ein verständlicher Einstieg mit Python*. Heidelberg: O'Reilly.
- Rasmus, A.; Berglund, M.; Honkala, M.; Valpola, H.; Raiko, T. (2015): *Semi-supervised Learning with Ladder Networks*, in: *Advances in Neural Information Processing Systems*, 28, S. 3546–3554.
- Roth, Armin (2016): *Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0: Grundlagen, Vorgehensmodelle und Use Cases aus der Praxis*, 1. Aufl. Berlin / Heidelberg: Springer Gabler.
- Rowe, Kevin (2018): *How Search Engines Use Machine Learning. 9 Things We Know for Sure*. Hg. v. SEJ - Search Engine Journal.
- Statistisches Bundesamt: *Die wirtschaftliche Bedeutung kleiner und mittlerer Unternehmen in Deutschland*. Wiesbaden:

Tüllmann, C.; Prasse, C.; Sagner, D.; Piastowski, H. (2016): Prozesse durch Digitalisierung nachhaltig optimieren. In: Whitepaper - Future Challenges in Logistics and Supply Chain (Fraunhofer IML)

Vaswani, A.; Shazeer, N.; Parmar, N.; Uszkoreit, J.; Jones, L.; Gomez, A.; Kaiser, L.; Polosukhin, I. ("2017): Attention is all you need", in *Computation and Language (cs.CL)*; *Machine Learning (cs.LG)*. Cornell University.

Wohlers, E. (2015): HWWI Policy Paper Nr. 92 – Logistik- ein wichtiger Wirtschaftsbereich in Deutschland. Hamburg: Hamburgisches Welt Wirtschaftsinstitut GmbH (HWWI).

Yosinski, J.; Clune, J.; Bengio, Y.; Lipton, H. (2014): "How Transferable Are Features in Deep Neural Networks?", in: *Proceedings of the 27th International Conference on Neural Information Processing Systems*. S. 3320–3328.

Zenati, H.; Foo, C.; Lecouat, B.; Manek, G.; Chandrasekhar, V.R.. (2018): Efficient GAN-Based Anomaly Detection. CoRR abs/1802.06222.



Fuyin Wei / Bernd Noche

## Sensortechnik zur Steuerung von Logistikprozessen in kleinen und mittleren Unternehmen

### 1. Einleitung

Die Nutzung der Digitalisierung im Bereich der Logistik beschränkt sich bisher häufig auf Anwendungen im Bereich von Verwaltungs- bzw. Managementsystemen. Auf einer eher operativen Ebene sind dagegen nur relativ wenige Einsatzfälle bekannt, insbesondere dann, wenn es um die Erfassung und Unterstützung manueller Abläufe geht. Dabei bieten neue Technologien wie Sensor-Systeme oder maschinelles Lernen vielfältige Möglichkeiten, die Zustände, Bewegungen und Prozesse auf der Produktions- und Logistikfläche zu verfolgen und zu protokollieren. Die automatische Echtzeitdatensammlung und Datenanalyse über die Umgebungs- und Leistungskennzahlen auf Logistikflächen gewinnt zunehmend an Bedeutung, da sie die Basis für Aktionen und Entscheidungen liefert.

Logistik erweist sich vor allem als eines der Anwendungsfelder der Digitalisierung mit dem größten Potential. So sind Themen wie das Internet der Dinge oder autonomes Fahren untrennbar mit einem logistischen Kontext verbunden. Dementsprechend fällt der Logistik eine Schlüsselrolle bei der Integration, aber auch der Gestaltung digitaler Konzepte und Methoden zu. Ziel dieser Entwicklung ist es, unternehmensinterne als auch -externe Prozesse mithilfe geeigneter digitaler Technologie integrativ zu verwalten und so kontinuierlich zu optimieren. Dadurch sollen vor allem die Planung und Steuerung zu verwaltender Güterflüsse verbessert werden. Gleichzeitig versprechen sich Experten einen Anstieg der damit zusammenhängenden Prozesstransparenz bei sinkenden Betriebskosten entsprechender Systeme (Kersten et al. 2017). Ein großer Mehrwert wird in diesem Zusammenhang vor allem in dem Bereich der Planung funktionsübergreifender Koordinationsaufgaben innerhalb großer Wertschöpfungsnetzwerke gesehen (Delfmann et al. 2017).

So ist es dank der modernen Sensortechniken möglich, beliebige Aktivitäten auf einem Betriebsgelände zu verfolgen und beispielsweise Positionen von Fahrzeugen, Trailern und Geräten (z.B. Flurförderzeugen) automatisch einzelnen Koordinaten zuzuordnen und die entsprechenden Objekte wiederzufinden. Daraus lassen sich Informations- und Assistenzsysteme ableiten, die die Logistikprozesse unterstützen.

Auch bei der Verwaltung von Logistikflächen wie z. B. die Erfassung des Füllgrades von Pufferflächen sowie die

Überwachung von Belegungsdauern könnten Sensorensysteme Informationen liefern. Optimierungen werden nur relativ selten durchgeführt, obwohl hier ein erhebliches Rationalisierungspotential bezüglich der Flächennutzung vorhanden ist. Des Weiteren lassen sich durch Positionsbestimmung von Objekten auf der Logistikfläche aufwendige manuelle Suchprozesse eliminieren.

Die generierten Informationen können nicht nur innerhalb von Logistiknoten zur Prozessverbesserung genutzt werden, sondern auch Akteuren des Vor- und Nachlaufs bereitgestellt werden.

Mit Hilfe von Sensortechnik und basierend auf Echtzeit-Event-basierter Datenanalyse (taktisch und operativ) im Bereich des Managements von Ausnahmefällen (auf der Ausführungsebene) vergleicht ein Status Management System (SMS) operative Informationen mit Plandaten und unterstützt eine höhere Transparenz und bessere Entscheidungsfindung durch Kommunikation und Visualisierung von Informationen. Ein Schlüssel zur Erschließung der universellen Sensoren ist daher die Unterstützung der „Virtualisierung“ von Low-Level Rohdaten in semantisch relevante Darstellungen.

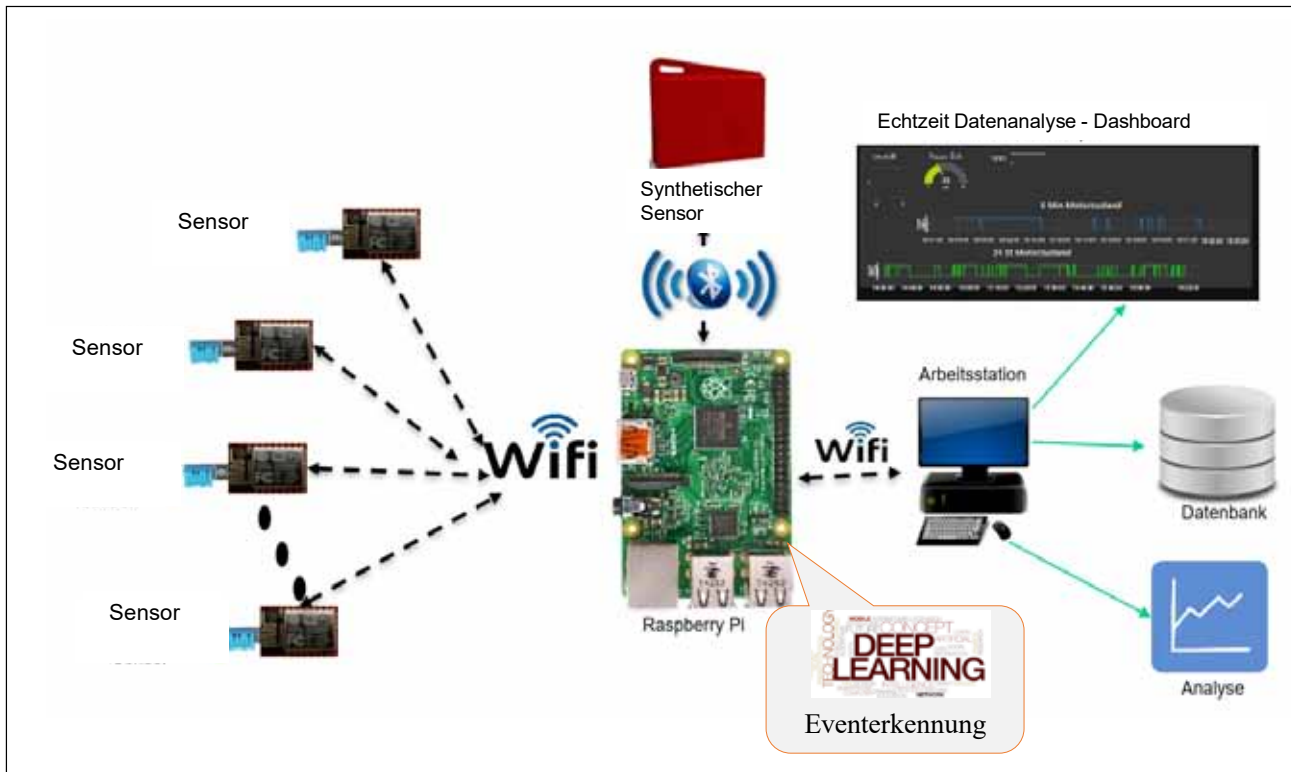
Ziel ist es, möglichst benutzerfreundliche und kostengünstige Systeme für kleine und mittlere Unternehmen zu entwickeln, die geringe Investitionssummen benötigen und dennoch möglichst flächendeckend sowie unternehmensübergreifend in der Praxis eingesetzt werden können.

### 2. Sensoren und Sensortechnik

Die Digitalisierung hat bereits vor Jahrzehnten begonnen. Simulation und Entwicklung von Bauteilen am Computer sind heute etabliert (Samulat 2017). Doch erst durch die Miniaturisierung der IT wird ermöglicht, dass Objekte smart werden und im Internet der Dinge miteinander kommunizieren können. Miniaturisierung bedeutet in diesem Fall, dass Technologien kleiner, günstiger und leistungsfähiger werden, sodass sie auch mit geringeren Kosten in Produkten zum Einsatz für KMUs kommen können.

Ein Klassifikationsschema des Sensoreinsatzes berücksichtigt die Sensorzuordnung zu Anwendungszwecken:

- Speziialsensoren (eins-zu-eins)
- Infrastrukturvermittelte Sensoren (eins zu wenigen)



**Abb. 1** Konzeptionelle Struktur der Anwendung von Sensortechnik in der Logistik

- Allzweck-Sensorik (eins zu vielen)
- Verteilte Sensorsysteme (viele zu einem, wenigen, vielen)

Dabei lässt sich erahnen, dass die Anwendungen der Zukunft in der Logistik auf fortgeschrittenen verteilten Sensorsystemen liegen werden.

### Synthetische Sensoren

Studien (Laput et al. 2017) haben gezeigt, dass Low-Level-Sensordaten zwar sehr genau sein können, aber oft nicht den tatsächlichen Interessen der Benutzer entsprechen. Beispielsweise interessiert sich der Durchschnittsnutzer nicht für ein Spektrogramm der EMI (Electromagnetic Interference)-Emissionen seiner Kaffeemaschine - er will wissen, wann sein Kaffee gebrüht wird. Ein Schlüssel zur Erschließung der universellen Sensorik ist daher die Unterstützung der „Virtualisierung“ von Low-Level-Daten in semantisch relevante Darstellungen. Es wird ein sensorisches Abstraktionsmuster vorgestellt, das vielseitiges, benutzerzentriertes, universelles Abtasten ermöglicht und als synthetischer Sensor bezeichnet wird.

In diesem Rahmen werden (gemäß Laput et al. 2017) Sensordaten, die Endnutzern zugänglich gemacht werden, in übergeordnete Konstrukte „virtualisiert“, die sich genauer auf die mentalen Modelle der Benutzer über ihre Kontexte und Umgebungen übertragen lassen. Dieser „Top-Down“-Ansatz verlagert die Last weg vom Benutzer (z.B. „Was kann ich mit Beschleunigungssensor-

Daten machen?“) und hin zum Sensorsystem selbst (z.B. demonstriert der Benutzer einen laufenden Wasserhahn, während das System seine Schwingungssignatur erfährt). Diese Ausgabe entspricht besser der menschlichen Semantik (z.B. „läuft das Abgas des Laserschneiders?“) und Endverbraucheranwendungen können dieses Wissen nutzen, um umfangreiche, kontextsensitive Anwendungen zu betreiben (z.B. „Wenn das Abgas ausgeschaltet ist, senden Sie eine Warnung vor Dämpfen“).

### 3. Konzept des Status Management Systems mit Nutzung der Sensortechnik

Sensoren können weit verbreitet eingesetzt werden, um alle Arten von Daten in der Logistik und im Supply Chain Management zu sammeln, wobei auch relevante Informationen aus dem Blickwinkel der Nachhaltigkeit berücksichtigt werden. So wurden beispielsweise bei der Aktivitätsüberwachung von Gabelstaplern und Flurförderzeugen in einer Hallenlagerumgebung Fahrzeuge mit speziellen Sensoren nachgerüstet (Alias et al. 2017). Dadurch können Temperatur, Geschwindigkeit, Fahrzeugvibration und Gabelbelegung überwacht werden. Auf der Grundlage der neu gesammelten Informationen konnten Erkenntnisse über die tatsächlichen Prozesse und deren aktuelle Mängel gewonnen und Verbesserungsprogramme aufgezeigt werden. Diese Verbesserung kann sich auf wirtschaftliche Ziele beziehen, aber auch auf ökologische und soziale Aspekte.

Wie Sensor-Rohdaten gewonnen und verarbeitet werden können ist in Abbildung 1 dargestellt. Unterschieden werden dabei die Phasen: Rohdatengewinnung, Ereigniserkennung und Datenanalyse.

In Abbildung 2 wird exemplarisch eine Logistikstruktur, bestehend aus Prozessen und Objekten, dargestellt. Von dieser Logistikstruktur werden diverse Informationen benötigt, die in vielen Fällen nicht durch die Automatisierung gewonnen werden können. Sensortechnik, adaptiert an die Anforderungen der Logistik, können ein Ansatz zur Lösung des Problems sein. Sie bestehen aus physischen Elementen (CPS), die auch durch manuelle Interaktionen wie z.B. Scansvorgänge gewonnen werden könnten. Wichtige Merkmale des Sensorsystems sind einerseits die strukturierte Kombination unterschiedlichster Sensoren und andererseits die systematische Bereitstellung von Informationen.

Diese Informationen werden in einer Level-Struktur klassifiziert. Auf dem 1. Level werden Rohdaten ausgewertet. Das Ergebnis der Auswertung liefert bei Maschinen die Informationen "Ein" und "Aus". Bei der Überwachung einer Fläche könnte beispielsweise "Aktiv" und "Inaktiv" unterschieden werden. Auf einem 2. Level liefern die Sensoren etwas höher aggregierte Informationen, wie z.B. Zustandsinformationen, Dauer der Zustände oder Anzahlen. Im 3. Level können die Sensoren Kennzahlen über die Auslastung der Maschinen oder die Belegung einer Fläche liefern. In einer weiteren Aggregierungsstufe auf dem 4. Level werden Prozesselemente und Prozessabschnitte bewertet. Durch weitere Aggregierungen könnten ein 5. Level und weitere eingeführt werden.

Mit einer derartigen Standardisierung lassen sich viele Rationalisierungen beim Einsatz von Sensoren erzielen. KI-Anwendungen könnten verallgemeinert werden und Softwaretools, die auf die Informationen der verschiedenen Levels zugreifen, lassen sich mit klar definierten und verlässlichen Informationen versorgen.

### 3.1 Technische Darstellung des Status Management Systems (SMS)

Zum Bau eines Prototyps wurde die folgende Technik verwendet, die verkürzt in der Tabelle in Abbildung 3 aufgelistet ist.

Der Ablauf des programmierten Codes und die Datenverarbeitung finden mithilfe eines „Raspberry Pi 3 Modell B“ (RPI) statt. Der Einplatinenrechner bietet trotz seiner geringen Abmessung genug Rechenleistung, um die Daten der Sensoren zu verarbeiten, zu speichern und zu visualisieren. Umfangreiche Analysen sind vom Gerät nicht tragbar, hierzu bedarf es einer deutlich größeren Rechenleistung. Während des Prozesses werden Berechnungen und Analysen verschiedener Sachverhalte möglichst minimalistisch gehalten. Damit wird sichergestellt, dass das SMS seine vordergründige Aufgabe ohne Engpässe in der Rechenleistung oder Speicherkapazität erfüllen kann. Somit ist der Einplatinenrechner für den Zweck der Datenerfassung und für die hier entwickelte Anwendung geeignet. Die gesamten peripheren Geräte, die in der Abbildung 3 aufgeführt werden, sind am RPI angeschlossen, um Daten austauschen zu können. Eine Besonderheit des RPI stellen die General Purpose Inputs, Outputs (GPIO) dar. Diese Kontaktpins,

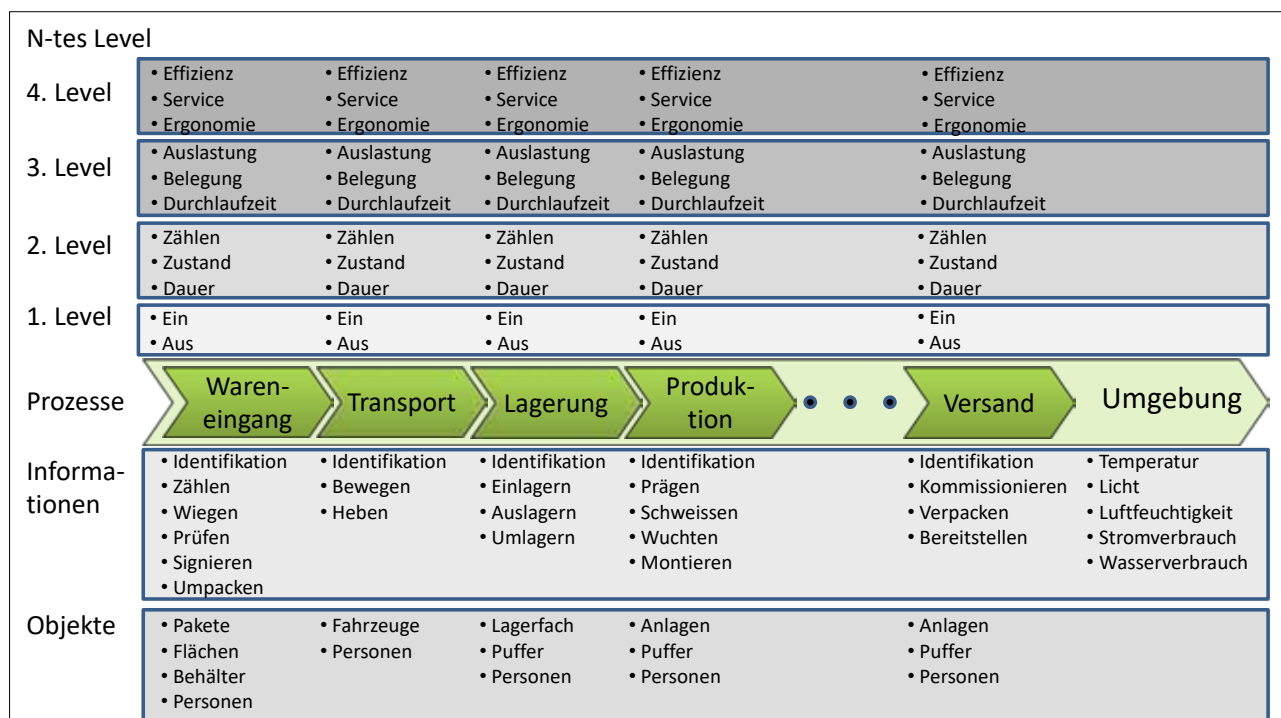


Abb. 2 Systemkonzept des SMS mit Sensortechnik und Echtzeit Eventkennung Dashboard

| Bezeichnung            | Verwendung                              |
|------------------------|---|
| Raspberry PI 3 Model B | Datensammeln und Datenverarbeitung      |
| DHT - 11               | Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor |
| Iduino SE012           | Lichtsensord                            |
| Mini Reed              | Magnetsensord                           |
| NEO-6M GPS-Modul       | GPS-Empfänger                           |
| Kuman 5" TFT           | Bildschirm                              |

Abb. 3 Technologische Komponenten und Verwendungszweck im SMS

die sich auf dem Einplatinenrechner befinden, können mithilfe eines Programmcodes frei definiert und somit für eine breite Palette von Anwendungen verwendet werden. Das Open-Source Betriebssystem, alle notwendigen Einstellungen und der Programmcode sind auf der Speicherkarte im RPI festgelegt. Das Programmierwerkzeug „Node-Red“, das auf der Programmiersprache Java-Skript basiert, gibt dem System den Programmablauf vor. „Node-Red“ ist ein Browser-basierter Editor. Mithilfe von sogenannten Nodes, die unterschiedlich definierte Zwecke innehaben, können Hardware, Internetdienste oder Userinterfaces (UI) angesprochen werden. Jedem Node werden Daten übergeben, die je nach Art des Node aufbereitet und dann im Code weitergereicht werden. Das flussorientierte Programmierungs-

tool wurde ursprünglich von „IBM Emerging Technology Services“ entwickelt und dient der Vereinfachung der Programmierung, da der Programmcode visuell dargestellt wird. 2013 wurde das von Nick O’Leary und Dave Conway-Jones entwickelte Werkzeug für die Öffentlichkeit freigegeben und hat seither eine große Community gebildet, die es dauerhaft weiterentwickelt und verbessert. So entstehen immer neue Anwendungen und Nodes, die innerhalb der frei zugänglichen Community geteilt werden.

Zur Kontrolle und automatischen Erfassung des Status werden diverse Sensoren eingesetzt. Zum einen der „DHT11“, bei dem es sich um einen Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensord handelt. Des Weiteren wird ein Lichtsensord genutzt, der die Helligkeit in der Umgebung in der Maßeinheit Lux misst. Hinzu kommt ein Magnetsensord, der bei Kontakt mit einem magnetischen Gegenstand ein Ausgangssignal sendet. Das „NEO-6M GPS-Modul“ ist ein GPS-Empfänger, der für die Lokalisation anhand des GPS-Standards zuständig ist. Das „Kuman 5 Zoll TFT“ dient zur Visualisierung des UI des SMS. Die generierten Daten werden im Dateiformat „Comma-separated Value“ (CSV) gespeichert, wodurch sie bereits von diversen Applikationen genutzt und geöffnet werden können. Der Einplatinenrechner übernimmt die Datenverarbeitung aller Komponenteninformationen mithilfe des programmierten Codes. Er speichert die Informationen im CSV-Dateiformat auf der Speicherkarte. Die CSV-Datei wird bei Start des Systems erstellt und im Prozessverlauf mit den aufgezeichneten Daten angereichert.

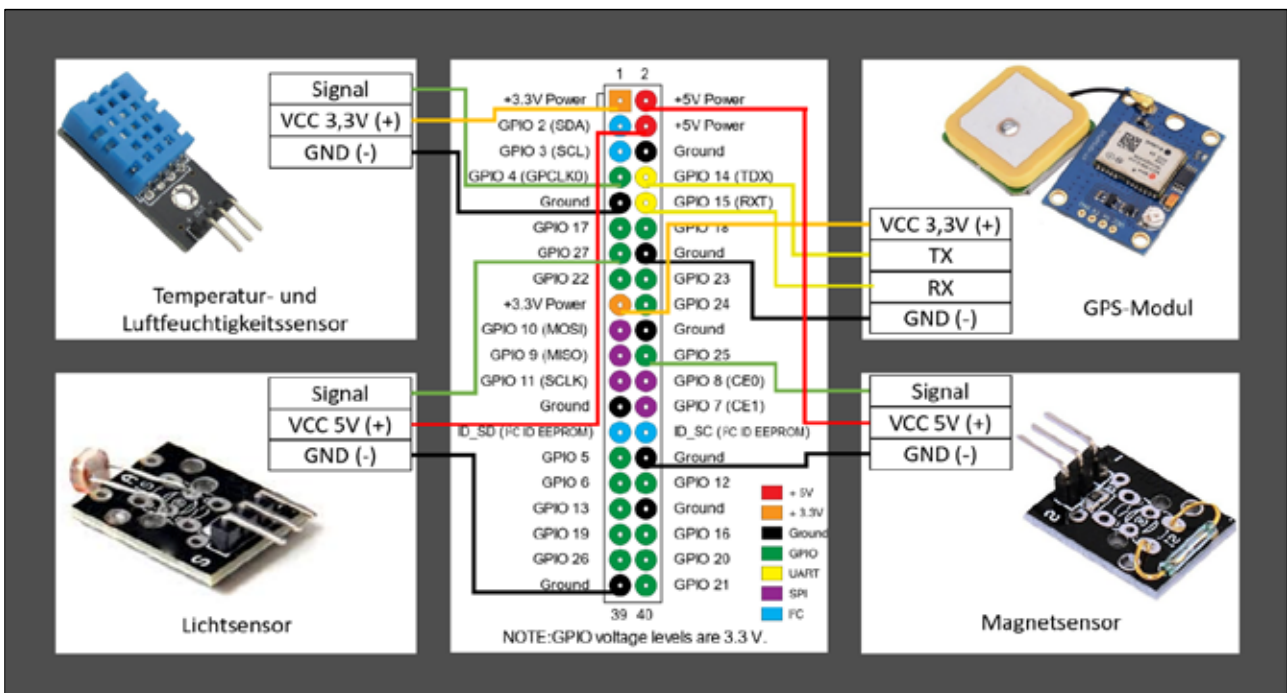


Abb. 4 Verbildlichter Schaltplan des SMS

Da die erste Entwicklungsstufe des SMS bereits in der Lage sein soll, in ein weites Spektrum von Unternehmensprozessen integriert zu werden, wurde das CSV-Dateiformat gewählt. Dieses Format macht die Informationen unter anderem mithilfe einer Tabellenkalkulationssoftware nutzbar. Tabellenkalkulation ist eins der weitverbreitetsten Planungswerkzeuge und stellt sowohl für große als auch kleine Unternehmen ein wichtiges Hilfsmittel dar. Es ist schnell einsetzbar, in den meisten Fällen unternehmensweit vorhanden und ein Großteil der Benutzer besitzt bereits genügend Expertise im Umgang mit der Software. Der gewählte Dateityp vereinfacht darüber hinaus die spätere Übertragung der SMS-Daten an Datenbanksysteme. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Daten genutzt werden können, ohne die Verfügbarkeit oder Anschaffung von komplexer Software. Das Einsatzspektrum des SMS wird somit verbreitert (Gluchowski / Chamoni 2016).

Das GPS-Modul und die einhergehende Lokalisation werden ebenfalls durch den Standortwechsel des beobachteten Objektes hervorgerufen. Es werden weiterhin GPS-Längen- und Breitengrade gespeichert, wie z.B., wenn eine Palette be- oder entladen wird. So kann nachvollzogen werden, an welchen Stellen das Fahrzeug Beladungen und Fahrtantritte vorgenommen hat. Aus den Daten der CSV-Datei kann zusätzlich abgeleitet werden, wann Pausen stattgefunden haben. Die Genauigkeit der GPS-Daten leidet unter störenden Faktoren, was die Prozesse weniger transparent machen könnte.

Alle in diesem Abschnitt genannten Komponenten sind über die GPIO-Pins mit dem RPI verbunden. Welche Pins für welchen Sensor genutzt werden könnten, zeigt die Abbildung 4. Die Nutzung der GPIOs generiert Flexibilität bei der Auswahl der Sensoren. Die hier definierten Komponenten können durch weitere ersetzt oder erweitert werden. Je nach Bedürfnissen der Praxis ist so die anwendungsorientierte Ausrichtung des SMS möglich.

### 3.2 Umgebungsdaten

Der Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor zeichnet die in den beobachteten Umgebungen herrschende Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf. Bei jedem Statuswechsel werden auch die Konditionen in Form von Temperatur und Luftfeuchtigkeit gespeichert.

Die folgenden Abbildungen stellen solche Informationen aus einer Werkstatt dar, in dem bestimmte Informationen über einen bestimmten Zeitraum gesammelt und im Rahmen eines Optimierungs- und kontinuierlichen Verbesserungsprogramms für die Ex-post-Analyse verwendet wurden.



**Abb. 5 Temperatur in einer Arbeitsumgebung (von Anfang Februar bis Mitte März 2018)**

Abbildung 5 zeigt den Temperaturanstieg in einer Arbeitsumgebung. Es ist zu erkennen, dass im Winter die Temperatur im Werk niedriger ist als später, wenn die Außentemperatur steigt. Dies ist überraschend, da die Innentemperatur geregelt wird und konstant gehalten werden sollte.



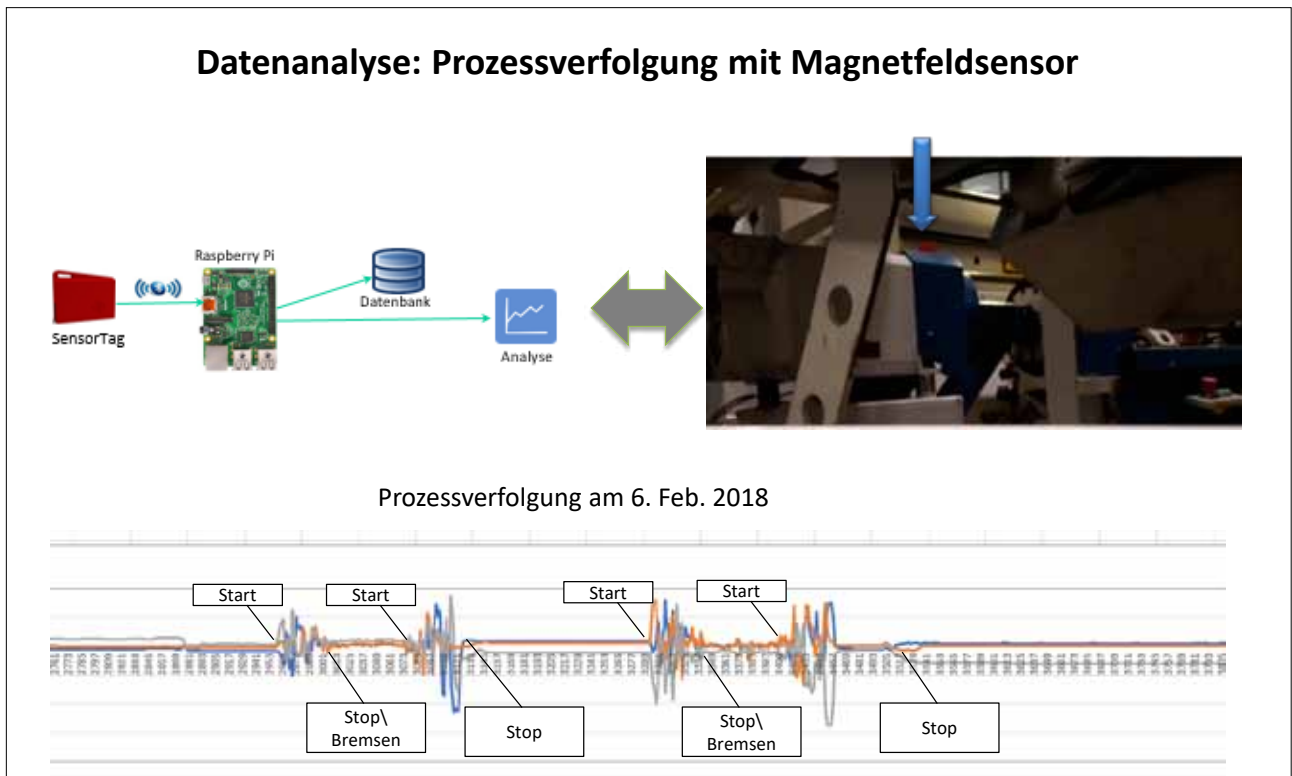
**Abb. 6 Erfasste Luftfeuchtigkeit an einem Arbeitsplatz (Anfang Februar bis Mitte März 2018)**

Die Luftfeuchtigkeit im Winter an den Arbeitsplätzen in der Fabrik ist sehr niedrig und steigt mit steigender Außentemperatur, wie in Abbildung 6 dargestellt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass kalte Luft im Vergleich zur warmen Luft weniger Feuchtigkeit enthält. Es wird angenommen, dass niedrige Luftfeuchtigkeitswerte, insbesondere unter 33% (gestrichelte Linie), zu mehr Fehltagen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter führen.



**Abb. 7 Lichtstrom in einem Fabrikgebäude (Anfang Februar bis Mitte März 2018)**

Die Wirkung der Sonne im gleichen Zeitraum in der Fabrik bringt mehr Licht an die Arbeitsplätze, da die Sonnenstrahlen tagsüber durch das Dach eindringen können (Abbildung 7). Negative Werte werden durch eine Unterbrechung der Übertragung des Sensor-Tags zu den Computern verursacht. Diese drei Beispiele veranschaulichen, wie präzise Arbeitsumgebungsparameter erfasst werden können. Basierend auf diesen sehr grundlegenden Informationen können mehrere Aktionsfelder erkannt werden. Die entsprechenden Maßnahmen können die Gesundheitssituation der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter verbessern und Energie für die Beheizung der Fabrik sparen. Es kann auch helfen, Beschwerden von Mitarbeitenden über zugige Bedingungen bei offenen Türen zu erklären und zu verstehen. Insgesamt können Sensorsysteme sehr vielseitig eingesetzt werden und verschiedene Datensätze erfassen, z.B. Umgebungsbedingungen, Prozessinformationen, Infrastrukturdaten, Gerätedaten.



**Abb. 8 Prozessverfolgung mit Magnetfeldsensor**

In den Abbildungen 8 bis 10 wird das Konzept der Sensorsysteme anhand von Beispielen veranschaulicht.

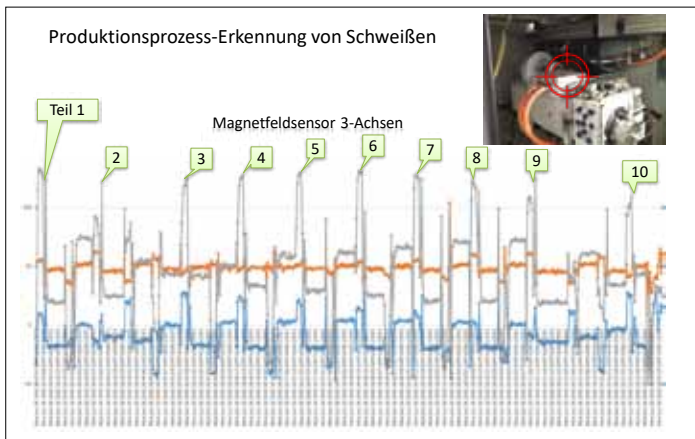
In Abbildung 8 wird dargestellt, wie mithilfe eines Magnetfeldsensors Ereignisse wie der Start einer Maschine oder der Stopp erkannt und zugeordnet werden können.

Die Abläufe und Produktionen einer Schweißmaschine werden in Abbildung 9 dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass die einzelnen Schweißvorgänge unterschiedlich lang sind und gewissen Schwankungen unterliegen. Einen ähnlichen Ablauf stellt Abbildung 10 an einer Prägemaschine dar.

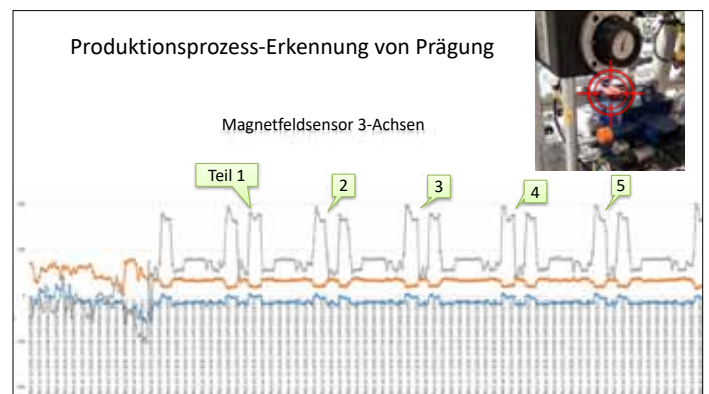
Am Beispiel von Abbildung 11 wird deutlich, wie alle Maschinen zusammenspielen und wie Bearbeitungsprozesse eines Arbeitsplans visualisiert werden könnten. In diesem Beispiel werden Sensordaten via Wifi an einen Rechner gesendet. Dort werden die Daten verwaltet und mit einem Dashboard visualisiert.

#### 4. Fazit/Ausblick

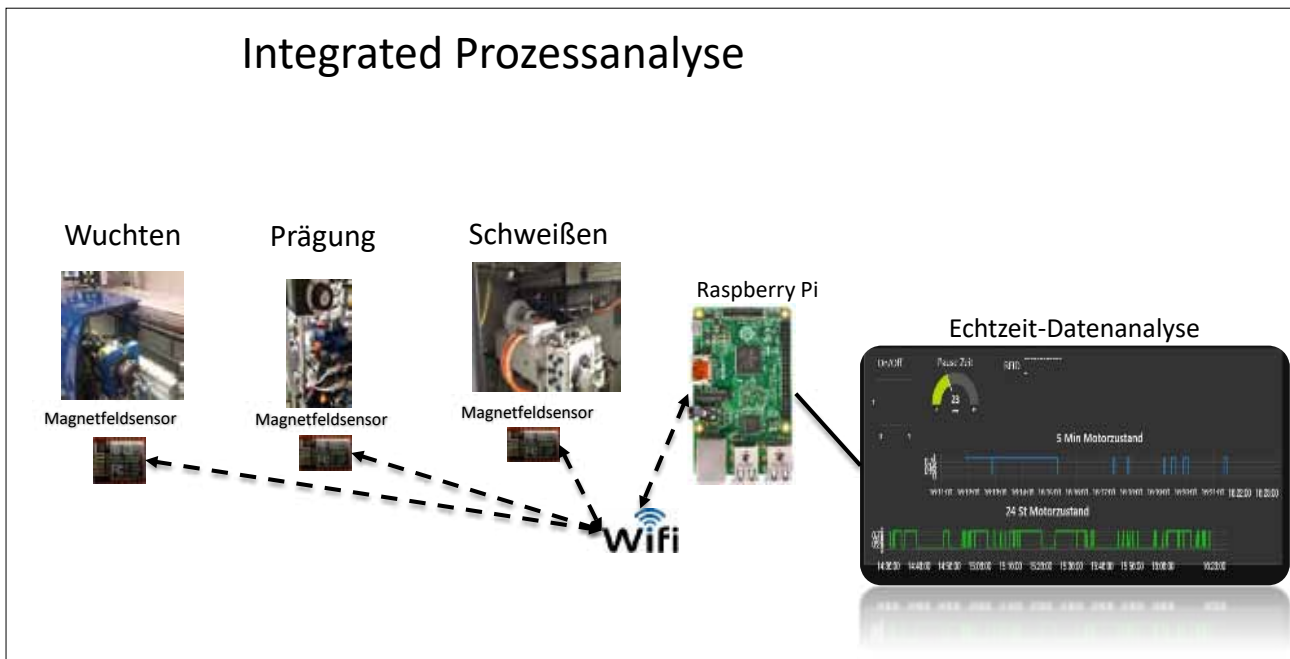
Das Konzept der Sensortechnik in der Logistik bietet die Chance, die Digitalisierung in den Unternehmen systematisch weiterzuentwickeln. Durch die Klassifizierung der Aufgabenstellungen auf einzelnen Ebenen können



**Abb. 9 Prozesserkennung am Beispiel einer Schweißmaschine**



**Abb. 10 Prozesserkennung am Beispiel einer Prägemaschine**



**Abb. 11 Prozessanalyse mit Sensortechnik und Echtzeit Eventkennung Dashboard**

Algorithmen entwickelt werden, die beispielsweise auf KI-Methoden basieren und eine hohe Zuverlässigkeit bei der Identifizierung und Zuordnung der Ereignisse aufweisen. Mit der Verkettung von Produktionsschritten lassen sich die Abläufe eines Arbeitsplanes genau verfolgen. Allerdings bieten die Sensorsysteme Informationen, die weit über die Schrittfolgen eines Arbeitsplans hinausgehen. So könnten beispielsweise die Belegung der Pufferflächen zwischen den Maschinen durch weitere Sensoren erfasst, der Leerbehälterverbrauch durch ein Monitoring visualisiert werden. Selbst der Einsatz von Hilfsmitteln zur Dokumentation der Qualität lässt sich sensorgestützt integrieren.

Diese Lösungen können überall nachgerüstet werden. Selbst das Zusammenspiel von alten und neuen Maschinen lässt sich so realisieren. Damit werden Lösungen bereitgestellt, die, unabhängig von einzelnen Herstellern, Unternehmen den Aufbau individueller Systeme ermöglichen und schrittweise erweiterbar sind. Die Erweiterbarkeit beschränkt sich nicht nur auf Anlagen, auch neuere Sensoren, die mit dem Fortschritt der Digitalisierung auf den Markt kommen, werden nachrüstbar.

Da die Sensorsysteme sehr preiswert sind, können auch kleinere und mittelständische Unternehmen an der Digitalisierung partizipieren und profitieren. Die Einstiegsschwellen sind sehr niedrig. Die Wirtschaftlichkeit lässt sich oft recht einfach belegen, da Datenerfassungen erheblich schneller und zuverlässiger erfolgen können. Spannend bleibt die Frage, was alles mit diesen Daten noch geleistet werden kann. Dazu werden noch viele weitere Ideen benötigt.

## Literatur

- Alias, C., Özgür, Ç., Yang, Q., & Noche, B. (2016). A System of Multi-Sensor Fusion for Activity Monitoring of Industrial Trucks in Logistics Warehouses. In Proceedings of the ASME International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference 2015: Volume 1B: 35th Computers and Information in Engineering Conference (V01BT02A047, 10 pages). New York City (NY), USA: ASME. <https://doi.org/10.1115/DETC2015-46169>.
- Delfmann, Werner; Kersten, Wolfgang; Stölzle, Wolfgang; Hompel, Michael ten; Schmidt, Thorsten (2017): BVL Positionspapier Logistik 4.0. Hg. v. BVL - Bundesvereinigung für Logistik. Bremen.
- Gluchowski, P.; Chamoni, P. (Hrsg.) (2016): Analytische Informationssysteme- Business In-telligence- Technologien und -Anwendungen. Berlin: Springer Gabler Verlag.
- Kersten, Wolfgang; Seiter, Mischa; See, Birgit von; Hackius, Niels; Maurer, Timo (2017): Trends und Strategien in Logistik und Supply Chain Management. Chancen der digitalen Transformation. Hg. v. BVL - Bundesvereinigung für Logistik. Hamburg.
- Laput, G.; Zhang Y.; Harrison C. (2017): "Synthetic Sensors: Towards General-Purpose Sensing", in Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Denver, Colorado, USA, S.3986-3999.
- Samulat, P. (2017): Die Digitalisierung der Welt – Wie das Industrielle Internet der Dinge aus Produkten Servicesmacht. Wiesbaden: Springer Verlag GmbH.





Alexandra Schmitz

## Arbeit und Logistik 2025 - Wie Expertinnen und Experten die Zukunft der Branche beurteilen

Das BMBF-geförderte Verbundprojekt „Gesundheitsförderliche Arbeitsgestaltung für digitalisierte Dispositions- und Dokumentationsaufgaben in der Logistik“ (Pro-DigiLog) betrachtete die Digitalisierung der Arbeit in der Logistikbranche und deren Auswirkungen auf die Beschäftigten und Unternehmen. Im Rahmen des Verbundprojekts erstellte das Rhein-Ruhr-Institut für Sozialforschung und Politikberatung e.V. (RISP) die Studie „Arbeit und Logistik 2025“ als empirische Grundlage. Ziel der Studie war es, aktuelle Entwicklungen in den verschiedenen Branchensegmenten der Logistik und damit den Status quo der Situation digitaler Arbeit in der Logistik zu untersuchen. Zusätzlich sollten mögliche Zukunftsszenarien für das Jahr 2025 aufgezeigt werden. Ein Fokus lag dabei auf der gesundheitsförderlichen Arbeitsgestaltung. Die Studie wurde mittels einer Methoden-Triangulation von Literaturanalyse, Onlinebefragung von Logistikunternehmen und Experteninterviews durchgeführt.

### Profil der befragten Unternehmen und Expertinnen und Experten

Empirische Grundlage waren leitfadengestützte Interviews mit 40 Expertinnen und Experten. Diese stammten aus folgenden Bereichen der Logistik: Transportlogistik (mit und ohne Lager), Binnenschifffahrt und Hafenlogistik, Paketdienste, Gewerkschaften, Weiterbildung, Frachtenbörse, Automobilzulieferer, LKW-Fahrer. Einige Expertinnen und Experten vertraten ein Unternehmen. Gemessen an der Mitarbeiterzahl sind die vertretenen Unternehmen eine heterogene Gruppe. Das kleinste Unternehmen beschäftigt neun Mitarbeitende; die größten Unternehmen sind meist Niederlassungen oder Zweigstellen größerer Konzerne, welche dann mehrere tausend Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beschäftigen.

An der durchgeführten Onlinebefragung haben 61 Unternehmen teilgenommen, davon kamen 90 Prozent aus der Transportlogistik. Drei Viertel der befragten Unternehmen sind kleine und mittlere Unternehmen (bis zu 250 Mitarbeitende). Entsprechend müssen die Ergebnisse der Studie in dem Kontext von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) der Branche betrachtet werden. Dieser Fokus stellte sich auch als besonders interessant dar, da die Logistikbranche bei dem Thema Digitalisierung in der Öffentlichkeit oft in einer Vorreiterposition gesehen wird. Die Rede ist von autonomem Fah-

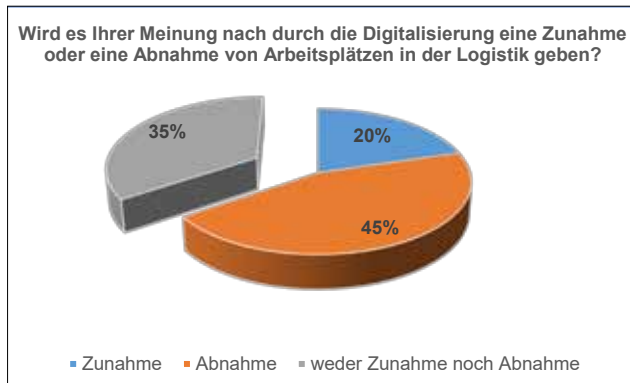
ren, vollautomatisierten Lagersystemen, Roboter- und Drohneneinsatz bei der Post- und Paketzustellung und vielem mehr. Kleine und mittlere Unternehmen in der Logistik sind weit davon entfernt solche Technologien anzuwenden oder zu erproben.

58 Prozent der befragten Unternehmen schätzen sich selbst als wenig oder eher wenig digitalisiert ein. Aus den Interviews mit den Expertinnen und Experten wurde ersichtlich, dass vielen KMU Kenntnisse über die digitalen Technologien fehlen. Ein Experte formuliert die dadurch entstehende Unsicherheit deutlich: „Ich lese die Presse, DVZ etc. jeden Tag! Das Wort Digitalisierung steht überall, aber was ist das genau auf meinen Betrieb bezogen? Wo kann ich diese Digitalisierung einführen? Das kann ich heute nicht beantworten! Es gibt noch nicht mal eine beratende Stelle, die hilft!“ Die unterschiedlichen Wissensstände sind auch der Tatsache geschuldet, dass die Unternehmen der Logistik vom einfachen Spediteur bis hin zu weltweit operierenden Logistikdienstleistern sehr unterschiedlich strukturiert sind und unterschiedliche Leistungsportfolios anbieten. Entsprechend sind digitale Lösungen in der Logistik oft individuelle, auf das jeweilige Unternehmen und den Prozesskettenabschnitt angepasste Lösungen. Am häufigsten nutzen die befragten Unternehmen bereits Telematik-Systeme, Sendungsverfolgung und (nahezu) papierlose Dokumentation. Festzuhalten bleibt, dass sich KMU der Branche mehr Information wünschen.

### Digitalisierung und Konsequenzen für die Arbeitsplätze

Eine viel zitierte These bezüglich der Digitalisierung und deren Konsequenzen für die Arbeitswelt stellt die Substitutionsthese dar.<sup>1</sup> Diese geht davon aus, dass einfache Tätigkeiten durch digitale Technologien ersetzt werden. Auch rund 45 Prozent der befragten Logistikunternehmen sehen durch die Digitalisierung eine zukünftige Abnahme von Arbeitsplätzen voraus. 20 Prozent der Unternehmen gehen dagegen von einer Zunahme von Arbeitsplätzen aus. 35 Prozent können sich weder eine Zunahme noch eine Abnahme von Arbeitsplätzen in

<sup>1</sup> Ursprünglich geht diese These auf die Studie von Frey/Osborne aus dem Jahr 2013 zurück. Obwohl in dieser Studie auch herausgestellt wird, dass Kompetenzen wie Wahrnehmung und Feinmotorik, kreative Intelligenz und soziale Intelligenz dem Ersetzen durch Technik entgegenstehen, läuft die Argumentation darauf hinaus, dass einfache Tätigkeiten in Zukunft durch digitale Technologien weitgehend ersetzt werden.



**Abbildung 1: Einschätzung der Unternehmen über Zu- oder Abnahme von Arbeitsplätzen**

der Logistik vorstellen (s. Abbildung 1). Auch die Meinungen der Expertinnen und Experten gingen bei dieser Frage sehr auseinander.

Unabhängig von der Meinung zu den Zu- oder Abnahmetendenzen waren sich die Expertinnen und Experten jedoch darin einig, dass sich zum einen die Arbeit verändern wird und zum anderen sich die Qualifizierungen und Kompetenzen der Beschäftigten anpassen müssen. Dies entspricht zwei weiteren Szenarien, die in Bezug auf die Digitalisierungskonsequenzen existieren: Entgrenzung von Arbeit/Crowdworking und die Upgrading-These.

## Flexibilisierung

Das Szenario der Entgrenzung von Arbeit stellt in Aussicht, dass neue Arbeitsformen entstehen und sich die Arbeit, wie sie heutzutage typisch ist, verändern wird (Ittermann/Niehaus 2015). Dies kann zum Beispiel durch stärkere Arbeitsteilung oder mehr Möglichkeiten zum mobilen Arbeiten entstehen. Auch in der Studie wurde das Thema „flexible Arbeit“ eingebracht. In der Befragung äußern 59 Prozent der Unternehmen, dass die Arbeit in ihrem Unternehmen durch die Digitalisierung bereits flexibler geworden ist. Weitere 18 Prozent bestätigen dies, aber bringen die Flexibilität nicht in Verbindung mit der Digitalisierung. Einige Experten resümieren nämlich, dass sich - durch alle Branchen hinweg - die Kultur der Arbeit verändere und das flexible Arbeiten und Möglichkeiten der Teilzeitarbeit oder Gleitzeiten heutzutage Standard seien. Auch die Logistik passt sich dieser Arbeitswelt an.

Ferner unterscheiden die interviewten Expertinnen und Experten die jeweiligen Tätigkeitsfelder in der Logistik: „Ja, das ist bereits jetzt deutlich wahrzunehmen. In der Verwaltung und im Büro ist es flexibler und mobiler geworden. Bei den gewerblichen Mitarbeitern und in den Paketzentralen muss aber operativ immer der Mensch vor Ort sein, aber im Vertrieb gibt es da durchaus Möglichkeiten“. So ist es auch nicht erstaunlich, dass immerhin noch 23 Prozent der befragten Unternehmen keine Flexibilisierung der Arbeit sehen. Und trotzdem

lässt sich eine allgemeine Veränderung von Arbeit erfassen: „In der Theorie ja, in der Praxis noch nicht so. Das Beispiel des Disponenten am Freitagabend lässt sich ja nicht ändern, der einzige Unterschied ist, dass man heute anders damit umgeht. Früher war es selbstverständlich, dass jeder noch dageblieben ist, bis das letzte Auto weggefahren ist. Heute können sich drei Kollegen abstimmen und entscheiden und überlegen, wann etwas passiert oder eben „ich bin über Handy erreichbar, falls etwas ist“ wird sich nach und nach anpassen.“ Die Arbeit als Disponent/Disponentin wird von den Experten als am wenigsten flexibilisierbar angesehen. Gleichzeitig mit der Flexibilisierung beobachten die Expertinnen und Experten aber ein gesteigertes Arbeitstempo und befürchten einen erhöhten Stresspegel, welcher zu mehr Belastungen führt.

## Qualifikation und Kompetenzen

Die Upgrading-These geht davon aus, dass industrielle Einfacharbeit im Zuge der Digitalisierung abnimmt. Begründet wird dies dadurch, dass in allen beruflichen Ebenen und Bereichen - und damit auch in der Einfacharbeit - eine kontinuierliche qualifikatorische Aufwertung stattfindet (Ittermann/Niehaus 2015). Etwa 75 Prozent der befragten Unternehmen sind überzeugt, dass ihre Beschäftigten aufgrund der Digitalisierung höhere Qualifizierungen benötigen und sogar 80 Prozent der Unternehmen sehen, dass sich die Kompetenzen der Beschäftigten verändern müssen.

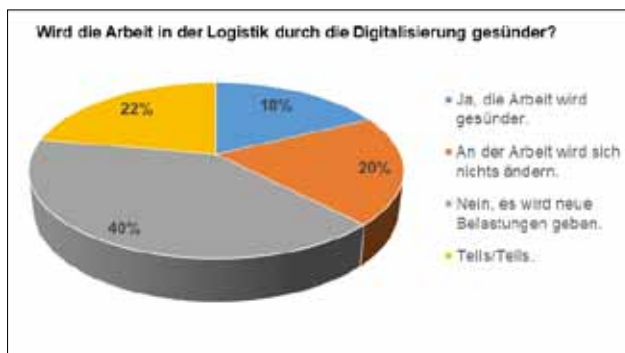
In Bezug auf die Qualifikationen und Weiterbildungen wurden am häufigsten Kenntnisse im IT-Bereich genannt. Wie diese Kenntnisse auszusehen haben, konnte auch von den interviewten Expertinnen und Experten nicht genau benannt werden. Dies hat häufig damit zu tun, dass diese selbst nur oberflächliche IT-Kenntnisse besitzen. Es scheint der Branche jedoch bewusst zu sein, dass dieser Bereich in der Zukunft eine größere Rolle spielen wird, und Mitarbeitende benötigt werden, welche spezifische Kenntnisse haben. Einige Expertinnen und Experten erwähnen Fachinformatiker für Systemintegration, Softwareanwender- und -entwickler und Datenanalysten. Die IT-Kenntnisse werden sogar als derart notwendig betrachtet, dass einige Expertinnen und Experten vorschlagen, die bereits existierenden Logistikausbildungen (z.B. Speditionskaufmann) beträchtlich um einen IT-Bereich zu ergänzen oder sogar eine neue Ausbildung zu konzipieren. Als besondere Kompetenzen wurden neben der Technikaffinität auch die Flexibilität von Mitarbeitenden genannt.

Mit einem Abstand zu den IT-Themen folgen in der Befragung die Antworten, dass Datenschutz und juristische Kenntnisse für die Beschäftigten in der Logistik relevant sind. Vereinzelt wurden weitere Kenntnisse genannt, darunter auch klassische „soft skills“, wie die Kommunikation mit Kunden, aber auch spezifische Fähigkeiten, wie der Umgang mit Scannern im Lager.

## Gesunde (digitale) Arbeit in der Logistik

Eine der zentralen Fragestellungen der Studie „Arbeit und Logistik 2025“ ist, welchen Einfluss die Digitalisierung auf die Gesundheit in der Logistikarbeit hat. Aus der Literaturanalyse wurde deutlich, dass insbesondere die körperliche Arbeit in der Industrie durch Digitalisierung weniger belastend werden könnte. Ergonomisch ungünstige Arbeiten oder Tätigkeiten mit hohen Belastungen (3D-Tätigkeiten = dirty, dangerous and demanding) könnten durch digitale Hilfsmittel erleichtert oder vermieden werden (Hirsch-Kreinsen 2017, S. 19). Gleichzeitig wird eine Zunahme von psychischen Belastungen beschrieben, wie durch Monotonie, Isolation, Zunahme der Arbeitsintensität (Zeitdruck), stärkere Kontrolle und Belastungen durch ständige Informationsreize.

Die Logistikunternehmen wurden auch gefragt, ob die Digitalisierung die Arbeit gesünder machen würde:



**Abbildung 2: Einschätzung der Unternehmen zur gesunden Logistikarbeit**

In der Tendenz bestätigten die befragten Unternehmen und Expertinnen und Experten zwar die Annahmen aus der Literatur, sie gehen damit auch in der Logistik von einer künftigen körperlichen Entlastung, aber von einer Zunahme von psychische Belastungen aus. Jedoch waren sich die Expertinnen und Experten in den Interviews sehr uneinig bezüglich der konkreten gesundheitlichen Konsequenzen.

In vielen Bereichen der Logistik könne wenig dagegen getan werden, dass es gewisse körperliche Arbeiten gibt, die belastend sind und bleiben. Das häufigste Argument der Expertinnen und Experten, weshalb die Arbeit in der Logistik gesünder werden sollte, ist, dass die Gesundheitsprävention als Thema in Gesellschaft und Arbeitswelt immer präsenter wird: „Ich glaube schon, dass es gesünder wird, weil die gesamte Entwicklung in der Berufswelt dahingeht.“ Auch um während des Fachkräftemangels als attraktiver Arbeitgeber zu gelten, werden die Gesundheitsprävention und der Gesundheitsschutz in der Logistik in den Vordergrund gerückt.

Einige Expertinnen und Experten können sich den Einsatz von Technik zielgerichtet auf Gesundheitsprävention vorstellen, indem bestimmte Emissionswerte oder

z.B. der Geräuschpegel technisch leichter erfasst werden. Eine weitere Idee war es, Vitalfunktionen von Fahrern zu überprüfen, um diese rechtzeitig darauf aufmerksam machen zu können, ob sie noch „fit“ genug sind, um zu fahren.

Der psychische Druck, welcher häufig mit zeitlichem Druck in Verbindung gebracht wird, wird jedoch auch gesehen. Einige Experten sehen bei der psychischen Gesundheit sogar beides gleichzeitig: Sowohl eine Entlastung durch unterstützende Technologien, weil Vieles vorgegeben wird, die Fehleranfälligkeit abnimmt und man sich auf das System verlassen kann. Andererseits entstehen aber psychische Belastungen wie durch Monotonie, ständige Erreichbarkeit, Überforderung durch Nicht-Kennen der Technik usw.

Resümierend kann man festhalten, dass es für die Unternehmen sowie die Expertinnen und Experten nicht so leicht ist, die Folgen der Digitalisierung für die Gesundheit in der Logistik einzuschätzen.

## Hemmnisse und Motivation

Fragt man die Unternehmen danach, ob die Digitalisierung als Chance oder als Herausforderung angesehen wird, so fällt diese Einschätzung eher ambivalent aus: 45 Prozent der befragten Unternehmen sehen die Digitalisierung als Herausforderung für ihr Unternehmen, 55 Prozent als Chance. Um dieses Ergebnis einordnen zu können, muss man Befürchtungen und Hoffnungen der Befragten kennen, daher wurden die Unternehmen gebeten, Hemmnisse und Motivation zur Einführung von neuen digitalen Techniken zu nennen. Die drei häufigsten Gründe, die für eine Digitalisierung sprechen, sind Kundenanforderungen, Wettbewerbsdruck und Kostenersparnis. Es ist also zu erkennen, dass die Digitalisierung eher als Zugzwang in Bezug auf Wettbewerbsfähigkeit und Prozessoptimierung erlebt wird. Als größtes Hemmnis dagegen sieht etwa die Hälfte aller Unternehmen die Kosten an. An zweiter Stelle machen sich Unternehmen Gedanken, wie digitale Technologien gewartet und Probleme bei Störungen der digitalen Systeme gelöst werden sollen. Für rund 36 Prozent der befragten Unternehmen stellt die Akzeptanz der Mitarbeitenden ein Problem dar, welches dagegen spricht, digitale Lösungen einzuführen. Danach folgen die Probleme Datenschutz (31 Prozent der Unternehmen), das Fehlen von technischen Voraussetzungen (30 Prozent der Unternehmen) und fehlende Standards (23 Prozent der Unternehmen). Ein Experte fasst die Situation folgendermaßen zusammen: „Für uns sowohl eine Chance als auch eine Herausforderung! Wir wachsen mit unseren Aufgaben und werden dadurch besser, größer und steigern unsere Qualität. Aber auch Herausforderung wegen der Mitarbeiter, denen man die technischen Kenntnisse auf den Weg geben muss, man muss denen die Technik transparent machen und den Umgang mit den Geräten beibringen. Je mehr Mitarbeiter man hat,

desto schwieriger ist es. Außerdem ist es auch eine Kostenfrage, für manche Unternehmen kann das der Ruin sein, mit auf die Digitalisierung aufzuspringen. Wenn der Kunde das fordert und das Unternehmen hat aber nicht die Möglichkeit und kann keinen Kredit kriegen usw. Das sind Investitionen, die man nicht zwischen Tür und Angel entscheidet (z.B. Scanner kaufen), das kann man machen, wenn man feste Kundenbeziehungen und Verträge hat und die Sicherheit hat.“

Die vorliegenden empirischen Ergebnisse geben einen Einblick in die zu erwartende Entwicklung der Digitalisierung und die Veränderung von Arbeit in kleinen und mittleren Unternehmen der Logistik. Sie zeigen vor allem, welche Barrieren dabei zu überwinden sind. Allerdings geben die Interviews vornehmlich den Blickwinkel der Unternehmen wieder. Im weiteren Verlauf des Projektes Pro-DigiLog sollen auch andere Sichtweisen berücksichtigt werden. Es geht dann um gesundheitsförderliche Arbeitsgestaltung bei der Entwicklung von Digitalisierungskonzepten für Dokumentationsaufgaben, die zurzeit im Projekt entwickelt werden.

## Literatur

Frey, Carl Benedikt; Osborne, Michael A.: The future of employment: How susceptible are jobs to computerization? In: *Technological Forecasting & Social Change* 114 (2017), S. 254-280 (zuerst 2013).

Hirsch-Kreinsen, Hartmut: Digitalisierung industrieller Einfacharbeit. Entwicklungspfade und arbeitspolitische Konsequenzen. In: *Arbeit - Zeitschrift für Arbeitsforschung, Arbeitsgestaltung und Arbeitspolitik* (2017), 26(1), S. 7-32.

Ittermann, Peter; Niehaus, Jonathan: Industrie 4.0 und Wandel von Industriearbeit. In: Hirsch-Kreinsen/Ittermann/Niehaus: *Digitalisierung industrieller Arbeit: die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen*. Baden-Baden: Nomos, 2015, S. 33-52.

Schmitz, Alexandra: *Arbeit und Logistik. Eine Studie im Rahmen des Verbundprojektes Pro-DigiLog*. Duisburg, 2018.

David Wick

## Die Auswirkungen digitaler Hilfsmittel auf die Be- und Entlastung von Beschäftigten in ausgewählten Betrieben der Logistikbranche

Durch die Digitalisierung verändern sich die Arbeitsstrukturen und Prozesse in Unternehmen der Logistikbranche. Damit verändern sich potentiell auch die gesundheitsrelevanten Einflüsse der Arbeit auf die Beschäftigten. In einer Pilot-Studie mit vier ausgewählten Unternehmen der Logistikbranche wurden betriebliche Experten und Expertinnen gebeten, die Auswirkungen auf die Gesundheit einzuschätzen: Inwiefern verändern sich die Belastung und Entlastung der Beschäftigten in ihren Betrieben durch den Einsatz digitaler Hilfsmittel?

Zur Beantwortung dieser Forschungsfrage wurde ein Mixed-Methods-Ansatz gewählt, bestehend aus vier Experteninterviews, einer umfangreichen Literaturanalyse und einer Sekundärauswertung von 40 Interviews, die bereits im Projekt Pro-DigiLog vorlagen. Durch die Literaturanalyse wurden zunächst relevante Überschneidungspunkte zwischen der betrieblichen Digitalisierung und der Gesundheit von Beschäftigten identifiziert. Die 40 qualitativen Interviews, welche im Rahmen des Forschungsprojektes Pro-DigiLog durchgeführt wurden, enthielten unter anderem folgende gesundheitsrelevanten Fragen: „Wird Ihrer Einschätzung nach die Arbeit in der Logistik gesünder? Oder treten neue gesundheitliche Belastungen auf?“ sowie „Wird die Arbeit in der Logistik (z.B. durch digitale Technologien) flexibler?“

Aus den Ergebnissen der Desk Research wurde der Leitfaden für die Experteninterviews generiert, welcher explizit auf die mögliche Veränderung der gesundheitlichen Belastung und Entlastung von Beschäftigten in der Logistikbranche Bezug nimmt. Die Auswertung der Experteninterviews bildet den Schwerpunkt dieses Beitrags.

Insgesamt wurden vier Experten und Expertinnen befragt, welche jeweils ein Unternehmen vertraten. Die Interviews wurden telefonisch geführt und zur Auswertung elektronisch aufgezeichnet. Da die Experten und Expertinnen im Folgenden aus Datenschutzgründen anonymisiert werden, folgt eine allgemeine Charakterisierung der vertretenen Unternehmen zur besseren Einordnung der Antworten in den Gesamtkontext.

Unternehmen A: Das erste Unternehmen ist einer der fünf größten Paketdienste in Europa mit mehreren Zweigstellen und Niederlassungen, in welchen insgesamt mehrere tausend Menschen beschäftigt sind. Das Unternehmen übernimmt die Zustellung diverser Sendungen und unterhält mehrere Lagerflächen. Vertreten

wurde das Unternehmen im Interview durch den Leiter der Unternehmenskommunikation.

Unternehmen B: Das zweite Unternehmen übernimmt die Distribution von Haushaltsgeräten innerhalb von Nordrhein-Westfalen im Business-to-Business- und Business-to-Consumer-Bereich. Ca. 60 Personen sind bei dem Unternehmen angestellt. Neben der Zustellung betreibt die Firma auch eigene Lager. Das Unternehmen wurde im Interview durch den Juniorchef der Unternehmensführung vertreten.

Unternehmen C: Das dritte Unternehmen ist ein kleinerer Paketdienst, welcher als Subunternehmen mit ungefähr 10 Angestellten die Zustellung von Lieferungen größerer Paketdienste in festgelegten Gebieten übernimmt. Vertreten wurde das Unternehmen im Interview durch die langjährige Geschäftsführerin.

Unternehmen D: Das vierte Unternehmen ist Teil eines großen, mehrere Branchen umfassenden Konzerns und übernimmt das logistische Bestandsmanagement in medizinischen Einrichtungen. An mehr als zehn Standorten weltweit arbeiten ca. 1.500 Beschäftigte. Im Interview wurde das Unternehmen durch einen der Geschäftsführer vertreten.

Unternehmen A und C sind Paketdienste. Die Unternehmen B und D sind hingegen klassische Transportlogistiker mit eigenen Lagerflächen. Gemäß der Klassifikation des Statistischen Amtes der Europäischen Union sind sowohl der Paketdienst Unternehmen A als auch der Transportlogistiker Unternehmen D den Großbetrieben (mehr als 250 Beschäftigte) zuzuordnen. Der Paketdienst Unternehmen C ist dagegen ein Kleinstunternehmen (weniger als 10 Beschäftigte). Unternehmen B gehört zu den mittleren Unternehmen (50 bis 249 Beschäftigte). (vgl. Statistisches Amt der Europäischen Union 2016)

### Grad der Digitalisierung

Der Grad der Digitalisierung in den befragten Unternehmen korreliert stark mit der Unternehmensgröße. Der Einsatz von digitalen Hilfsmitteln beschränkt sich bei dem mittleren Unternehmen B und dem Kleinstunternehmen C vorwiegend auf grundlegende Werkzeuge, welche entweder Teil des alltäglichen Lebens sind oder ihnen als Teil einer Wertschöpfungskette auferlegt werden. So berichtet die Geschäftsführerin des Unterneh-

mens C, dass kleine Paketdienste nicht die Möglichkeit hätten, digitale Systeme selbstständig auszuwählen oder abzulehnen, da sie sich den marktüblichen Arbeitsprozessen anpassen müssten:

*„Die (digitalen Hilfsmittel, d. V.) werden ja bei Paketdiensten, ich kann eben nur aus meiner Erfahrung mit den Paketdiensten sprechen, ihnen aufoktroziert. Das heißt: Sie haben da überhaupt keine Möglichkeit, eigene Dinge zu installieren, logischerweise, weil es muss ins System passen.“* (Unternehmen C)

Grundlegende Arbeitsgegenstände, welche in allen befragten Unternehmen der Logistikbranche verwendet werden, sind Computer und Handscanner. Zusätzlich werden in allen befragten Betrieben digitale Mittel zur Kommunikation wie WhatsApp und E-Mails genutzt, um die Dienstwege zu verkürzen, auch wenn dies zum Teil nicht den offiziellen Betriebsabläufen entspricht.

Die großen Unternehmen A und D verwenden eine Vielzahl von digitalen Hilfsmitteln zur Optimierung der betriebsinternen Arbeitsprozesse. Neben Computern, Handscannern und digitalen Kommunikationswegen werden hier auch Barcode-Scanner und automatisierte Laufbänder inklusive digitaler Dokumentierung und Vermessung verwendet. Weitere innovative Technologien wie Datenbrillen befinden sich in den Unternehmen A und D zurzeit in der Erprobungsphase.

In den vorliegenden vier Fällen lässt sich somit feststellen, dass die Unternehmensgröße einen Einfluss auf den Grad der Digitalisierung hat. Während die beiden kleineren Unternehmen lediglich mit grundlegenden digitalen Hilfsmitteln arbeiten, wird in den beiden größeren Unternehmen eine Vielzahl technischer Instrumente zur Optimierung der Arbeitsprozesse eingesetzt.

## Digitalisierung und Zustellung

Die Veränderung der Arbeitsprozesse durch digitale Hilfsmittel führt gleichzeitig zu einer Veränderung der Belastung und Entlastung für die Arbeitnehmenden. So führen die befragten Unternehmensvertretungen übereinstimmend an, dass durch den digitalen Informationsfluss Stress reduziert werden könne, da die Beschäftigten stets Zugriff auf alle notwendigen Daten hätten. So wird beispielsweise die Zustellung von Paketen dadurch erleichtert, dass Zusteller die Route der Auslieferung nicht mehr selbst planen müssen, da diese digital erstellt und vorgegeben wird. Zusätzlich werden den Auslieferern Alternativen für die Zustellung über den Handscanner angezeigt, falls der Empfänger nicht anzutreffen sein sollte.

Der Befragte aus dem Unternehmen A weist auf mehrere Vorteile der digitalen Hilfsmittel für den Zusteller hin. Der Mitarbeiter habe es zum einen einfacher, eine günstige Route auszuwählen:

*„Er hat zum einen mal volle Informationen. (...) Wenn er sich in dem Gebiet noch nicht so gut auskennt, wenn er zum Beispiel in einem neuen Gebiet unterwegs ist, ist er nicht auf sich allein gestellt, sondern wirklich unterstützt.“* (Unternehmen A)

Zum anderen erhält der Kunde durch die „Digitalen Services“ alle relevanten Lieferangaben und hat zusätzlich die Möglichkeit, Alternativen für die persönliche Zustellung anzugeben. Dadurch sinke die Zahl der erfolglosen Zustellversuche:

*„Wir können dank der Digitalisierung für jedes einzelne Paket auf eine Stunde genau angeben, wann das kommt. Das bekommt der Empfänger auch mitgeteilt, kann sogar live während der Zustellung dann auch sehen, wie sich das aktualisiert. Kann sich also sehr gut auf die Zustellung einrichten und dann entsprechend, auch wenn er nicht zu Hause ist, (...) verschiedene Zustelloptionen wählen.“* (Unternehmen A).

Durch den digitalen Zugriff auf Informationen zur vorgegebenen Route und durch Alternativen zu der persönlichen Übergabe von Paketen werden nach Ansicht der befragten Unternehmensvertretungen zwei große Stressfaktoren der Zustellung minimiert. Allerdings kann es auch zu Drucksituationen für die Zusteller durch den Informationsfluss kommen. Die zu fahrende Route wird digital berechnet und den Fahrern vorgegeben, gleichzeitig werden auch die Kunden über das Zeitfenster der geplanten Zustellung informiert. Daher ist es für die Fahrer nicht mehr möglich, von der geplanten Route und den zeitlichen Abläufen abzuweichen und die Fahrt an persönliche Bedürfnisse anzupassen:

*„Wenn Sie sich vorstellen: Früher sind sie losgefahren, haben geguckt: Was habe ich an Paketen? Haben ihre Tour zusammengestellt, haben (...) ein Frühstück eingeplant oder dies oder jenes. Das können sie jetzt nicht mehr. Die konnten auch zwischendurch mal zum Zahnarzt gehen oder einkaufen. Das ist alles nicht mehr möglich.“* (Unternehmen C)

In Bezug auf die Belastung der zustellenden Beschäftigten sehen alle vier Befragten eine zwiespältige Entwicklung. Einerseits werde der Stress minimiert, weil umfangreiche Informationen zur Verfügung stehen und der Anteil an erfolglosen Zustellversuchen stark gesenkt werde. Andererseits könnten durch die engen Vorgaben der Zustellrouten und die Einsicht der Kunden in die Routenplanung neue Stressfaktoren entstehen, da die Freiheiten in der Arbeitsgestaltung der Zusteller stark beschränkt werden.

## Digitalisierung und gewerbliche Arbeit

Die gewerblichen Arbeitsprozesse wie das Be- und Entladen von Lastwagen oder das Arbeiten in den Lagern der Unternehmen sind grundlegende Bestandteile der Logistik. In kleinen Unternehmen ist dieser Arbeitsbe-

reich jedoch weitaus schwächer digitalisiert als etwa die Zustellung. Das geringe Ausmaß der Digitalisierung von gewerblichen Arbeitsprozessen resultiert daraus, dass sich die Arbeitsgegenstände in der Logistikbranche sehr stark in ihrer Beschaffenheit voneinander unterscheiden können. Gewicht, Form und Größe der einzelnen Zustellungen variieren. Dies macht eine Automatisierung oder technische Unterstützung der bisher händischen Arbeitsprozesse mit den aktuellen technischen Mitteln kaum möglich:

*„Ich glaube nicht, dass (ein Computer, d. V.) mit Roboterhänden auf dem Fahrzeug stehen wird und die Geräte dann quasi herunter reicht. Das wird, glaube ich, nicht möglich sein. Dafür ist der Geräte-Mix einfach zu individuell. (...) Es geht vom side-by-side-Kühlschrank bis zum Bügeleisen.“ (Unternehmen B)*

Die Schwierigkeiten der Automatisierung oder digitalen Unterstützung der gewerblichen Arbeitsprozesse durch die Verschiedenartigkeit der einzelnen Lieferungen lassen sich mit den aktuellen technischen Mitteln auch von Großunternehmen nicht lösen. Auch in großen Betrieben werden körperlich fordernde Arbeiten weiterhin händisch durchgeführt werden müssen. Trotzdem nutzen größere Unternehmen bereits moderne Technologien um die Arbeitsprozesse strukturierter zu organisieren und die Effizienz der Arbeitsabläufe zu steigern, bei denen dies möglich ist:

*„Daneben haben wir noch gewerbliche Mitarbeiter, die zum Beispiel in den Niederlassungen Pakete entladen, (...) Pakete auf Bänder setzen. Die Arbeit in diesen Niederlassungen, die ist (...) recht stark digitalisiert – dass die Pakete automatisch sortiert werden, auch anhand von der Barcodelesung, auch automatisch digital vermessen und (...) dokumentiert (werden, d. V.). Die eigentliche Arbeit allerdings, also gerade so das Entladen und Beladen von Wechselbrücken, wie wir es nennen, also von Frachtcontainern, das findet tatsächlich noch händisch statt und ist auch digital nicht angeleitet.“ (Unternehmen A)*

Weil sich die Arbeitsprozesse und -strukturen der gewerblichen Arbeitnehmenden im Zuge der Digitalisierung bisher nur im Bereich der Arbeitsorganisation in größeren Unternehmen verändert haben, während die körperlich fordernden Arbeiten nach wie vor in allen Unternehmen händisch durchgeführt werden müssen, kann davon ausgegangen werden, dass keine signifikanten Veränderungen der gesundheitlichen Be- und Entlastung dieser Berufsgruppe stattgefunden haben.

## **Digitale und traditionelle Gesundheitsförderung**

Da Unternehmen auf die Leistungsfähigkeit ihrer Belegschaft angewiesen sind, ist die Erhaltung der Arbeitskraft von Angestellten eine wichtige Voraussetzung für

Betriebe, um handlungsfähig zu bleiben. Daher wurden im Zuge der Digitalisierung Instrumente entwickelt, welche von Unternehmen eingesetzt werden können, um die Gesundheit der Beschäftigten aktiv zu verbessern.

Zusammenfassend werden diese technischen Hilfsmittel als Teil der Gesundheit 4.0 bezeichnet (vgl. Matusiewicz 2019: 291). Unterteilen lässt sich die Gesundheit 4.0 in die beiden Kategorien: electronic Health (E-Health) und mobile Health (mHealth). Der Begriff electronic Health umfasst dabei alle elektronisch unterstützten Systeme und Aktivitäten des Gesundheitswesens. Dazu zählen alle Systeme, die die gesundheitsrelevanten Daten des Anwenders erheben, verfügbar machen oder auswerten. Die E-Health Anwendungen dienen insbesondere zur Information, Kommunikation, Dokumentation und Vernetzung beispielsweise in Form von digitalen Gesundheitsakten oder elektronischen Patientenkarten. Als mobile Health hingegen werden Systeme und Anwendungen bezeichnet, welche dem Anwender auf mobilen Endgeräten wie Smartphones, Smartwatches und Laptops zur Verfügung gestellt werden, wie beispielsweise Apps zur Pulsmessung (vgl. Kaiser & Matusiewicz 2017: 3 ff.).

Alle vier befragten Unternehmensvertretungen gaben an, dass aktiv versucht wird die Gesundheit der Angestellten zu verbessern. Dabei wird auf verschiedene Maßnahmen zurückgegriffen. Kleine Unternehmen sind diesbezüglich in ihren organisatorischen und finanziellen Möglichkeiten recht stark eingeschränkt. Die Erhaltung der Gesundheit wird daher vornehmlich durch das Vermeiden von Stress durch geregelte Arbeitszeiten und die Anschaffung und Instandhaltung schonender Arbeitsmaterialien angestrebt:

*„Ja, das ist in so einem kleinen Unternehmen immer etwas schwierig. (...) Aufgrund dieser Subunternehmer-Verhältnisse gibt es wenig Spielraum. Und wenn Sie nur in der Zustellung unterwegs sind, haben Sie eben nur die Möglichkeit (...), Arbeitszeiten einzuhalten, Stress ein wenig abzubauen, Autos in Ordnung zu halten, also auf Sitze zu achten. Mehr Möglichkeiten haben Sie in diesem Bereich nicht.“ (Unternehmen C).*

Unternehmen mit mehr organisatorischen und finanziellen Möglichkeiten setzen vorwiegend auf traditionelle Maßnahmen zur Gesundheitsförderung wie Kraftsport und Physiotherapie. Die Vertretung des Unternehmens B weist zum Beispiel darauf hin, dass die Fahrer ihre Fahrzeuge auch be- und entladen müssten, auch mit schwerer Ware wie Waschmaschinen und Kühlschränken. Rückenfördernde Maßnahmen seien daher wichtig:

*„Wir machen das als Unternehmen so, dass wir unseren Mitarbeitern gesundheitliche Prävention monatlich anbieten. Also, die dürfen auf unsere Kosten quasi die Rückenschule des örtlichen Fitnessstudios besuchen.“ (Unternehmen B)*

Auch große Unternehmen, welche die meisten Arbeitsbereiche stark digitalisiert haben, setzen bei dem Schutz und der Förderung der Gesundheit ihrer Mitarbeitenden auf traditionelle Maßnahmen wie Schulungen zu physiologischen Gesundheitsaspekten. Im Unternehmen A wird diese Konzentration auf traditionelle Gesundheitsprävention deutlich:

*„Am relevantesten ist das für die gewerblichen Arbeitskräfte, also die, die körperliche Arbeit leisten. Da gibt’s natürlich zum einen strenge Vorschriften zur Arbeitssicherheit, aber auch ständige Anstrengungen, (...) die Prozesse so zu optimieren, dass die Arbeitsbelastung sinkt. Außerdem haben wir, das trifft nun auch auf die kaufmännischen Arbeitskräfte zu, regelmäßig Unterrichtungen zur Gesundheit am Arbeitsplatz (...), wie man seinen Schreibtisch einrichtet, seinen Monitor einstellt, um Beschwerden vorzubeugen. Auf der anderen Seite für die Gewerblichen: wie man zum Beispiel richtig Lasten hebt, um den Rücken richtig zu belasten.“ (Unternehmen A)*

Weitere traditionelle gesundheitliche Maßnahmen, welche sich in Anwendung bei den großen Unternehmen befinden, sind der Einsatz von Betriebsärzten und Teams zur Erhöhung der Arbeitssicherheit. Zusätzlich wird in einem der befragten Unternehmen Mitarbeitenden die Möglichkeit geboten, eigene Anliegen und Bedenken zur Sprache zu bringen. Dies bietet dem Unternehmen die Chance, auf Gefährdungen der Gesundheit von Mitarbeitenden zu reagieren, welche ansonsten den Führungsebenen verborgen geblieben wären:

*„Wir haben natürlich ganz normal (einen, d. V.) betriebsärztlichen Dienst, wir haben Arbeitssicherheitsteams, die ständig an den Standorten vor Ort sind, um natürlich alles Mögliche zu identifizieren, was nicht gerade gesundheitsförderlich ist und dadurch dann auch die Situation konstant zu verbessern. (...) Wir haben (...) so ein Konstrukt, das nennt sich „Mitbestimmung am Arbeitsplatz“, wo es quartalsmäßige Termine gibt, wo die Arbeitnehmervertreter mit Anliegen und Sorgen und Verbesserungsvorschlägen kommen und sich dann mit der Geschäftsführung treffen. Zusammen in einem Raum mit dem Betriebsrat an einen Tisch setzen, die Themen vorbringen, sodass dann auch direkt die Punkte aus dem Betrieb oder aus der Kundenbetreuung vorgebracht und mitgenommen werden.“ (Unternehmen D)*

Keines der befragten Unternehmen nutzt bisher digitale Hilfsmittel zur aktiven Förderung der Gesundheit von Angestellten. Die Instrumente der Gesundheit 4.0 werden also von den Unternehmen der Logistikbranche bislang nicht in die Arbeitsprozesse integriert. Stattdessen versuchen die Unternehmen die Gesundheit ihrer Angestellten durch den Einsatz von traditionellen gesundheitsfördernden Maßnahmen zu verbessern. Wie umfangreich das Maßnahmenpaket ist hängt wieder-

rum von der Unternehmensgröße und den damit einhergehenden Möglichkeiten ab.

## Digitalisierung in der Zukunft

Zukünftig planen vor allem die befragten Großunternehmen die Digitalisierung in den eigenen Betrieben voranzutreiben und so die Belastung der Beschäftigten zu senken. Instrumente der Gesundheit 4.0 werden in der Zukunftsplanung der befragten Unternehmen jedoch nicht thematisiert. Geplant sind vielmehr innovative Lösungen wie autonome Fahrzeuge und Exoskelette. Letztere sollen die Belastung bei körperlicher Arbeit minimieren:

*„Thema Exoskelette: Da ist die Branche jetzt noch nicht wirklich bereit, aber da ist die Technik eigentlich schon so weit, dass man sie auch flächendeckend einsetzen könnte. Für uns erproben wir das jetzt in der Praxis zum ersten Mal. Und bis das dann in der Fläche mal eingesetzt wird, ist (...) dieser Zeitraum „5 Jahre“ vielleicht realistisch, wenn wir jetzt eben entsprechend positive Erfahrungen (...) sammeln.“ (Unternehmen A)*

In einem der befragten Großunternehmen wurden zusammen mit Partnern bereits einige Szenarien zum autonomen Fahren entwickelt:

*„Der Zusteller wird nicht ersetzt durch das autonome Fahren, so denken wir, sondern das kann ihn wesentlich ergänzen, so dass der Zusteller zum Beispiel nicht ins Zustellgebiet selbst fahren muss, sondern dass autonom ein Zustellfahrzeug ins Zustellgebiet kommt und er erst dann einsteigt, so dass die Arbeitsbelastung allein schon durch die Arbeitszeit reduziert ist. (...) Durch autonome Fahrzeugtechnik kann der Zusteller auch so unterstützt werden, dass er praktisch nicht mehr selber im Verkehrsstress drin ist, sondern nur noch in seinem Fahrzeug sitzt, vielleicht den nächsten Stopp vorbereitet und sich dann um seine eigentliche Arbeit, nämlich die Zustellung, kümmern kann.“ (Unternehmen A)*

Die Einführung neuer Technologien gestaltet sich für die Unternehmen der Logistikbranche jedoch teilweise problematisch. Vor allem innovative Technologien werfen eigene rechtliche Fragen auf, welche vor einem flächendeckenden Einsatz zunächst geklärt werden müssen. So ist die datenrechtliche Lage oder der individuelle Datenschutz der Beschäftigten beim Einsatz von Wearables zur Erfassung von gesundheitlichen Informationen schwierig einzuschätzen. Die rechtlichen Voraussetzungen für die Teilnahme von autonomen Fahrzeugen am öffentlichen Straßenverkehr sind bislang auch nicht gegeben:

*„(Im Bereich, d. V.) Autonomes Fahren gehen wir schon davon aus, dass in spätesten 5 Jahren solche Lösungen praxistauglich umsetzbar wären. Was aber ein*



großes Fragezeichen ist, ist das Thema Regulierung. Was darf man dann tatsächlich im öffentlichen Straßenverkehr an autonomer Technik einsetzen? Aktuell wäre das noch verboten.“ (Unternehmen A)

Eine weitere Schwierigkeit bei der Einführung neuer Technologien ist die fehlende Akzeptanz der Belegschaft. Die Umstrukturierung und Veränderung von Arbeitsprozessen ist für die Beschäftigten oftmals mit Stress verbunden, da neue Fähigkeiten erlernt werden müssen, um mit den neuen Arbeitsgegenständen zu recht kommen zu können:

„Also, wenn ich jetzt ein besseres, neues IT-System einführe, dann werden wahrscheinlich 50 % der Leute meckern und sagen: „Ich kenne das nicht. Das will ich nicht“. Und das ist erst mal neues Lernen. Das heißt: Man hat (...) so ein „Drip“, also erst ist die Akzeptanz niedriger und dann irgendwann höher.“ (Unternehmen D)

Wie groß der Druck dabei für den einzelnen Mitarbeiter ist, hängt stark von den individuellen Voraussetzungen ab. Die Notwendigkeit, sich in einem kurzen Zeitraum das nötige Wissen zum Umgang mit neuen Technologien anzueignen, kann vor allem bei wenig technikaffinen Beschäftigten zu einer höheren Belastung durch Stress führen. Menschen, die bereits mit digitalen Technologien aufgewachsen sind, fällt der Umgang mit neuen Technologien tendenziell leichter.

Senken lassen sich die Stressfaktoren bei der Einführung neuer Technologien durch eine systematische Einführung im Unternehmen, bei welcher den Angestellten der richtige Umgang mit den neuen Arbeitsmitteln durch passende Programme näher gebracht wird. Ein Befragter betont, dass eine strukturierte Unterstützung bei der Einarbeitung in neue Technologien für die Beschäftigten zwingend erforderlich sei:

„Über Schulungen, über Partner oder Key-User beibringen und Frag-Prozesse natürlich. Also die drei Sachen sind da die wichtigen Themen. Aber selbst überlassen ist ja ein Todesurteil. Also wenn man nichts macht, dann wird es auch nicht genutzt. Ist ja klar.“ (Unternehmen D)

Die Digitalisierung der Arbeit in der Logistikbranche wird demnach zukünftig weiter vorangetrieben. Dabei versuchen vor allem große Unternehmen die Angestellten durch die Einführung von unterstützenden Technologien zu entlasten. Jedoch werfen einige der innovativen Techniken neue rechtliche Fragen auf, welche vor einer flächendeckenden Einführung geklärt werden müssen.

## Flexibilisierung und Entgrenzung

Mit der Eingliederung von digitalen Hilfsmitteln in den Arbeitsprozess ergeben sich neue Möglichkeiten der Arbeitsgestaltung. Durch den standortunabhängigen

Zugriff per Internetverbindung auf alle arbeitsrelevanten Vorgänge und Informationen wird das Erledigen der anfallenden Aufgaben einiger Arbeitsbereiche tendenziell zu jeder Zeit an jedem beliebigen Ort möglich. Alle befragten Unternehmensvertretungen geben an, dass bei ihnen durch diese digitalen Möglichkeiten eine Flexibilisierung der Arbeit stattfindet. Es wird zunehmend versucht den kaufmännischen Angestellten das Arbeiten im Home Office zu ermöglichen und so den Stress der Beschäftigten durch eine individuellere Arbeitsgestaltung zu reduzieren:

„Das (die Digitalisierung, d. V.) eröffnet eben die Möglichkeit, verstärkt eben auch von zu Hause zu arbeiten und (...) Meetings einfach digital zu machen. Also solche Modelle werden natürlich definitiv gefördert, also auch eine Vereinbarkeit von Familie und Beruf mit allem was damit verbunden ist.“ (Unternehmen A)

Mit der Flexibilisierung der Arbeit geht allerdings auch die Möglichkeit einer Entgrenzung von Arbeit und Privatleben einher. Wenn Beschäftigte rund um die Uhr erreichbar und arbeitsfähig sind, besteht die Gefahr, dass die Arbeit auch außerhalb der eigentlichen Arbeitszeiten weitergeführt wird. Es können neue Stressfaktoren für die Beschäftigten dadurch entstehen, dass sie permanent unter dem Druck stehen, erreichbar sein zu müssen, was wiederum die gesundheitliche Regeneration deutlich erschweren könnte. In der Befragung gehen die Ansichten über eine mögliche Entgrenzung der Arbeit stark auseinander. Der Vertreter des Unternehmens B betont zum Beispiel, dass der Betrieb besonderen Wert auf die strikte Wahrung des Privatlebens lege und es vermeide, die Beschäftigten außerhalb ihrer Arbeitszeiten beruflich zu kontaktieren:

„Also, (...) die Mitarbeiter, die haben (...) nach ihrem Feierabend (...) auch ihre Freizeit. Da achten wir eigentlich ziemlich sehr drauf, dass die nur ihre vorgegebenen Stunden machen.“ (Unternehmen B)

Im Unternehmen D wird dagegen die Entgrenzung der Arbeit als eine natürliche Entwicklung betrachtet, welche sich beidseitig auswirkt, da Beschäftigte während ihrer Arbeitszeit ihr Smartphone auch für private Zwecke nutzen. Somit durchzieht das Privatleben die Arbeitszeit wie auch die Arbeit das Privatleben betrifft:

„Also ich sehe das jetzt eher so: Muss jeder persönlich klären, ob man ans Telefon geht, wenn einer einen privaten Anruf auf der Arbeit oder einen Arbeitsanruf im Privatleben bekommt, ganz einfach. Und wer das Eine macht, muss natürlich das Andere dann vielleicht auch machen.“ (Unternehmen D)

Auch wenn in den befragten Unternehmen die beruflich bedingte Kontaktaufnahme mit den Beschäftigten außerhalb ihrer Arbeitszeiten nicht ausgeschlossen wird, verwiesen die Befragten zugleich darauf, dass die Unternehmen von den Mitarbeitenden nicht erwarteten,

während ihrer Freizeit erreichbar zu sein. Es bleibe den Beschäftigten selbst überlassen, auf die Kontaktversuche der Vorgesetzten außerhalb der Arbeitszeit zu reagieren oder diese zu ignorieren. Dies kann allerdings dazu führen, dass die Beschäftigten auch in ihrer Freizeit für die Arbeit erreichbar sein wollen, um die eigene Einsatzbereitschaft zu demonstrieren, wie die folgende Stellungnahme zeigt:

*„Meine Wahrnehmung ist, dass es aber stark eben an der Arbeitskraft selbst hängt (...) und wie die so eine Erwartungshaltung wahrnimmt (...). Vielleicht auch damit zusammenhängend, wie viel Engagement man zeigen möchte oder nicht zeigen möchte. Also, es bekommt keiner Ärger, wenn er jetzt nicht um 18 Uhr auf eine Mail antwortet. Aber es kommt im Arbeitsalltag doch häufig vor, dass man Mails vielleicht um 18 Uhr schreibt und dann darauf auch eine Antwort bekommt.“ (Unternehmen A)*

Durch die Digitalisierung ist also generell eine Flexibilisierung der Arbeitsgestaltung möglich. Diese betrifft in der Logistikbranche allerdings nur einen kleinen Teil der Belegschaft, da die Beschäftigten in der Zustellung oder den gewerblichen Bereichen ihrer Arbeit zwingend vor Ort und zu festen Zeiten nachgehen müssen. Die Reduktion von Stressfaktoren durch flexiblere Arbeitszeiten und die Möglichkeit im Home Office zu arbeiten stellt daher nur im kaufmännischen Bereich eine reelle Option dar, in dem nur ein geringer Teil der logistischen Arbeitskräfte tätig ist.

Die Flexibilisierung der Arbeit kann jedoch in einer Form der Entgrenzung von Privatleben und Arbeit auf alle Beschäftigten in der Logistikbranche einwirken. Es existiert seitens der Unternehmen zwar nicht die Erwartungshaltung, dass Beschäftigte auch außerhalb ihrer Arbeitszeiten zu erreichen sind. Dennoch kann das Verschwimmen der Grenze zwischen Arbeit und Freizeit zu individuellen Drucksituationen führen, wenn die Beschäftigten stetig erreichbar sein wollen, um möglichst engagiert zu wirken.

## Fazit

Die Digitalisierung der Logistikbranche ist in Deutschland bereits ziemlich weit vorangeschritten, jedoch auch stark segmentiert. Während sich der Einsatz von digitalen Hilfsmitteln bei kleinen Unternehmen vorwiegend auf die Kommunikation, Handscanner und GPS beschränkt, setzen größere Unternehmen eine Vielzahl von Technologien wie Datenbrillen, Barcode-Scanner und automatisierte Laufbänder mit digitaler Dokumentation und Vermessung ein, um die betrieblichen Arbeitsabläufe zu optimieren. Eine Veränderung der Arbeitsorganisation führt tendenziell auch zu einer Veränderung der Be- und Entlastung der Beschäftigten und wirkt sich somit indirekt auch auf die Gesundheit der Arbeitnehmenden aus.

In den befragten Unternehmen führt die Digitalisierung im Bereich der Zustellung zu einer zwiespältigen Entwicklung der Arbeitsbelastung für die Beschäftigten. Einerseits wird der Stress durch den Zugriff auf alle für die Lieferung relevanten Informationen und durch die Vorgabe der Route reduziert. Andererseits entstehen neue Stressfaktoren, da auch die Kunden Zugriff auf den Status der Zustellung haben und über das voraussichtliche Eintreffen der Lieferung informiert sind. Dies beschränkt die Freiheiten der Zusteller, da nicht mehr die Möglichkeit besteht, Pausen nach eigenem Ermessen zu setzen oder anderen persönlichen Bedürfnissen nachzugehen.

In den gewerblichen Arbeitsbereichen der befragten Unternehmen dient die Einführung digitaler Hilfsmittel vorwiegend der effizienteren Arbeitsgestaltung, beispielsweise beim Vermessen und Sortieren. Die körperlich fordernden Tätigkeiten werden hingegen aufgrund fehlender technischer Lösungen weiterhin händisch von den Angestellten ausgeführt. Eine gesundheitliche Entlastung der gewerblichen Mitarbeitenden ist daher durch die Digitalisierung nicht festzustellen.

Aktuell werden in den befragten Großunternehmen weitere innovative Technologien wie Exoskelette und autonome Fahrzeuge erprobt, welche die Effizienz der Arbeit steigern und die Belastung der Beschäftigten senken sollen. Die rechtlichen Vorgaben erschweren zum jetzigen Zeitpunkt allerdings den Einsatz einiger dieser digitalen Hilfsmittel, daher muss für eine flächendeckende Einführung zunächst die juristische Grundlage geschaffen werden.

Der Einsatz von neuen Technologien beschränkt sich in den befragten Unternehmen der Logistikbranche bislang auf die Gestaltung der Arbeitsprozesse, daher wirkt sich die Digitalisierung auf die gesundheitliche Be- und Entlastung der Beschäftigten nur indirekt aus. Instrumente der Gesundheit 4.0 wie Gesundheitsplattformen und Wearables, welche eine gezielte Förderung der Gesundheit von Beschäftigten anvisieren, finden bislang keine Verwendung. Stattdessen nutzen die befragten Unternehmen traditionelle Maßnahmen wie ergonomische Schulungen und Fitnessprogramme zur Förderung der Gesundheit ihrer Beschäftigten. Das Potential der Digitalisierung zur direkten Förderung der Gesundheit von Mitarbeitenden wird in den befragten Unternehmen bislang nicht genutzt.

Unternehmen bieten kaufmännischen Beschäftigten immer häufiger an, ihre Arbeitszeiten individueller zu gestalten oder auch im Home Office ihren Aufgaben nachzugehen, und ermöglichen so eine Flexibilisierung der Arbeit. Allerdings betreffen die flexibleren Arbeitsstrukturen in der Logistikbranche nur einen kleinen Teil der Belegschaft. Die Gefahr einer Entgrenzung der Arbeit durch die Flexibilisierung wird von den befragten Unternehmensvertretungen unterschiedlich betrachtet. Der erklärten Absicht, eine Ausweitung der Arbeit in

die Freizeit möglichst zu vermeiden, steht die Vorstellung, dass die Digitalisierung unvermeidbar und quasi natürlich zu einer Entgrenzung der Arbeit beitrage, gegenüber.

Das Ergebnis der vorliegenden Pilot-Studie beruht allerdings lediglich auf der Befragung von vier Unternehmen. Um verlässliche und repräsentative Ergebnisse zu erzielen, sind weiterführende Forschungen notwendig.

## Literatur

Kaiser, L. & D. Matusiewicz, 2017: Effekte der Digitalisierung auf das Betriebliche Gesundheitsmanagement (BGM). S. 1–36 in: D. Matusiewicz & L. Kaiser (Hrsg.), Digitales Betriebliches Gesundheitsmanagement. Theorie und Praxis. Wiesbaden: Springer.

Matusiewicz, D., 2019: Gesunde Arbeitswelt der Zukunft. S. 289–302 in: B. Hermeier & Heupel, Thomas, Fichter-Rosada, Sabine (Hrsg.), Arbeitswelten der Zukunft. Wie die Digitalisierung unsere Arbeitsplätze und Arbeitsweisen verändert. Wiesbaden: Springer.

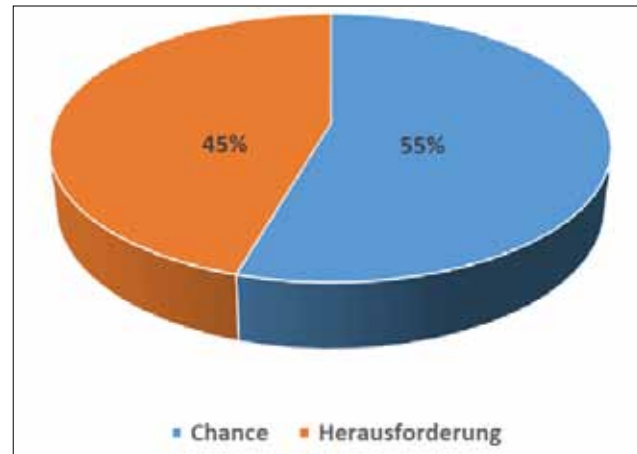
Statistisches Amt der Europäischen Union (Eurostat) (2016): Unternehmensgröße. Europäische Union. Online verfügbar unter [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Enterprise\\_size/de](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Enterprise_size/de), zuletzt aktualisiert am 30.08.2019, zuletzt geprüft am 30.08.2019.



Sarah Noemi Freund

## Weiterbildung zur Digitalisierung in der Logistik

Bedingt durch verschiedene strukturelle und technische Entwicklungen hat sich die Wirtschaft im Laufe der Zeit gewandelt. Zahlreiche neue Lösungen und organisatorische Umgestaltungen verändern die Wirtschaft zunehmend und stellen die Branche vor immer komplexere Anforderungen. Individualisierte und steigende Kundenanforderungen, so zum Beispiel an die Lieferschwwindigkeit, die Zuverlässigkeit der Lieferung, eine höhere Produktvielfalt und eine höhere Prozesstransparenz sowie eine erhöhte Preissensibilität erfordern eine höhere Flexibilisierung und Beschleunigung von Prozessen sowie optimierte Informationsflüsse entlang der gesamten Lieferkette (Seifert 2017, S.46). Parallel zu neuen Anforderungen haben sich technologische Lösungen in den vergangenen Jahren erheblich weiterentwickelt. Neue Technologien halten schrittweise Einzug in viele Unternehmen der Logistikbranche. Manuelle, automatisierte und autonome Prozesse existieren nebeneinander (Smalone 2019). Dies zieht sowohl große Chancen als auch Herausforderungen für die Logistikbranche mit sich. Wie auch viele andere Branchen ist die Logistik einem stets wachsenden Druck ausgesetzt, mit Veränderungen Schritt zu halten und sich an den Wandel anzupassen. Denn nur so kann vermieden werden, in Zukunft von der Konkurrenz überholt oder gar abgehängt zu werden. Diesen Druck bestätigt die im Rahmen des Projektes Pro-DigiLog erhobene Studie „Arbeit und Logistik 2025“. In der Studie wurden 40 Expert/innen interviewt sowie weitere Unternehmen in einer Onlinebefragung befragt. Im Rahmen der Studie wurden die Unternehmen gefragt, welche Gründe sie haben, eine (zukünftige) Digitalisierung in ihrem Unternehmen durchzuführen (Abb. 1). Als Haupttreiber für die Digi-

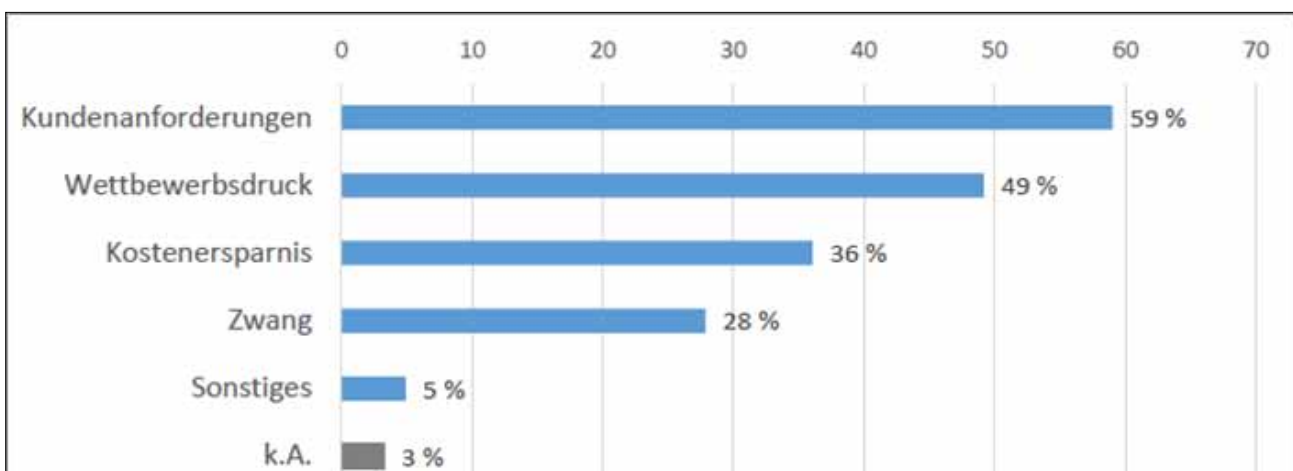


**Abbildung 2: Digitalisierung als Chance oder Herausforderung für Unternehmen? (Schmitz 2018)**

talisierung nannten die befragten Unternehmen dabei überwiegend von außen beeinflusste Faktoren wie Kundenanforderungen (59 Prozent) und Wettbewerbsdruck (49 Prozent). Weiterhin wurde Zwang mit 26 Prozent als viert-wichtigster Grund für Digitalisierung genannt.

Weiterhin zeigt die Studie (Abb. 2), dass etwas mehr als die Hälfte (55 Prozent) der befragten Unternehmen die Digitalisierung zwar als Chance für das eigene Unternehmen empfindet. 58 Prozent der befragten Unternehmen schätzen sich selbst jedoch als wenig oder eher wenig digitalisiert ein. Zudem sehen 45 Prozent, also knapp die Hälfte der Befragten, die Digitalisierung sogar als Herausforderung an.

Außerdem fehlt den Beschäftigten die Weiterbildung für Digitalkompetenz. Hierzu zählen sowohl Kennt-



**Abbildung 1: Welche Gründe motivieren Unternehmen, eine (zukünftige) Digitalisierung in ihrem Unternehmen durchzuführen? (Schmitz 2018)**

nisse, die das richtige Bedienen von technischem Gerät ermöglichen sowie weitergehende Fertigkeiten, die Beschäftigten einen kenntnisreichen, kritischen, kreativen und widerstandsfähigen Umgang mit digitalen Medien ermöglichen (Bundesregierung 2019). Eine Befragung des Marktforschungsinstituts für die Digitalwirtschaft „Bitkom Research“ von 514 Unternehmen mit Logistikprozessen zeigt, dass 74 Prozent die Förderung von Digitalkompetenz für Beschäftigte in der Logistik als wichtig empfinden. 95 Prozent geben an, dass Unternehmen ihre Logistik-Mitarbeiter/innen stärker weiterbilden müssen, um ihnen Digitalkompetenz zu vermitteln. Allerdings wird nur in knapp einem Viertel der Unternehmen der „Großteil der Mitarbeiter/innen“ gezielt weitergebildet. 44 Prozent der Befragten bilden lediglich einzelne Mitarbeiter/innen weiter (Rohleder 2019).

Expertengespräche im Rahmen des Projektes ProDigiLog haben gezeigt, dass sich Unternehmen von dem allgemeinen Digitalisierungstrend überrannt fühlen. Problem dieser Betriebe ist es dabei, einzuordnen, welche neuen Lösungen existent und welche Veränderungen sinnvoll sind. Viele Betriebe wünschen sich einfache und vorgefertigte Lösungen, eine Art allgemeine Digitalisierungslösung mit vorgegebenen Standards, die sie auf ihr Unternehmen anwenden können. Leider ist eine solche Musterlösung für die Logistikbranche nicht umsetzbar, da die Branche strukturell sehr vielfältig ist. Darauf soll im Folgenden näher eingegangen werden.

## Struktur der Logistikbranche

Die Struktur der Logistikbranche zeichnet sich durch eine besonders hohe Vielfalt verschiedener Aufgaben- und Tätigkeitsbereiche aus. Dabei lässt sich die Logistikbranche anhand diverser Kriterien in eine Vielzahl unterschiedlicher Bereiche ordnen. So gliedert zum Beispiel eine vom Statistischen Bundesamt verwendete Klassifikation der Wirtschaftszweige die Branche in die Bereiche „Verkehr“, „Lagerei sowie Erbringung sonstiger Dienstleistungen für den Verkehr“ und den Bereich „Post-, Kurier- und Expressdienste“. Der Bereich „Verkehr“ wird dabei weiterhin untergliedert in Transporte via Landverkehr und Transporte in Rohrfernleitungen (Unterscheidung zwischen der Güterbeförderung im Eisenbahnverkehr und der Güterbeförderung im Straßenverkehr sowie Umzugstransporte), Schifffahrt (Güterbeförderung in der See- und Küstenschifffahrt sowie der Güterbeförderung in der Binnenschifffahrt) und Luftfahrt (Güterbeförderung in der Luftfahrt und Raumtransport). Der Bereich „Lagerei sowie Erbringung sonstiger Dienstleistungen für den Verkehr“ gliedert sich in die Gruppen Lagerei, Frachtumschlag (inkl. Terminals und Häfen) sowie Speditionen, Schiffsmaklerbüros und -agenturen. Weiterhin unterscheidet das Statistische Bundesamt Post-, Kurier- und Expressdienste als eigenen Bereich der Logistikbranche (Destatis 2008).

Unabhängig von den für die Transportleistung verwendeten Verkehrsträgern (Straße, Schiene, Wasser, Luft) lässt sich die Branche darüber hinaus nach funktionalen Aspekten untergliedern. Eine Differenzierung kann sich dabei zum einen anhand der geografischen Reichweite (national, europäisch, global) oder den Logistikfunktionen (Beschaffungs-, Produktions-, Distributions-, Entsorgungslogistik) ergeben. Weiterhin kann sie sich auch an den Branchen der Auftraggeber (Lebensmittel-, Handels-, Automobillogistik etc.) oder der Beschaffenheit beziehungsweise Charakterisierung der Logistikgüter (Gefahrgutlogistik, Tiefkühllogistik, Gas- und Flüssigkeitslogistik) orientieren (Zanker 2018). Weitere Unterscheidungen sind unter anderem nach dem Grad der logistischen Dienstleistung (reiner Transport bis hin zu Kontraktlogistik inklusive nicht logistischer Mehrwertdienstleistungen), der Distributionsform (z.B. Sammelgut, Massen/Schüttgut) sowie weiteren Kriterien möglich.

Die Tätigkeit von Unternehmen kann sich dabei über verschiedene der genannten Bereiche erstrecken und sich individuell ergänzen. Kundenanforderungen, Prozesse, Standards und rechtliche Vorgaben sowie technische Möglichkeiten können dabei je nach Tätigkeiten des Unternehmens stark variieren. So ändern sich auch der jeweilige Bedarf des Digitalisierungsgrads sowie verschiedene Anforderungen an eine Digitalisierung. Lösungen, die in einigen Logistikunternehmen notwendig sind, können in anderen wiederum überflüssig oder gar störend sein.

## Aufbau und Inhalte der Weiterbildung

Aufgrund der nicht vorhandenen Allgemeingültigkeit für die gesamte Logistikbranche und einer fehlenden Digitalisierungs-Musterlösung muss das Digitalisierungswissen der Branchenbeteiligten erhöht werden. So können Unternehmen befähigt werden, Lösungen für den eigenen Betrieb zu identifizieren und entsprechend passende Lösungen eigenständig weiterzuentwickeln. Dies kann mithilfe einer Schulung von Grundlagenwissen und einer Vertiefung bestehender Beispiellösungen oder Best Practices aus verschiedenen Logistikbereichen erreicht werden.

Zudem müssen Betroffenen entsprechende Instrumente an die Hand gegeben werden, die einen Wandlungsprozess in ihrem Unternehmen ermöglichen. Zum Beispiel können mithilfe der richtigen Change Management Methoden die Akzeptanz der Mitarbeiter/-innen und die Qualifizierung der Mitarbeiter/-innen erhöht werden und damit die Herausforderungen des Wandels abgewendet werden.

Im Rahmen des Projektes ProDigiLog wurden der Weiterbildungsbedarf von Logistikunternehmen mithilfe von Expertengesprächen mit Branchenvertretern aus dem kleinen und mittelständischen Bereich in der Stu-

die „Arbeit und Logistik 2025“ ermittelt und analysiert. Darauf aufbauend wurde eine entsprechende Schulung entwickelt, die Logistikunternehmen das notwendige Digitalisierungswissen und geeignete Methoden für einen Wandlungsprozess vermitteln sollen. In Abbildung 3 befindet sich das Programm für die entwickelte Schulung.

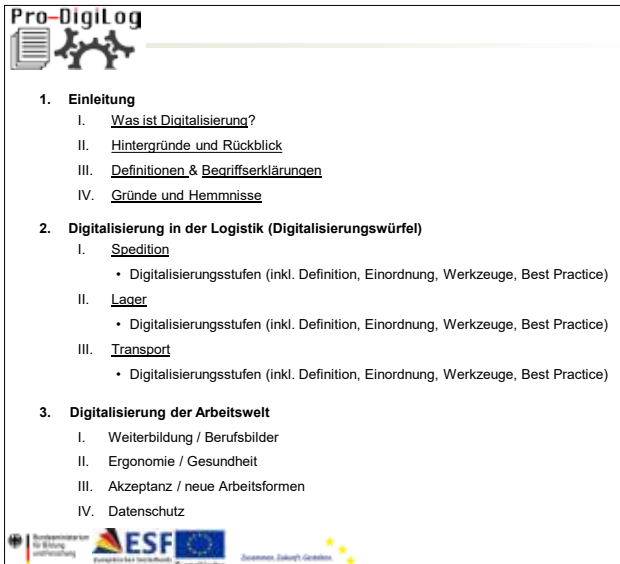


Abbildung 3: Aufbau Schulung (verkürzt dargestellt)

### Grundlagen und Hintergründe

Aufbauend auf der Erkenntnis, dass viele Unternehmen die Begriffe „Digitalisierung“, „Logistik 4.0“, „Industrie 4.0“ etc. zwar bereits gehört haben, sich jedoch vielfach nicht damit identifizieren und keinen Bezug zu ihrem eigenen Unternehmen herstellen können, sollten zu Beginn einer Schulung grundlegende Kenntnisse der Digitalisierung vermittelt werden. Hierzu zählt neben einem allgemeinen Einblick in Hintergründe und Entwicklungen der Digitalisierung auch die Erklärung wichti-

ger Digitalisierungsbegriffe. Was bedeutet „Augmented Reality“ und was hat es mit „Wearables“ auf sich? Zahlreiche Bezeichnungen werden in Fachzeitschriften und -artikeln häufig verwendet, die genaue Bedeutung ist vielen Unternehmen jedoch kein Begriff. Mithilfe eines spielerischen Ansatzes, beispielsweise in Form eines Quiz, können solche Fachbegriffe und Grundbegriffe leicht vermittelt werden. Sie bilden die Grundlage für eine vertiefende Behandlung verschiedenster Digitalisierungsansätze.

Wie zu Beginn aufgezeigt, sieht nur eine knappe Mehrheit der Unternehmen Digitalisierung als Chance, der andere Teil verbindet Digitalisierung mit Hürden. Um Ängste zielgerichtet abzubauen und weitere Chancen aufzuzeigen, sollen in der Schulung Hemmnisse und Gründe für Digitalisierung diskutiert werden. Dabei können sich Kursteilnehmer gegenseitig austauschen und branchenintern unterstützen.

### Digitalisierung in der Logistik

Oft fällt Unternehmen der Bezug zur Digitalisierung in ihrem eigenen Unternehmen schwer. Während zum Teil bereits über Drohnen und autonomes Fahren diskutiert wird, fehlt es vielerorts noch an technischen Lösungen zur Routenoptimierung oder Auftragsannahme. Dabei ist oft unklar, dass Digitalisierung bereits im Kleinen beginnt und eine Entwicklung Schritt für Schritt erfolgen muss. Um den Beteiligten eine bessere Orientierung zur Anwendbarkeit von Digitalisierung zu geben, müssen die unterschiedlichen Stufen und Formen der Digitalisierung in einer Schulung vermittelt werden.

In der im Projekt Pro-DigiLog entwickelten Schulung werden diese Punkte mithilfe eines sogenannten „Digitalisierungswürfels Logistik“ (siehe Abbildung 4) nähergebracht. Zur leichteren Orientierung der Schulungsteilnehmer wird die Logistik in drei übergeordnete

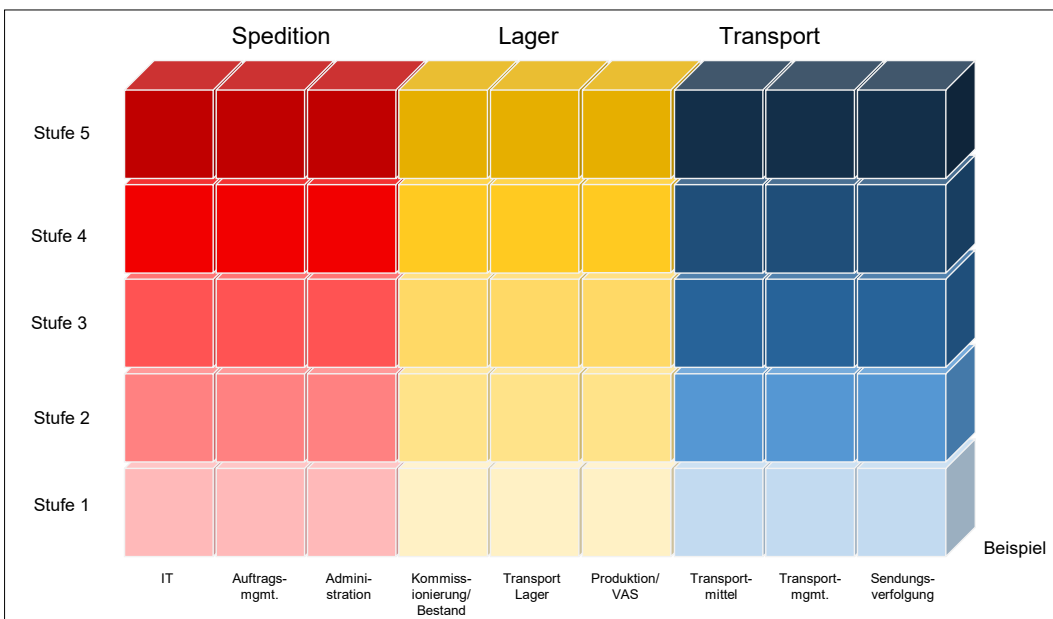


Abbildung 5: Digitalisierungswürfel Logistik

| Lager - Tätigkeitsbereich "Kommissionierung" |   |  |
|--|---|--|
| Stufe  | Definition  | Beispiel   |
| Stufe 1                                      | Die Kommissionierung der Ware erfolgt händisch durch einen Mitarbeiter. Bestände werden manuell/papierbasiert erfasst und dokumentiert. Es erfolgt keine digitale Erfassung.  | Die Datenerfassung erfolgt mithilfe von <i>Lieferscheinen</i> . Stellplätze werden händisch notiert und verwaltet  |
| Stufe 2                                      | Die Kommissionierung der Ware erfolgt händisch durch einen Mitarbeiter. Bestände werden manuell erfasst und anschließend in ein Lagersystem (Software) übertragen.  | Die Datenerfassung erfolgt mithilfe von <i>Lieferscheinen</i> . Daten werden zuerst papierbasiert notiert und anschließend in einem doppelten Schritt in ein System übertragen.  |
| Stufe 3                                      | Die Kommissionierung der Ware erfolgt durch einen Mitarbeiter mit digitaler Unterstützung. Bestände werden papierlos über eine digitale Lagerlogistik erfasst und können ausgewertet werden.  | Kommissionierung und Einlagerung erfolgt mithilfe von Scannern und Pick-by-Technologien (Pick-by-Light, Pick-by-Voice etc.)  |
| Stufe 4                                      | Kommissionierung und Bestandserfassung erfolgen mithilfe digitaler Lagerverwaltung. Daten werden automatisch im System erfasst. Software dient als Unterstützung der Kommissioniertätigkeit.  | Lagerverwaltung mithilfe digitaler Lösungen (Intelligente Behälter, Wearables: Datenhandschuh, Augmented Reality-Brillen) Übergang von verbalen/textlichen Anweisungen zu visuellen Symbolen reduziert die Anforderungen an die sprachlichen Fähigkeiten Automatische Überführung in das Lagersystem |
| Stufe 5                                      | Die Kommissionierung erfolgt autonom mithilfe einer digital gesteuerten Lagerlogistik. Die Lagerverwaltung erfolgt automatisch über Cloud-Lösungen und verbindet die Kommissionierung mit der Bestandserfassung. Daten werden per Smart Data ausgewertet. | Flurförderzeuge und führerlose Transportfahrzeuge übernehmen (automatisierte) Transporte in Lager- und Distributionssystemen Flexibilität und Robustheit erhöhen   |

**Tabelle 1: Digitalisierungsstufen am Beispiel "Kommissionierung"**

Tätigkeitsbereiche herunter gebrochen. Eine Gliederung der Tätigkeiten erfolgt in die Gruppen „Spedition“, „Lager“ und „Transport“.

Dabei zählen zu dem Feld „Spedition“ grundlegende Bereiche wie die IT-Infrastruktur, das Auftragsmanagement und die Administration, die jeden Logistikbetrieb betreffen. Der Punkt „Lager“ umfasst die Bereiche Kommissionierung/Bestandsmanagement, Transportsysteme im Lager sowie Produktions-/Value-Added-Services. Die Kategorie „Transport“ enthält die Bereiche Transportmittel, Transportmanagement sowie Sendungsverfolgung. Für jeden der genannten Bereiche werden fünf Entwicklungsstufen der Digitalisierung vorgestellt. Dabei spiegelt die unterste Stufe (Stufe 1) einen nicht, beziehungsweise kaum digitalisierten Arbeitsvorgang wider. Stufe 5 hingegen beschreibt einen voll digitalisierten Arbeitsprozess. Die Stufen 2 bis 4

veranschaulichen schrittweise die jeweiligen Entwicklungsstufen je Tätigkeit.<sup>1</sup> Jede Stufe wird in der Schulung definiert und durch Beispiele entsprechender Werkzeuge dargestellt. Tabelle 1 veranschaulicht dies anhand des Tätigkeitsbereiches „Kommissionierung“. Für den Tätigkeitsbereich werden 5 Digitalisierungsstufen erklärt. So wird zum Beispiel als gering/kaum digitalisierter Arbeitsvorgang (Stufe 1) des Bereiches Kommissionierung folgender definiert: „Die Kommissionierung der Ware erfolgt händisch durch einen/r Mitarbeiter/in. Bestände werden manuell/papierbasiert erfasst und dokumentiert. Es erfolgt keine digitale Erfassung.“ Ergänzend wird ein Werkzeug genannt, das in der Praxis in Stufe 1 angewandt werden kann: So können unter anderem Daten per Lieferschein erfasst und Stellplätze und Bestände

<sup>1</sup> Das Modell baut auf einem Reifegradmodell auf, dass der VSL NRW gemeinsam mit der Firma innowise GmbH im Projekt Logistik & Arbeit entwickelt hat. Das Projekt wird vom Landes NRW und dem Europäischen Sozialfonds gefördert.



händisch auf Papierlisten erfasst werden. Stufe 5 des Tätigkeitsbereiches hingegen definiert einen voll digitalisierten Arbeitsprozess, der wie folgt beschrieben wird: „Die Kommissionierung erfolgt autonom mithilfe einer digital gesteuerten Lagerlogistik. Die Lagerverwaltung erfolgt automatisch über Cloud-Lösungen und verbindet die Kommissionierung mit der Bestanderfassung. Daten werden per Smart Data ausgewertet.“ Als Werkzeuge einer solchen Entwicklungsstufe können unter anderem führerlose Transportsysteme genutzt werden. Weitere Stufen des Tätigkeitsbereiches Kommissionierung werden in Tabelle 1 dargestellt.

Zur Vertiefung und besseren Übertragbarkeit auf die Unternehmen werden darüber hinaus je Tätigkeitsbereich einige Best Practices aus der Branche vorgestellt. Beispiel einer solchen Best Practice für Stufe 5 des Tätigkeitsbereiches „Kommissionierung“ ist die Einführung einer robotergestützten Kommissionierung, des sogenannten „Stargate&Carry“- Systems, bei der BLG Logistics Group am Standort Frankfurt:

Im Jahr 2015 wurde das System von einer klassischen Mann-zur-Ware-Kommissionierung auf eine Ware-zum-Mann-Kommissionierung umgestellt. Dabei werden mithilfe von 75 autonomen Kommissionier-Robotern (Carry) Regale von bis zu 600 Kilogramm durch das Lager zu zentralen Kommissionierplätzen (Stargates) bewegt. An fünf festen Arbeitsplätzen wird die Ware durch Mitarbeiter/innen aus den Regalen entnommen und kommissioniert. Eine Pick-by-Light-Anlage kennzeichnet hierbei das Fach, in dem die Ware liegt. Ein Bildschirm zeigt zur Unterstützung der Mitarbeiter/innen zusätzlich eine schematische Abbildung des Regals an (Raveling 2016).

Ebenso wird retournierte Ware aus dem Wareneingang an den Stargates wieder in Regale eingelagert. Hierfür wird die Ware per Scan mit dem entsprechenden Fach verheiratet. Die jeweiligen Gewichte der Artikel sind in den Stammdaten hinterlegt. So berechnet das System immer das aktuelle Gewicht des Regals und schließt eine Überladung aus. Durch Einführung der digitalen Lösung sind in dem Unternehmen Gehwege entfallen und die Ergonomie und Effizienz der Prozesse konnten gesteigert werden. Zudem konnte die Flexibilität im Lager erhöht und Fehler reduziert werden. Das Konzept des Unternehmens zur Retourenabwicklung erhielt 2015 den Deutschen Logistik-Preis (DVZ Redaktion 2015).

Mithilfe des „Digitalisierungswürfels Logistik“ ergibt sich Teilnehmern der Schulung ein weites Bild unterschiedlicher Digitalisierungsformen und -stufen in der Logistik. Dabei erhalten sie eine Übersicht über potenzielle Digitalisierungslösungen. Die Vorstellung der verschiedenen Reifegrade nach Tätigkeitsbereich gibt Unternehmen darüber hinaus die Möglichkeit, sich selbst in die verschiedenen Stufen einzuordnen und potenzielle Weiterentwicklungen für ihr Unternehmen zu

identifizieren. Dies kann unter anderem dazu beitragen, Hemmnisse des Digitalisierungsprozess zu reduzieren.

## **Bedeutung für die Arbeitswelt**

Neben direkten Einflüssen auf Unternehmensprozesse hat die Digitalisierung einen großen Einfluss auf die Arbeit der Mitarbeiter/-innen. Dabei zieht die Einführung von Digitalisierung neben organisatorischen und technischen Veränderungen viele weitere Folgen mit sich. Im Rahmen der im Projekt Pro-DigiLog entwickelten Studie wird daher die Bedeutung von Digitalisierung auf die Arbeitswelt vertiefend behandelt. Hierzu werden vier wichtige Einflussfaktoren der Digitalisierung identifiziert. Für die Schulung liegt das Augenmerk auf den Punkten „Weiterbildung“, „Ergonomie/Gesundheit“, „Akzeptanz“ und „Datenschutz“: Der Einsatz verschiedenster Systeme zur Unterstützung der logistischen Abläufe erfordert eine Anpassung der Qualifikationen von Mitarbeitern/-innen im gewerblichen und kaufmännischen Bereich. Um den zukünftigen Herausforderungen gewachsen zu sein, ist es wichtig, entsprechende Kompetenzen zu entwickeln und eine kontinuierliche Weiterbildung voranzutreiben.

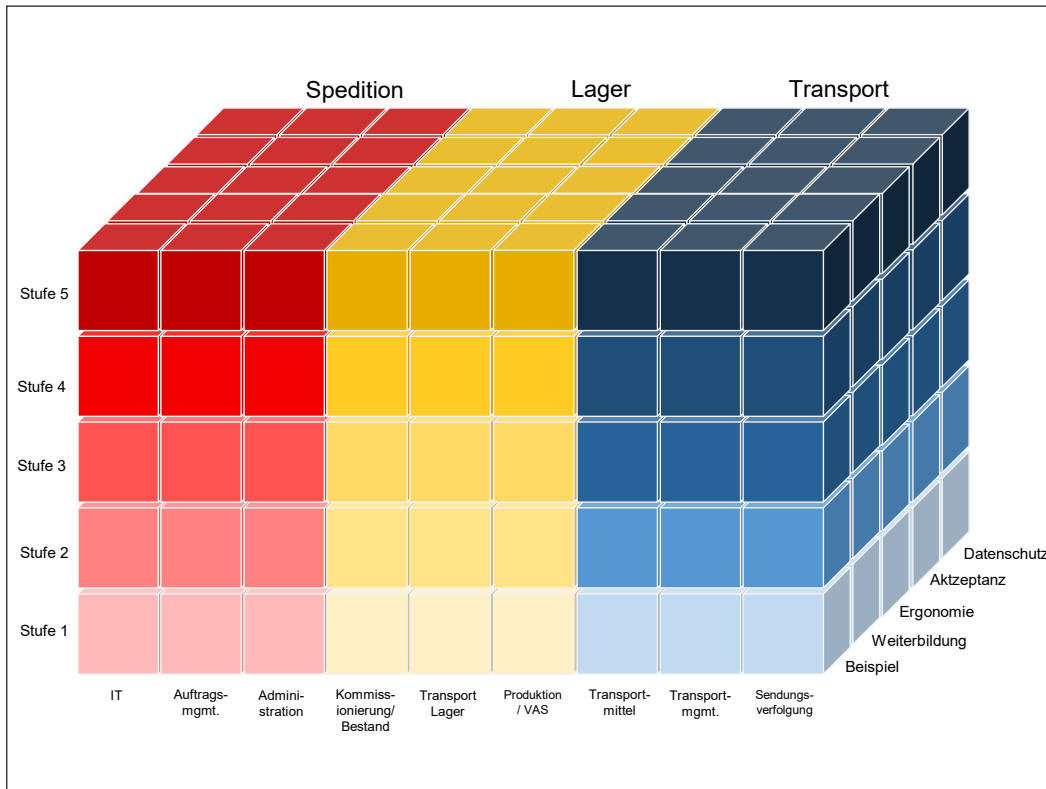
Ebenso hat Digitalisierung eine direkte Wirkung auf die körperliche Belastung von Arbeitskräften. Die Einführung physischer und digitaler Assistenzsysteme bietet zum einen die Chance, ergonomisch bessere Arbeit zu gestalten. Zum anderen können durch Digitalisierung neue ergonomische Risiken entstehen. Weiterhin erfordert die Einführung neuer Systeme und Technologien die Akzeptanz aller Beteiligten. Zusätzlich wird durch Digitalisierung von Prozessen und neue Datenmengen der Punkt Datenschutz immer wichtiger.

Mithilfe des Digitalisierungswürfels (Abb. 6) werden in der Schulung je Tätigkeitsbereich die vier verschiedenen Faktoren analysiert und diskutiert.

## **Change Management**

Wer den Übergang in die Logistik 4.0 schaffen möchte, muss sich Veränderungen stellen und bereit sein, das eigene Unternehmen inklusive Strukturen und Prozessen zu überdenken. Das kann nur funktionieren, wenn alle Mitarbeiter/-innen an einem Strang ziehen und die Veränderungen leben. Für diesen Schritt bedarf es eines professionellen Change Managements. Wichtig für Unternehmen ist es dabei, im Rahmen einer Weiterbildung zu lernen, wie Digitalisierung erfolgreich im Unternehmen integriert werden kann.

Die Studie „Arbeit und Logistik 2025“ zeigt, dass ein großes Hemmnis für Digitalisierung die Akzeptanz der eigenen Mitarbeiter/-innen ist. Neben Kostenfaktoren, Datenschutz und fachlichen Hürden wird der Punkt mit 36 Prozent als dritt wichtigster genannt (Schmitz 2018).

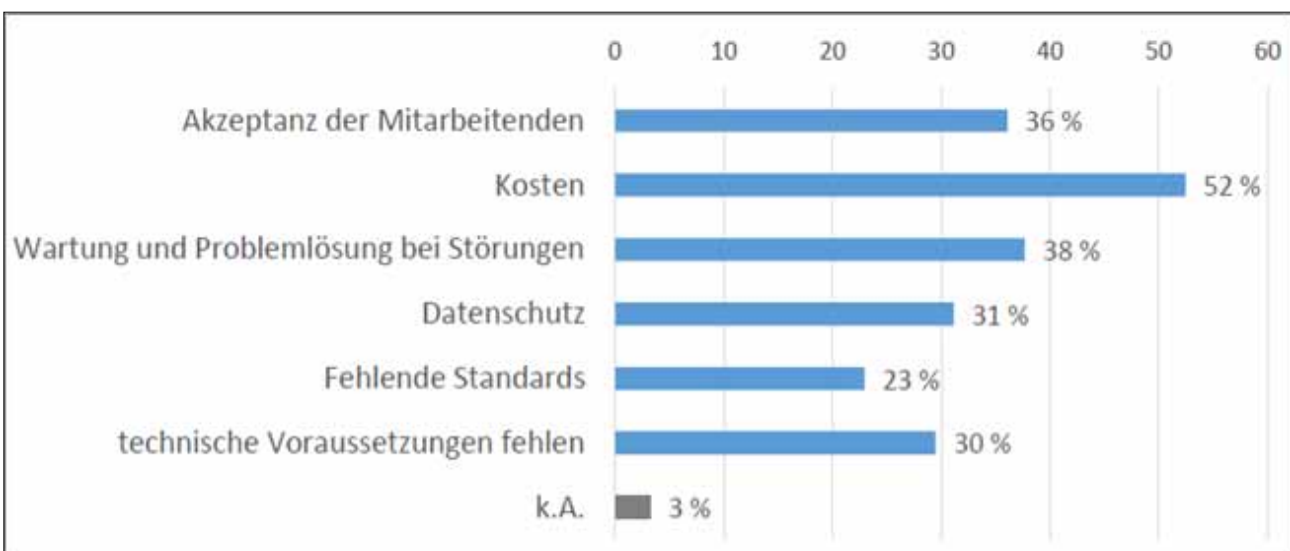


**Abbildung 6:**  
**Digitalisierungswürfel Logistik inkl. Begleitfaktoren**

Zahlen der Unternehmensberatung smapone unterstützen diese Aussage. Dem Unternehmen zufolge, wirken nur etwa 20 Prozent aller Mitarbeiter/innen unterstützend bei einem Wandel. Etwa 60 Prozent agieren eher zögerlich auf Veränderungen. 20 Prozent der Belegschaft versuchen sogar, den Wandel zu umgehen und an ihren gewohnten Arbeitsstrukturen festzuhalten. Aufgabe des Change Managements ist es daher, Gegner umzustimmen und Ängste vor der Veränderung zu nehmen (Schwarz 2019). Dabei lässt sich Akzeptanz der Mitarbeiter/innen mit Hilfe des richtigen Change Managements deutlich steigern.

Im Rahmen der im Projekt entwickelten Schulung wird das Thema Change Management daher vertiefend behandelt. Hierbei werden verschiedene Modelle des Change Managements vorgestellt und anhand praktischer Beispiele erläutert. Beispiele hierfür sind die Modelle nach Kurt Lewin und John P. Kotter. (Siehe Abbildungen 8 und 9)

Jeder Wandlungsprozess beginnt dabei mit einer entsprechenden Vorbereitung und Planung. Bestehende Probleme im Unternehmen müssen identifiziert und ein führendes Change Team eingesetzt werden. In der ausschlaggebenden Phase der Implementierung geht es



**Abbildung 7: Welche Hemmnisse gibt es, die einen Einfluss auf die Digitalisierung in Unternehmen haben?**

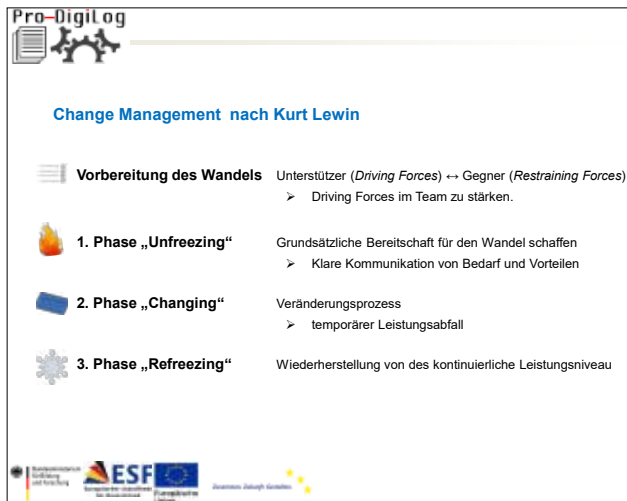


Abbildung 8: Change Management nach Kurt Lewin



Abb. 9: Change Management nach John P. Kotter

schließlich darum, Mitarbeiter/innen davon zu überzeugen, dass die Veränderung langfristig viele Vorteile mit sich bringt.

Die digitale Transformation lässt sich, auch in der Logistikbranche nicht aufhalten und stellt ganze Geschäftsmodelle auf den Kopf. Wer den Sprung in die Industrie 4.0 schaffen möchte, muss sich den Veränderungen daher stellen, agile Lösungen finden und bereit sein, Strukturen, Prozesse und Verhaltensweisen zu überdenken. Die Herausforderung liegt darin, geeignete Veränderungen zu identifizieren und zu beginnen (ebenda).

### Weiteres Vorgehen

Die im Projekt Pro-DigiLog entwickelte Schulung richtet sich an Geschäftsführer, Führungskräfte und leitende Angestellte aus Unternehmen der Logistikbranche. Die Schulung wurde auf Grundlage der Ergebnisse der Studie „Arbeit und Logistik 2025“, mithilfe von Recherchen sowie aufbauend auf Expertengesprächen mit Branchenvertretern aus dem kleinen und mittelständischen Bereich konzipiert. Vorgesehen ist es, das Schulungskonzept im Rahmen des Projektes zu testen und weiterzuentwickeln. Um das Konzept passgenau an die Bedürfnisse der Branche anzupassen, werden dazu weitere Veranstaltungen durchgeführt und Erprobungen in Unternehmen vorgenommen. So sollen Rückmeldungen reflektiert und die Schulung kontinuierlich optimiert werden.

### Literatur

Bundesregierung (2019): Digitales Deutschland – Monitoring zur Digitalkompetenz der Bevölkerung <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/digitales-deutschland-monitoring-zur-digitalkompetenz-der-bevoelkerung-1587482>

Destatis (2008) Klassifikation der Wirtschaftszweige, S.119ff

DVZ Redaktion (2015): Mit Carry zum Stargate, DVZ.de <https://www.dvz.de/rubriken/logistik/detail/news/mit-carry-zum-stargate.html>, 29. Oktober 2015

Raveling, J. (2016): BLG LOGISTICS hat einiges auf Lager – zum Beispiel eines der modernsten Kommissioniersysteme Europas, WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH

<https://www.wfb-bremen.de/de/page/stories/digitalisierung-industrie40/blg-logistics-hat-einiges-auf-lager-zum-beispiel-eines-der-modernsten-kommissioniersysteme-europas>, 19.07.2016

Rohleder, Dr. B. (2019): bitkom „Digitalisierung der Logistik“, S.11f

Schmitz, A. (2018): Arbeit und Logistik 2025, S.16

Schwarz, T. (2019): Erfolgreiches Change Management in Zeiten der Digitalisierung <https://www.smapone.com/blog/details/erfolgreiches-change-management-in-zeiten-der-digitalisierung/>, 20. Februar 2019

VSL NRW/ innowise GmbH (2019): Projekt „Logistik & Arbeit 4.0“: Reifegradmodell Logistikunternehmen. Das Projekt wird vom Landes NRW und dem Europäischen Sozialfonds gefördert.

Zanker, C. (2018): Hans Böckler Stiftung, BRANCHENANALYSE LOGISTIK Nr. 390, S.13 ff



Ulrich Eul

## Ergonomie als Bestandteil gesunder Arbeit in der Prozessoptimierung

### Kurze Geschichte und Grundlagen der Ergonomie

Bereits 1857 stellte W. Jastrzebowski fest: „Ergonomie ist ein wissenschaftlicher Ansatz, damit wir aus diesem Leben die besten Früchte bei der geringsten Anstrengung mit der höchsten Befriedigung für das eigene und für das allgemeine Wohl ziehen.“

Doch diese Erkenntnis ging für lange Zeit unter. Während der Weltkriege war es wichtiger, die Arbeitnehmer produktiver arbeiten zu lassen und begrenzte menschliche Ressourcen ideal und effektiv zu nutzen. Doch inzwischen sind Gesundheit, Sicherheit, Digitalisierung und die Mensch-Maschine-Interaktion Schlagworte der Ergonomie. Arbeitnehmerrechte, humane Arbeitskonzepte, neue Technologien und Vorsorgekonzepte verlangen ein Weiterdenken (Weboptimierung Bock 2020).

Das Arbeitsschutzgesetz und die Lastenhandhabungsverordnung fordern eine routinemäßige Beurteilung der Arbeitsbedingungen und des Arbeitnehmereinsatzes. Das Ziel der Ergonomie ist, eine optimale Anpassung der Arbeitsumgebung, Maschinen und Geräte an menschliche Bedürfnisse zu finden.

Das Heben und Tragen von Lasten zählt dabei zu den Belastungsarten, auf die der menschliche Körper nur ungenügend eingerichtet ist. So führen Hebe- und Tragearbeiten zu vorzeitigen Abnutzungserscheinungen des Stütz- und Bewegungsapparates, die sich in Form von Rückenbeschwerden äußern können.

Seit langem forschen u. a. das Fraunhofer Institut oder die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) mit verschiedenen Partnern an der Entwicklung von Lösungen zur ergonomischen Gestaltung des Arbeitsplatzes. Um arbeitsbedingte Erkrankungen zu bekämpfen, hat die BAuA die KoBRA-Methode zur Erfassung der Belastung des Muskel-Skelett-Systems sowie verschiedene Leitmerkmal-Methoden (LMM) entwickelt. Diese beinhalten zum Beispiel die Bewertung von manuellen Arbeitsprozessen, Heben-Tragen-Halten oder Ziehen-Schieben von Lasten, was mit Hilfe von Formblättern in der Industrie Anwendung findet (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2020).

Im Zuge der Digitalisierung soll nun die Möglichkeit geschaffen werden, die ergonomische Betrachtung von Arbeitsvorgängen digital auszuwerten. Hier steht speziell die Logistik im Vordergrund. Denn laut Forschung

des Fraunhofer Instituts gehören logistische Systeme zu den Vorreitern von Industrie 4.0. „Aufgrund der kürzeren Lebensdauer von Produkten [...] muss die Logistik reagieren, was eine immer stärkere Informationsdurchdringung und Digitalisierung der Prozesse erfordert. Mit der Digitalisierung geht ein Wechsel in der Interaktion zwischen Mensch, Technik und Arbeitsumgebung einher.“ Gemäß Fraunhofer-Institut müssen intelligente Assistenzsysteme in die Arbeitsprozesse integriert werden (Ten Hompel et al. 2017).

### Umsetzung der Projektanforderungen TimeStudy T1

TimeStudy nimmt als Software- und Beratungsunternehmen seit langem Prozessoptimierungen über die Auswertung von Zeitaufnahmen und Videoanalysen vor. Doch eine ganzheitlich durchdachte Prozessoptimierung muss auch den Menschen einschließen. Deshalb arbeitet TimeStudy im Zuge des Projekts „Gesundheitsförderliche Arbeitsgestaltung für digitalisierte Dispositions- und Dokumentationsaufgaben in der Logistik“ an der Erfassung der ergonomischen Belastung von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern mit modernen Hilfsmitteln. Analysiert wird sowohl die körperliche als auch die digitale (informatrische) Belastung.

Das Projekt zielt darauf, Instrumente und Managementkonzepte zu entwickeln, die den Unternehmen dabei helfen, ihre Logistikprozesse im Zuge der Digitalisierung so zu optimieren, dass die Arbeit nicht nur optimal zu gestalten, sondern auch zu leisten ist. Die Gesundheit der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter steht im Vordergrund. Das neue Beratungskonzept von TimeStudy nimmt ergänzend zur reinen Prozessoptimierung die menschliche Belastung in den Fokus und die vorhandene Software wird um diese Komponente ergänzt. Dabei kann für diverse Analysen auf eine gemeinsame Datenbank zugegriffen werden. Immer jedoch unter dem Gesichtspunkt der Wahrung und Sicherung von Datenschutzaspekten.

Die Frage, die sich also stellt, lautet: Wie können Dispositions- und Dokumentationsprozesse im Zuge der Digitalisierung für den Menschen verbessert werden?

Die ergonomische Bewertung ist direkt mit der TimeStudy T1 Videoanalyse verknüpft. Für die Bewertung werden die bei der Videoanalyse definierten Prozessschritte genutzt, indem dazu die Belastungsparameter im Dropdown-Menü ausgewählt werden. Das kann



1. Auswahl des Prozessschrittes, zu dem die Ergonomische Bewertung durchgeführt werden soll.
2. Auswahl der Option „Ergonomie“ im Reiter der Videoanalyse.

Abbildung 1: Bewertungsmaske Ergonomie

nach der Videoaufnahme gemeinsam im Team oder auch im Büro des Beratungsunternehmens geschehen.<sup>1</sup>

TimeStudy nutzt die bereits von der BAuA entwickelten Methoden, zum einen „die Leitmerkmalmethode – LMM“ und zum anderen „KoBRA – die Methode zur Erfassung der Belastung des Muskel-Skelett-Systems“ und verknüpft sie mit der Prozessanalyse. Man stellt im Menü ein, nach welcher Methode – KoBRA, der Leitmerkmal-Methode „Ziehen-Schieben“, „Heben-Tragen-Halten“ (HTH) oder „Manuelle Arbeitsprozesse“ (MA) man die Ergonomie-Bewertung durchführen möchte.

1 Nähere Informationen finden Sie auf der Homepage der TimeStudy GmbH

### Kurzbeschreibung der unterschiedlichen Ergonomie-Module (LMM, LMM-HTH, LMM-MA, KoBRA)

#### Leitmerkmalmethode – LMM

Bei der klassischen Leitmerkmalmethode (LMM) wird die Arbeitsbelastung über fünf Leitmerkmale dokumentiert:

- Zeit/Häufigkeit
- Zu bewegende Masse/Flurförderfahrzeuge
- Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit
- Körperhaltung und
- Ausführungsbedingungen

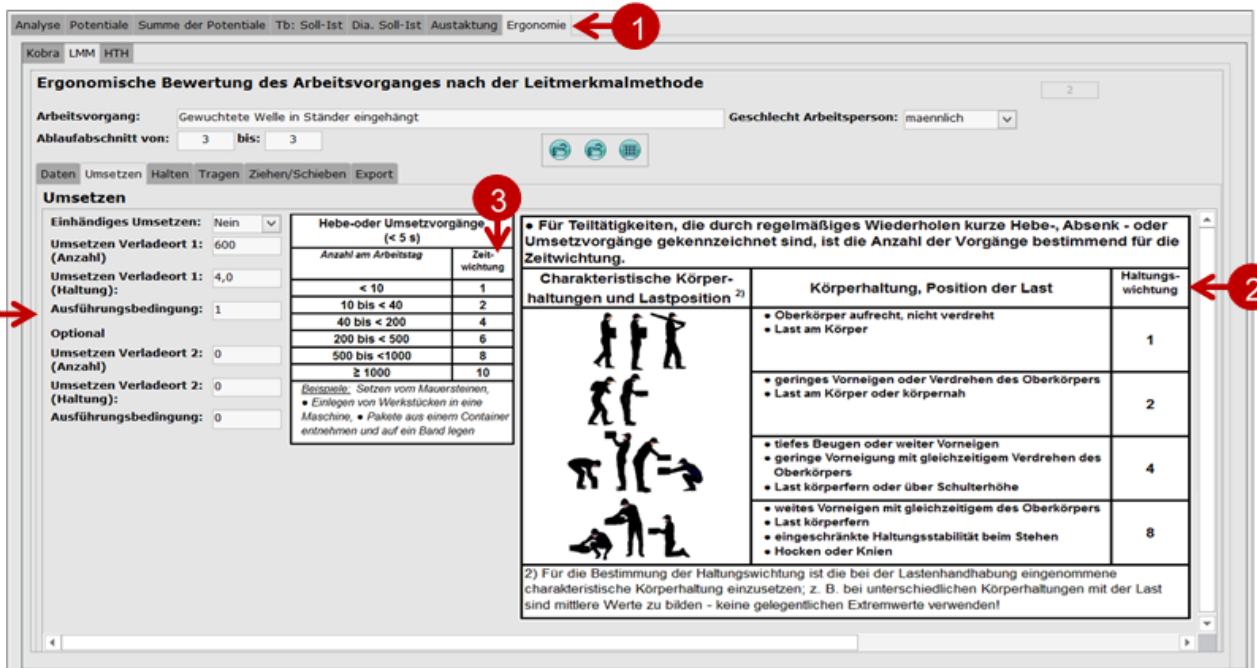


Abbildung 2: Ergonomische Bewertung des Arbeitsvorgangs nach der Leitmerkmalmethode

| Multiple-Lasten-Tool                                |  |                             |   |                           |              |                          |               |                          |   |                                  |   |                                    |
|---|--|-----------------------------|---|---------------------------|--------------|--------------------------|---------------|--------------------------|---|----------------------------------|---|------------------------------------|
| Werkzeug zur Bewertung multipler Lastenhandhabungen |  |                             |   |                           |              |                          |               |                          |   |                                  |   |                                    |
| Werk:   |  | Kostensstelle:              |   | Geschlecht Arbeitsperson: |              | männlich                 |               | Analytiker               |   |                                  |   |                                    |
| Bereich:  |  | Tätigkeit:                  |   | Datum:                    |              |                          |               |                          |   |                                  |   |                                    |
| <b>Risikobewertung</b>                              |  | <b>Gesamt-<br/>ergebnis</b> | = | <b>Umsetzen</b>           | +            | <b>Halten<br/>&gt;5s</b> | +             | <b>Tragen<br/>&gt;5m</b> | + | <b>Ziehen<br/>Schleiben kurz</b> | + | <b>Ziehen<br/>Schleiben &gt;5m</b> |
|   |  | 48,5                        |   | 47,0                      |              | 1,5                      |               | 0,0                      |   | 0,0                              |   | 0,0                                |
| <b>Einstufungshilfen</b>                            |  |                             |   | Anzahl gesamt             | Dauer gesamt | Strecke gesamt           | Anzahl gesamt | Strecke gesamt           |   |                                  |   |                                    |
|   |  |                             |   | 1900                      | 10,0 Min     | 0 Meter                  | 0             | 0 Meter                  |   |                                  |   |                                    |
| <b>Anmerkungen</b>                                  |  |                             |   |                           |              |                          |               |                          |   |                                  |   |                                    |
|   |  |                             |   |                           |              |                          |               |                          |   |                                  |   |                                    |

| Daten    |                                    | Gewicht                  | Umsetzen         |                |                    | Optional               |                           |                    | Halten                 |                     |                | Tragen              |                    |                     | Ziehen / Schleiben |                   |                    |                     |                   |                   |                    |                        |   |      |
|----------|------------------------------------|--------------------------|------------------|----------------|--------------------|------------------------|---------------------------|--------------------|------------------------|---------------------|----------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------------|---|------|
| Teilnr.  | Behälter / Wagen / Transportmittel | Verwendungsart / Station | Lastgewicht [kg] | ein-<br>händig | Umsetzen<br>Anzahl | Verladort 1<br>Halbtag | Ausführungs-<br>bedingung | Umsetzen<br>Anzahl | Verladort 2<br>Halbtag | Ausführ-<br>beding. | ein-<br>händig | Halten >5s<br>[sec] | Körper-<br>haltung | Ausführ-<br>beding. | ein-<br>händig     | Tragen >5m<br>[m] | Körper-<br>haltung | Ausführ-<br>beding. | ZS kurz<br>Anzahl | ZS lang<br>Anzahl | Körper-<br>haltung | Wagen LKR<br>Leitrolle |   |      |
| 11190004 | Ständer für Rollen                 | Welle einhängen          | 2,5              | Rein           | 500                | 4,0                    | 1                         | 0                  | 0,0                    | 0                   | Rein           | 0                   | 0,0                | 0                   | Rein               | 0,0               | 0,0                | 0                   | 0                 | 0,0               | 0,0                | 0                      | 0 | Rein |
| 11190004 | Wagen                              | Welle aufhängen          | 2,5              | Rein           | 500                | 4,0                    | 1                         | 0                  | 0,0                    | 0                   | Rein           | 0                   | 0,0                | 0                   | Rein               | 0,0               | 0,0                | 0                   | 0                 | 0,0               | 0,0                | 0                      | 0 | Rein |
| 11190004 | Wagen                              | Wagenzeit                | 2,5              | Rein           | 0                  | 0,0                    | 0                         | 0                  | 0,0                    | 0                   | Rein           | 500                 | 1,0                | 1                   | Rein               | 0,0               | 0,0                | 0                   | 0                 | 0,0               | 0,0                | 0                      | 0 | Rein |
| 11190004 | Wagen                              | Welle abhängen           | 2,5              | Rein           | 500                | 1,0                    | 0                         | 0                  | 0,0                    | 0                   | Rein           | 0                   | 0,0                | 0                   | Rein               | 0,0               | 0,0                | 0                   | 0                 | 0,0               | 0,0                | 0                      | 0 | Rein |

Version 1.4 © IAD 2010  
Entwurf zur allgemeinen  
Praxistestung

entwickelt im Rahmen von  
**KoBRA**

gefördert durch  
Bundministerium  
für Arbeit und Soziales

finanziell begleitet durch  
**Saua:**  
Serviceagentur für Arbeitsschutz  
und Arbeitswissenschaft

Abbildung 3: Ergebnisbericht: Leitmerkmalmethode LMM

**Ergonomie: Leitmerkmalmethode Beurteilung von Heben, Halten, Tragen**

Arbeitsvorgang: Gewuchtete Welle in Ständer eingehängt

Ablaufabschnitt von: 4 bis: 4

**1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte auswählen)**

| Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s) |                                       | Halten (> 5 s)            |                             | Tragen (> 5 m)          |                             |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Anzahl am Arbeitstag              | Zeitwichtung                          | Gesamtdauer am Arbeitstag | Zeitwichtung                | Gesamtweg am Arbeitstag | Zeitwichtung                |
| < 10                              | 1 <input type="checkbox"/>            | < 5 min                   | 1 <input type="checkbox"/>  | < 300 m                 | 1 <input type="checkbox"/>  |
| 10 bis < 40                       | 2 <input type="checkbox"/>            | 5 bis < 15 min            | 2 <input type="checkbox"/>  | 300 m bis < 1 Km        | 2 <input type="checkbox"/>  |
| 40 bis < 200                      | 4 <input type="checkbox"/>            | 15 min bis < 1 Stunde     | 4 <input type="checkbox"/>  | 1 Km bis < 4 Km         | 4 <input type="checkbox"/>  |
| 200 bis < 500                     | 6 <input type="checkbox"/>            | 1 Stunde bis < 2 Stunden  | 6 <input type="checkbox"/>  | 4 bis < 8 Km            | 6 <input type="checkbox"/>  |
| 500 bis < 1000                    | 8 <input checked="" type="checkbox"/> | 2 Stunden bis < 4 Stunden | 8 <input type="checkbox"/>  | 8 bis < 16 Km           | 8 <input type="checkbox"/>  |
| ≥ 1000                            | 10 <input type="checkbox"/>           | ≥ 4 Stunden               | 10 <input type="checkbox"/> | ≥ 16 Km                 | 10 <input type="checkbox"/> |

*Beispiele:* Setzen vom Mauersteinen, Einlegen von Werkstücken in eine Maschine, Pakete aus einem Container entnehmen und auf ein Band legen

*Beispiele:* Halten und Führen eines Gussrohrlings bei der Bearbeitung an einem Schleifbock, Halten einer Handschleifmaschine, Führen einer Motorsense

*Beispiele:* Möbeltransport, Tragen von Gerüstteilen vom LKW zum Aufstellort

- Darstellung des ausgewählten Prozessschrittes zu dem die Beurteilung durchgeführt wird.
- Im 1. Schritt der HTH-Methode wird die Zeitwichtung der Belastung des Mitarbeiters bestimmt
- Die weibliche Person hat laut der Ausgangssituation in einer Schicht ca. 720 Wellen in den Ablageständer einzuhängen.
- Klick auf die linke Schaltfläche: Öffnen eines PDF-Dokuments mit ergänzenden Informationen zur Beurteilung von Heben, Halten, Tragen. Klick auf die rechte Schaltfläche: Ausgabe des Ergebnisberichtes
- Darstellung von Beispieltexen, die die Auswahl erleichtern sollen

Abbildung 4: Beurteilung von Heben, Halten, Tragen

**Ergonomie: Leitmerkmalmethode Beurteilung von Heben, Halten, Tragen**

Arbeitsvorgang: Gewuchtete Welle in Ständer eingehängt

Ablaufabschnitt von: 4 bis: 4

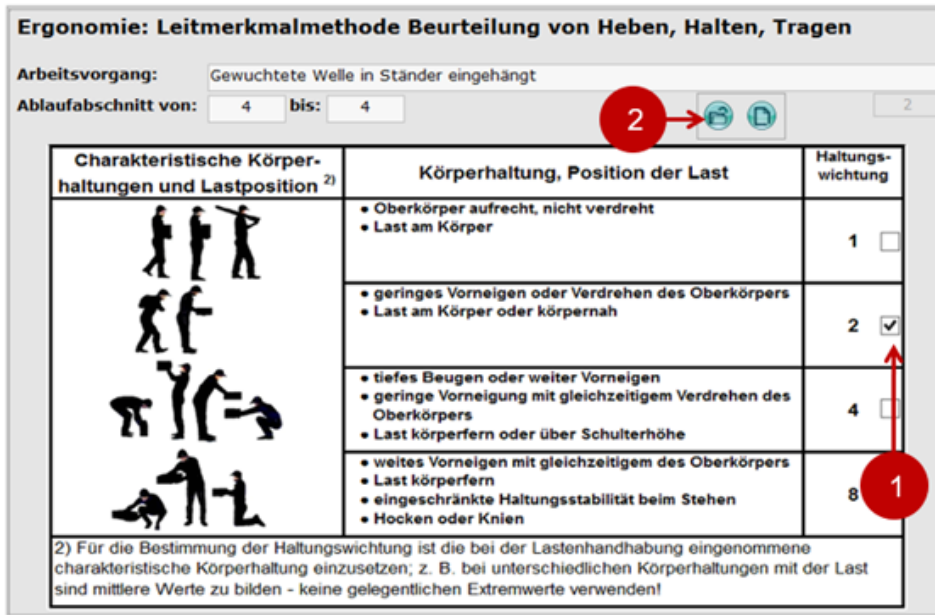
**2. Schritt: Bestimmung der Wichtung von Last, Haltung und Ausführungsbedingung**

| Wirksame Last <sup>1)</sup> für Männer | Lastwichtung                | Wirksame Last <sup>1)</sup> für Frauen | Lastwichtung                          |
|--|-----------------------------|--|---------------------------------------|
| < 10 kg                                | 1 <input type="checkbox"/>  | < 5 kg                                 | 1 <input checked="" type="checkbox"/> |
| 10 bis < 20 kg                         | 2 <input type="checkbox"/>  | 5 bis < 10 kg                          | 2 <input type="checkbox"/>            |
| 20 bis < 30 kg                         | 4 <input type="checkbox"/>  | 10 bis < 15 kg                         | 4 <input type="checkbox"/>            |
| 30 bis < 40 kg                         | 7 <input type="checkbox"/>  | 15 bis < 25 kg                         | 7 <input type="checkbox"/>            |
| ≥ 40 kg                                | 25 <input type="checkbox"/> | ≥ 25 kg                                | 25 <input type="checkbox"/>           |

Mit der "wirksamen Last" ist die Gewichtskraft bzw. Zug-/Druckkraft gemeint, die der Beschäftigte tatsächlich bei der Lastenhandhabung ausgleichen muss. Sie entspricht nicht immer der Lastmasse. Beim Kippen eines Kartons wirken nur etwa 50 %, bei der Verwendung einer Schub- oder Sackkarre nur 10 % der Lastmasse

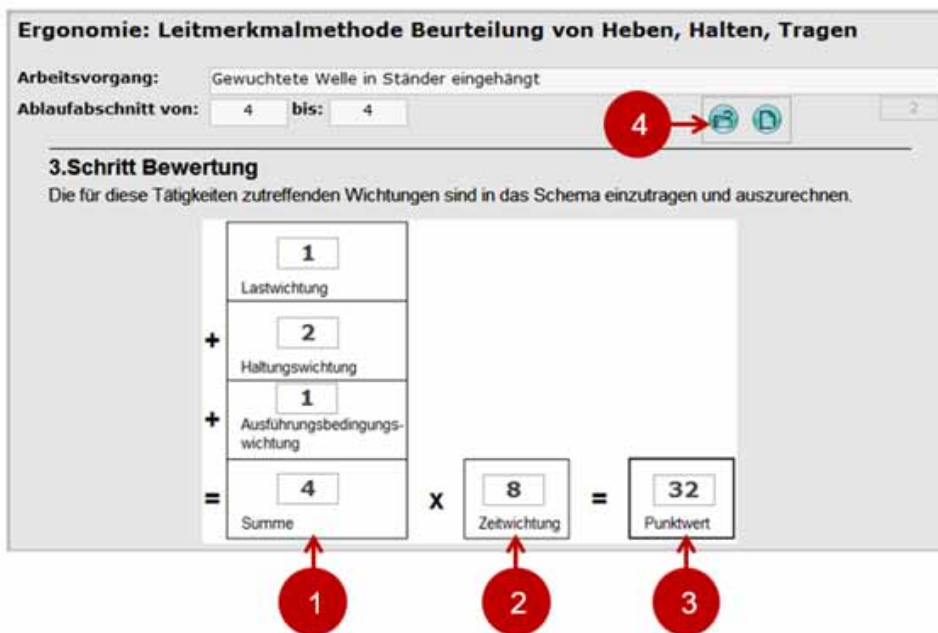
- Auswahl/Beurteilung der Lastwichtung in Abhängigkeit des Geschlechtes
- Weitere Informationen erhalten Sie durch einen Klick auf die linke Schaltfläche: Öffnen eines PDF-Dokuments mit ergänzenden Informationen zur Beurteilung von Heben, Halten, Tragen

Abbildung 5: Beurteilung von Heben, Halten, Tragen



1. Auswahl/Beurteilung der Haltungswichtung in Abhängigkeit der Körperhaltung und Lastposition.
2. Hier erhalten Sie weitere Hilfe/Informationen.

Abbildung 6: Beurteilung von Heben, Halten, Tragen



1. Darstellung der Bewertung. Hier werden die erreichten Punktzahlen aus dem vorherigen Schritt dargestellt.
2. Die Zeitwichtung als wesentlicher Multiplikator wurde im 1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung festgelegt
3. Im Gesamtergebnis wurde ein Punktwert von 32 Punkten berechnet.
4. Hier erhalten Sie weitere Hilfe/Informationen.

Abbildung 1: Beurteilung von Heben, Halten, Tragen

Im TimeStudy T1-System (s. Abb 1) sind die entsprechenden Maskendialoge im Ergonomie Modul (1) für die Erfassung der Daten der fünf Leitmerkmale hinterlegt. Über die Auswahl und Zuordnung verschiedener Gewichtungsfaktoren (2,3) werden die Grunddaten (4) für die Berechnung der Arbeitsbelastung nach der Leitmerkmalmethode festgelegt.

In gleicher Weise werden die Gewichtungsfaktoren für das Halten, Tragen und Ziehen/Schieben in den entsprechenden Eingabemasken hinterlegt. In diesem Beispiel möchten wir nicht weiter auf die einzelnen Maskendialoge eingehen, da wir die nachfolgenden Leitmerkmalmethoden Heben-Tragen-Halten (HTH) und manuelle Arbeitsprozesse (LMM MA) detaillierter beschreiben.

Im Ergebnisbericht wird aus den definierten Leitmerkmalen ein Risikowert berechnet, der Werte von 3 bis ca. 100 annehmen kann. Dabei gelten die Werte bis 25 als praktisch sicher, Werte oberhalb 50 als stark risikobehaftet.

### Leitmerkmalmethode - Heben-Tragen-Halten (HTH)

Die körperliche Belastung und das Gesundheitsrisiko beim Heben und Tragen von Lasten wird anhand von vier Leitmerkmalen analysiert:



**Ergonomie: Leitmerkmalmethode Beurteilung von Heben, Halten, Tragen**

Arbeitsvorgang: Gewuchtete Welle in Ständer eingehängt

Ablaufabschnitt von: 4 bis: 4

| Ausführungsbedingungen   | Ausf.-wichtung                        |
|--|---------------------------------------|
| Gute ergonomische Bedingungen, z. B. ausreichender Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen  | 0 <input type="checkbox"/>            |
| Einschränkung der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z. B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5m <sup>2</sup> eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt) | 1 <input checked="" type="checkbox"/> |
| Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z. B. Patienten-transfer)  | 2 <input type="checkbox"/>            |

1. Auswahl/Beurteilung der Ausführungsbedingungen in Abhängigkeit des zur Verfügung stehenden Platzes, der Bewegungsfreiheit und anderen Einflussgrößen.

2. Hier erhalten Sie weitere Hilfe/Informationen.

Abbildung 8: Beurteilung von Heben, Halten, Tragen

**Ergonomie: Leitmerkmalmethode Beurteilung von Heben, Halten, Tragen**

Arbeitsvorgang: Gewuchtete Welle in Ständer eingehängt

Ablaufabschnitt von: 4 bis: 4

**3. Schritt Bewertung**  
Die für diese Tätigkeiten zutreffenden Wichtungen sind in das Schema einzutragen und auszurechnen.

| Risikobereich                         | Punktwert   | Beschreibung  |
|---------------------------------------|-------------|---|
| 1 <input type="checkbox"/>            | < 10        | Geringe Belastung. Gesundheitgefährdung durch körperliche Überbeanspruchung ist unwahrscheinlich  |
| 2 <input type="checkbox"/>            | 10 bis < 25 | Erhöhte Belastung, eine körperliche Überbeanspruchung ist bei vermindert belastbaren Personen <sup>4)</sup> möglich. Für diesen Personenkreis sind Gestaltungsmaßnahmen sinnvoll. |
| 3 <input checked="" type="checkbox"/> | 25 bis < 50 | Wesentlich erhöhte Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastbare Personen möglich. Gestaltungsmaßnahmen sind angezeigt. <sup>5)</sup>                   |
| 4 <input type="checkbox"/>            | ≥ 50        | Hohe Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist wahrscheinlich. Gestaltungsmaßnahmen sind erforderlich. <sup>5)</sup>   |

3) Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass mit steigenden Punktwerten die Belastung des Muskel-Skelett-System zunimmt. Die Grenzen zwischen den Risikobereichen sind aufgrund der individuellen Arbeitstechniken und Leistungsvoraussetzungen fließend. Damit darf die Einstufung nur als Orientierungshilfe verstanden werden.  
 4) Vermindert belastbare Personen sind in diesem Zusammenhang Beschäftigte, die älter als 40 Jahre oder jünger als 21 Jahre alt, Neulinge im Beruf oder durch Erkrankungen leistungsgemindert sind.  
 5) Gestaltungsanforderungen lassen sich anhand der Punktwerte der Tabellen ermitteln. Durch Gewichtsverminderung, Verbesserung der Ausführungsbedingungen oder Verringerung der Belastungszeiten können Belastungen vermieden werden.

1. Im 3. Schritt findet die Bewertung statt. Auf Basis der berechneten Gesamtpunktzahl von in diesem Beispiel 32 Punkten, wird eine Beschreibung zum Risikobereich dargestellt. In diesem Beispiel findet eine wesentlich erhöhte Belastung statt und es werden Gestaltungsmaßnahmen empfohlen.

2. Hier erhalten Sie weitere Hilfe/Informationen.

Abbildung 9: Beurteilung von Heben, Halten, Tragen

- Zeitdauer/Häufigkeit (wie häufig?, wie lange?)
- Lastgewicht (getrennt nach Frauen und Männern)
- Körperhaltung (z. B. tiefes Beugen, Oberkörper verdreht, ...)
- Ausführungsbedingungen (z. B. unpassende Höhen, nicht ausreichend Platz, ...)

Anschließend werden die festgestellten Werte zum Lastgewicht, zur Körperhaltung und zu den Ausführungsbedingungen mit der Zeitdauer multipliziert und man erhält einen Punktwert anhand dessen eine Bewertung vorgenommen wird.

*Leitmerkmalmethode - Manuelle Arbeitsprozesse (LMM MA)*

Bei der Bewertung des manuellen Arbeitsprozesses wird zusätzlich noch z. B. die Greifbedingung, Hand-/Armstellung, Art der Kraftausübung etc. gewichtet.

*Leitmerkmalmethode - Ziehen und Schieben von Lasten*

Bei der Leitmerkmal-Methode „Ziehen-Schieben“ ist das Transportmedium sowie die Anforderungen an die

**Ergonomie: Leitmerkmalmethode zur Erfassung von Belastungen bei manuellen Arbeitsprozessen**

Arbeitsvorgang: 2 Scharniere montieren  
 Ablaufabschnitt von: 4 bis: 4

**2. Schritt: Bestimmung der Wichtigungen von Art der Kraftausübung, Greifbedingungen, Arbeitsorganisation, Ausführungsbedingungen, Körperhaltung und Hand-/Armstellung und -bewegung**

| Art der Kraftausübung(en) im Finger-Handbereich  | Halten                             |       |      |     |     |     | Bewegen  |       |       |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--|------------------------------------|-------|------|-----|-----|-----|--|-------|-------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  | mittl. Haltezeit [Sek. pro Minute] |       |      |     |     |     | mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute] |       |       |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  | 00-31                              | 32-16 | 15-4 | <4  | <1  | 1-4 | 5-15   | 16-30 | 31-60 | >60 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>Sehr geringe Kräfte</b><br>z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen  | 2                                  | 1     | 0,5  | 0   | 0   | 0,5 | 1  | 2     | 3     | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <b>Geringe Kräfte</b><br>z.B. Materialführung / Einlegen   | 3                                  | 1,5   | 1    | 0   | 0   | 1   | 1,5  | 3     | 5     | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <b>Mittlere Kräfte</b><br>z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen  | 5                                  | 2     | 1    | 0   | 0,5 | 1   | 2  | 5     | 8     | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <b>Hohe Kräfte</b><br>z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Einbrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen | 8                                  | 4     | 2    | 0,5 | 1   | 2   | 4  | 8     | 13    | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <b>Sehr hohe Kräfte</b><br>z.B. Kraftbetriebs Schneiden / Arbeit mit kleinen Tackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen  | 12                                 | 6     | 3    | 1   | 1   | 3   | 6  | 12    | 21    | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <b>Spitzenkräfte</b><br>z.B. Schrauben anziehen, üben / Trennen / Einbrücken / Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust  | 19                                 | 9     | 4    | 1   | 2   | 4   | 9  | 19    | 33    | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  | -                                  | -     | -    | 1   | 1   | 3   | 6  | 12    | 21    | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Wichtigungen der Kraftausübung: Linke Hand: 1, Rechte Hand: 1

Hand-/Armstellung und -bewegung: 1

1. Auswahl/Beurteilung der Wichtigung von Art der Körperhaltung, Greifbedingungen, Arbeitsorganisation, Ausführungsbedingungen, Körperhaltung in Abhängigkeit der linken und rechten Hand.
2. Weitere Informationen erhalten Sie durch einen Klick auf die linke Schaltfläche: Öffnen eines PDF-Dokuments mit ergänzenden Informationen zur Erfassung von Belastungen bei manuellen Arbeitsprozessen
3. Ergebnis der Beurteilung zur Wichtigung der Kraftausübung

Abbildung 10: Leitmerkmalmethode zur Erfassung von Belastungen bei manuellen Arbeitsprozessen

Kobra: LMM: HTH LMM-MA

**Ergonomie: Leitmerkmalmethode zur Erfassung von Belastungen bei manuellen Arbeitsprozessen**

Arbeitsvorgang: 2 Scharniere montieren  
 Ablaufabschnitt von: 4 bis: 4

**Hand-/Armstellung und -bewegung**

| Hand-/Armstellung und -bewegung   | Wichtig                             |
|---|-------------------------------------|
| <b>Gut:</b> Stellung oder Bewegungen der Gelenke im mittleren (entspannten) Bereich / nur selten Abweichungen   | <input type="checkbox"/>            |
| <b>Eingeschränkt:</b> gelegentliche Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche   | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <b>Ungünstig:</b> häufige Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche   | <input type="checkbox"/>            |
| <b>Schlecht:</b> ständige Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche / lang dauerndes statisches Halten der Arme ohne Hand-/Arm-Abstützung | <input type="checkbox"/>            |

1. Auswahl/Beurteilung der Wichtigung in Abhängigkeit der Hand-/Armstellung und -bewegung.
2. Hier erhalten Sie weitere Hilfe/ Informationen.

Abbildung 11: Leitmerkmalmethode zur Erfassung von Belastungen bei manuellen Arbeitsprozessen

**Bewertung der Tätigkeit nach charakteristischen Belastungsfaktoren**

Zutreffendes ankreuzen (Markierung mehrerer Zellen möglich)

|  |   | Zeitanteil / Dauer (% oder Stunden einer Schicht) / Häufigkeit pro Schicht |                          |                          |                          |                          |                                     |
|--|---|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
|  |   | selten/gelegentlich  | zeitweise                | häufig                   | überwiegend              | ständig                  |                                     |
| I. Arbeitsschwere  |   |  |                          |                          |                          |                          |                                     |
| Lasten <sup>1</sup><br>Kräfte<br>ab 3kg/30N                          | Überwiegend Männer  | 3 - 5 [kg] / 30 - 50 [N]   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
|  | Überwiegend Frauen  | >5 - 10 [kg] / 50 - 100 [N]  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
|  |   | >10 - 15 [kg] / 100 - 150 [N]  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
|  |   | >15 - 20 [kg] / 150 - 200 [N]  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
|  |   | >20 - 25 [kg] / 200 - 250 [N]  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
|  |   | >25 [kg] / >250 [N]  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| II. Arbeitsform  |   |  |                          |                          |                          |                          |                                     |
| Beine<br>(Untere Extremitäten)                                       | Erzwingenes, bewegungsarmes Sitzen oder Stehen                    | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                     |
|  | Hocken, Knien <sup>2</sup>  | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                     |
|  | Steigen, Klettern (z. B. auf Leiter)                              | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                     |
| Rücken<br>(Wirbelsäule)  | Bücken / nach vorn gebeugt ( 20° - 60° )                          | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                     |
|  | Bücken / stark nach vorn gebeugt ( > 60° )                        | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                     |
| Schulter/<br>Oberarm<br>(Obere Extremitäten)                         | Verdrehung und/oder seitliche Neigung des Rumpfes ( > 20° )       | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                     |
|  | Anheben des Oberarms im Schultergelenk >60° zur Seite/nach vorn   | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                     |
| Unterarm/<br>Hand/Finger<br>(Obere Extremitäten)                     | Anheben des Oberarms im Schultergelenk >90° (über Schullerniveau) | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                     |
|  | Arbeiten über Kopf (auch: Arbeiten im Liegen)                     | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                     |
|  | Bewegungen mittlerer Häufigkeit (10-20 Aktionen/min)              | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                     |
|  |   | Bewegungen hoher Häufigkeit (20-25 Aktionen/min)                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                     |
|  |   | Bewegungen sehr hoher Häufigkeit (25-30 Aktionen/min)                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                     |
| III. Arbeitsbedingungen <sup>3</sup>                                 |   |  |                          |                          |                          |                          |                                     |
| Ungünstige Umgebungsbedingungen (extreme Hitze, Kälte, Feuchtigkeit) |   | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                     |
| Eingeschränkte Zugänglichkeit  |   | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                     |

Das Ankreuzen der jeweiligen Felder erfolgt automatisch anhand der Auswertungsergebnisse.

Abbildung 12: KoBRA-Methode

## Übersicht von Anbieter zu Prozessanalysen

Übersicht zur Darstellung von Softwareanbietern mit und ohne Ergonomie-Analyse

| Anbieter       | Methodenauswahl |     |           |                    | URL   |
|----------------|-----------------|-----|-----------|--------------------|---|
|                | REFA            | MTM | Ergonomie | Videounterstützung |   |
| Avix           | N               | J   | J         | J                  | <a href="https://www.avix.eu">https://www.avix.eu</a>                                   |
| Drigus         | J               | N   | N         | J                  | <a href="https://www.drigus.de/">https://www.drigus.de/</a>                             |
| Mitterhauser   | J               | J   | N         | J                  | <a href="http://mitterhauser.com">http://mitterhauser.com</a>                           |
| Ortim          | J               | J   | N         | J                  | <a href="https://www.dmc-group.com/dmc-ortim/">https://www.dmc-group.com/dmc-ortim/</a> |
| TimeStudy GmbH | J               | J   | J         | J                  | <a href="http://www.timestudy.de">www.timestudy.de</a>                                  |
| MTM            | N               | J   | J         | N                  | <a href="https://www.dnrtm.com/">https://www.dnrtm.com/</a>                             |

Positioniergenauigkeit der bewegten Last für die ergonomische Bewertung wichtig. Ansonsten erfolgt die Bewertung wie für „Heben-Tragen-Halten“ beschrieben.

### KoBRA - Methode

Das multiple Lasten-Tool, die KoBRA-Methode, wird angewandt, wenn eine Kombination aus Umsetzen, Heben, Tragen, Ziehen und Schieben den Schwerpunkt darstellt. Das Tool erlaubt die ergonomische Bewertung von Arbeitsplätzen, an denen verschiedene Gewichte in unterschiedlichen Körperhaltungen zu bewegen sind (z. B. bei der Materialbereitstellung, Montage- oder Verpackung).

Für jede bewegte Last trägt man die entsprechenden Leitmerkmale der Lastenhandhabung ein, z. B. Lastgewicht Dauer oder beim Ziehen oder Schieben die Anforderungen an die Positioniergenauigkeit. Daraus ermittelt sich, wie bei der Leitmerkmal-Methode, der Risikowert.

### Vergleich der Softwareanbieter, die sich mit dem Thema der Prozessanalyse beschäftigen

Eine Analyse über die in Deutschland sesshaften Anbieter von Softwaresystemen zum Thema der Erfassung und Auswertung von Zeitwirtschaft- und Prozessanalysen hat ergeben, dass es keine weiteren Anbieter außer der TimeStudy GmbH gibt, die eine integrierte Lösung zur Beurteilung und Berechnung der Arbeitsbelastung des Menschen im Arbeitsprozess anbieten.

### Schlussbemerkung

Sowohl die Leitmerkmalmethoden als auch das multiple Lasten-Tool erlauben das Erkennen von Gestaltungsnotwendigkeiten. Sie dienen zur Vorbereitung von Präventionsmaßnahmen im Betrieb und beteiligen die betroffenen Personen am Verbesserungsprozess.

Langfristig ist das Ziel, eine Simulationsumgebung zu schaffen, die ergonomische Analysen schon bei der Gestaltung der Materialfluss- und Montagesysteme ermöglicht. Durch die Abbildung der Informationsflüsse ist es möglich, die informatorische Belastung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu erfassen.

### Literatur

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2020): [https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Neue-Technologien-und-Arbeitsformen/Digitale-Ergonomie/\\_functions/BereichsPublikationssuche\\_Formular.html?sortOrder=score+asc](https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Neue-Technologien-und-Arbeitsformen/Digitale-Ergonomie/_functions/BereichsPublikationssuche_Formular.html?sortOrder=score+asc)

Ten Hompel, Michael/ Henke, Michael/ Clausen, Uwe (2017): Whitepaper. Kognitive Ergonomie in der Intralogistik. In: Future Challenges in Logistics and Supply Chain Management. Nr. 2, 2017.

Weboptimierung Bock (2020): <https://www.ergonomie-am-arbeitsplatz-24.de/geschichte/>



Dagmar Wäscher

## Die Entwicklung der Kurier-, Express- und Paketdienste (KEP) und die Rolle der Digitalisierung

Aktuell steht die KEP-Branche auf zweierlei Art und Weise im Zentrum politischer Diskurse:

1. Die Branche boomt. Durch die Veränderung des Einkaufsverhaltens über das Internet hat die Zahl der Paketzustellungen deutlich zugenommen. Dies hat gravierende Folgen für den Verkehr, den Einzelhandel, die Struktur der Innenstädte und Nebenzentren.
2. Gleichzeitig sind die Arbeitsbedingungen in der Branche in die Kritik geraten. Die Gewerkschaft ver.di spricht von „zum Teil mafiösen Strukturen“, die sich in der Paketbranche etabliert hätten. Der Bundesverband Paket und Expresslogistik (BIEK) spricht dagegen von einer „pauschalen medialen und politischen Verurteilung“ der Branche.

Hintergrund ist die Struktur der Branche. Beherrscht wird sie mittlerweile von einigen wenigen international agierenden Konzernen. Die Auslieferung der Pakete geschieht in der Regel dann aber durch Subunternehmen und deren Fahrer.

- Im folgenden Beitrag wird zunächst die Geschichte der KEP-Branche skizziert.
- Im Anschluss daran wird gezeigt, wie die Digitalisierung die Struktur der Branche, die Beziehungen von Unternehmen zu Sub-Unternehmen und die Arbeitsbedingungen der Fahrer verändert.
- Abschließend folgen Gedanken, welche Änderungen nötig wären, um in diesem Branchensegment die Bedingungen für gute und gesunde Arbeitsverhältnisse zu schaffen.

Autorin des Beitrags ist Dagmar Wäscher. Sie war bis vor kurzem selber über 30 Jahre Subunternehmerin für einen großen KEP-Dienstleister. 25 Jahre lang war sie Vorsitzende des Bundesverbandes der Transportunternehmen (BVT), ein Zusammenschluss von Subunternehmen in der Logistik.

### Die Entwicklung

Die privaten Paketdienste starteten in den 70er Jahren. Der Deutsche Paket Dienst (DPD) wurde gegründet und das amerikanische Unternehmen United Parcel Service (UPS) kam auf den deutschen Markt, wobei UPS bereits auf eine lange Erfahrung zurückblicken konnte, weil dieses Unternehmen bereits 1907 in Amerika gegründet wurde. Der DPD, ein Zusammenschluss mittelständischer deutscher Spediteure, betrat mit der Gründung dieses Paketdienstes absolutes Neuland. Erst Mitte 1989 startete German Parcel auch als Zusammenschluss mittelständischer Spediteure.

Die internationalen Expressdienste, wie Thomas Nationwide Transport (besser bekannt unter TNT), Federal Express (FedEx) und DHL, starteten mit ihren ersten Niederlassungen in Deutschland fast zeitgleich mit den Paketdiensten. Im Gegensatz zu Paketdiensten sichern Expressdienste feste Zustellzeiten und kurze Laufzeiten zu, in der Regel eine 24 Stunden-Zustellung. (Heute

gibt es diese Unterscheidung nicht mehr, weil die Paketdienste ihre Dienstleistungsportfolios erweitert haben.)

Obwohl die Kurierdienste auf eine lange Tradition zurückblicken können - Kuriere besser gesagt Boten gibt es seit Menschen kommunizieren -, boomte dieser Teil der schnellen Branche erst in den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts. Die großen KEP-Dienste hatten sich auf das Standardgeschäft konzentriert, so dass sich Marktlücken für die innovativen Kurierdienste auftaten. In der Regel handelt es sich hier um kleine Unternehmen, die Spezialtransporte vom Kunden direkt zum Empfänger transportieren.

### Schnelle Expandierung

Die KEP-Dienste expandierten sehr schnell und konnten über viele Jahre Zuwachsraten im zweistelligen Prozentbereich verzeichnen. Dieses Wachstum war überwiegend durch zwei Bedingungen möglich:

Die vorhandenen Transportsysteme, wie z.B. Post und Speditionen waren unflexibel, um nicht zu sagen behäbig.

Aufgrund veränderter Herstellungsprozesse (Just-in-time) und einer darauf resultierenden reduzierten Lagerhaltung wurden neue Anforderungen seitens der Wirtschaft an die Transportunternehmen gestellt.

Das produzierende Gewerbe konzentrierte sich zunehmend auf seine Kernkompetenzen. Die Lagerbestände wurden fast ganz bzw. auf ein Minimum reduziert, um das darin gebundene Kapital anderweitig zur Verfügung zu haben und somit Produktionskosten zu senken. Die Just-in-time-Produktion wurde geboren. Hierdurch erhöhte sich der Bedarf an Transporten von kleinteiligen Sendungen zu fest definierten Zeiten und die Lieferhäufigkeit nahm rapide zu. Aufgrund der schnellen Liefer- und Nachliefermöglichkeiten reduzierte auch der Handel seine Lagerkapazitäten, so dass sich das Transportvolumen weiter erhöhte.

### **Viele Transportdienstleister konnten nicht mithalten**

Die auf dem Markt etablierten Anbieter von Transportleistungen konnten dieser veränderten Nachfrage aufgrund ihrer systembedingten Schwächen, wie lange Laufzeiten und fehlende Planbarkeit, nicht gerecht werden. Dies war die Sternstunde bzw. waren die Sternstunden (die Entwicklung hielt eine ganze Zeit an) der KEP-Dienstleister, denn sie waren in der Lage die Anforderungen der sich verändernden Wirtschaft aufgrund ihrer hohen Flexibilität und der bereits existierenden Transportnetze zu erfüllen. Hierzu gehörten:

- kleinteilige Transporte mit einer hohen Sendungsfrequenz,
- eine hohe Zustelldichte,
- planbare Laufzeiten,
- Serviceleistungen aufgrund höherwertiger Güter und damit verbundenen Sicherheitsanforderungen,
- individuelle Dienstleistungen und
- europa- und weltweite Transporte.

Die neuen Dienstleistungen trafen genau auf die strukturellen Veränderungen in Industrie und Handel. Die Nachfrage nach schnellen, verlässlichen, pünktlichen und kundenspezifisch angepassten Logistikdienstleistungen stieg rasant an. Das wirtschaftliche Zusammenwachsen Europas, die deutsche Wiedervereinigung sowie die Öffnung Mittel- und Osteuropas sorgten für einen weiteren Wachstumsschub bis weit in die neunziger Jahre.

### **Die Weiterentwicklung**

Im letzten Jahrzehnt des vergangenen Jahrhunderts entwickelten die KEP-Dienstleister ihr Produkt- und

Dienstleistungsspektrum stetig weiter. Sie bieten ihren Kunden neben der grundlegenden Serviceleistung, der Haus-zu-Haus-Zustellung, mittlerweile logistische Komplettlösungen für fast jede Problemstellung.

Das Produktportfolio der größeren KEP-Dienstleister entwickelte sich fast so rasant wie die Branche selbst. Sie stehen ihren Kunden als Partner zur Seite und schnüren speziell auf Kundenbedürfnisse zugeschnittene Dienstleistungspakete.

Im Zuge zunehmender Globalisierung wird die Anbindung an Weltmärkte zum entscheidenden Wettbewerbsfaktor für Industrie und Handel. Dies wiederum hat transportbedingte Konsequenzen. Auch hier konnten die Kunden von Angeboten der KEP-Dienste profitieren. Bereits in den 90er Jahren waren Tendenzen zu europaweiten Vernetzungen der KEP-Dienstleister auszumachen. Dieser Trend hat sich fortgesetzt, so dass die meisten heute europaweite Transporte anbieten und die Großen natürlich weltweite.

### **Ein kurzes Ende des Booms**

Mitte der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts sind bei den Kurierdiensten deutliche Stagnationstendenzen wahrzunehmen. Aufgrund ihrer Unternehmensstruktur (überwiegend Kleinunternehmen) gelingt es den Kurierdiensten bis auf wenige Ausnahmen (entstandene Kooperationen) nicht, ihre Produkte qualitativ und technisch weiter oder neue Dienstleistungen für die sogenannte „letzte Meile“ zu entwickeln.

Der Wettbewerb unter den Paketdiensten, mit seit mehreren Jahren tobenden Preiskämpfen, brachte eine sichtliche Abschwächung der Expansionsphase mit sich. Durch Produktdifferenzierungen wie Lieferzeitgarantien, zusätzliche Serviceangebote wie „Tracking and Tracing“ (Sendungsverfolgung, 1. Digitalisierungsphase) und die beleglose Transportabwicklung versuchten die Dienstleister zu reagieren, um Kunden neu zu gewinnen oder zu binden.

Bei den Expressdiensten hält die Expansionsphase in den 1990er Jahren noch an. Auch wenn der Kostendruck zugenommen hat, sorgen steigende internationale Sendungszahlen weiter für Wachstum. Weitgehend standardisierte Preissysteme gehen mit verstärkter Produktdifferenzierung einher.

Die Internationalisierung ist zu dieser Zeit noch ein wesentlicher Motor der Entwicklung auf den KEP-Märkten. Ab Mitte der neunziger Jahre hat dies zu einschneidenden Veränderungen bei den Dienstleistern geführt und einen anderen Prozess verstärkt. Die Postgesellschaften, die vor allem im Paketmarkt Anteile an die KEP-Dienste verloren hatten, wachten auf.

Die Abkürzung "**KEP = Kurier - Express – Paket**" ist mittlerweile absolut gebräuchlich für die "schnellen" Dienste. Auch wenn diese im Vergleich zum traditionellen Gütertransport noch relativ jung sind, haben sie sich auf dem Logistikmarkt etabliert. Diese Dienstleister entstanden erst in den letzten Jahrzehnten des vergangenen Jahrhunderts.

### Abgrenzung der KEP-Dienste

#### Kurierdienste

Beförderung des Gutes vom Absender direkt bis zum Empfänger unter ständiger Beaufsichtigung.

Der Auftraggeber kann die Ab- und Zustellzeiten frei wählen.

Da in der Regel Pkw und Transporter eingesetzt werden, ist das Gewicht und Volumen beschränkt.

Bei Fahrradkurieren liegt die Gewichtsbeschränkung bei 10 kg.

#### Expressdienste

Der Transport erfolgt im Sammelgutverkehr unter Einbeziehung von Umschlagzentren.

Der Kunde erhält feste, tageszeitgenaue Abhol- und Auslieferungstermine.

Es gibt kaum Maß-, Gewichts- und Volumenbeschränkungen.

Der Transport erfolgt bei den großen Expressdiensten weltweit auch unter Einsatz des Lufttransportes.

#### Paketdienste

Der Umschlag und Transport erfolgt in standardisierten Systemen.

Beim Standardpaket gibt es keine festen Lieferzeiten. Terminzustellungen sind gegen Aufpreis möglich.

Es bestehen Beschränkungen bei den Sendungseigenschaften in Bezug auf Größe und Gewicht.

Der Transport erfolgt mindestens europaweit, bei einigen auch weltweit.

## Konzentrationsprozess durch die Postgesellschaften

Die Postunternehmen sind durch den Erfolg der KEP-Dienste und dem damit verbundenen Angriff auf ihre angestammten Postmärkte aufgeschreckt worden. Gleichzeitig übten die Regierungen, angesichts wachsender Finanznöte, Druck auf ihre defizitären Postgesellschaften aus. Im Vergleich zu den zahlreichen privaten Dienstleistern wurden die nationalen Postgesellschaften mit einer ausreichenden Finanzkraft durch die jeweiligen Regierungen ausgestattet. Mit diesen finanziellen Polstern stiegen sie voll in den Wettbewerb ein und waren auch für internationale Expansionen gut gerüstet. Durch die Firmenaufkäufe der nationalen Postgesellschaften in der ganzen Welt, begann ab 1998 ein wahres „Einkaufswettrennen“.

Die Deutsche Post World Net kaufte (oder erwarb Anteile) zwischen 1998 und 2000 ca. jeden Monat ein Logistikunternehmen in Deutschland, im europäischen Ausland oder in den USA, um neue Systeme aufzubauen. Dazu gehörten z.B. Danzas, trans-o-flex, Nedlloyd und DHL, um nur einige Große zu nennen.

Die letzte Umstrukturierung im Jahr 2003 betraf das gesamte Paket- und Logistikgeschäft. Dies wird nun weltweit einheitlich unter der Marke DHL abgewickelt. Die Umstellung auf ein einheitliches Erscheinungsbild der Fahr- und Flugzeuge (gelbe Lackierung mit DHL-Beschriftung) ist zu dieser Zeit fast abgeschlossen.

Aber auch die anderen europäischen Postgesellschaften blieben nicht untätig, erwarben auf dem deutschen Markt vor allem die etablierten Paket- und Expressdienste und entwickelten sich zu „Global Playern“.

- Die britische Post kaufte German Parcel (heute firmierend unter General Logistics System „GLS“),
- das französische Staatsunternehmen La Post kaufte den DPD,
- die niederländische Post (TPG) kaufte TNT.

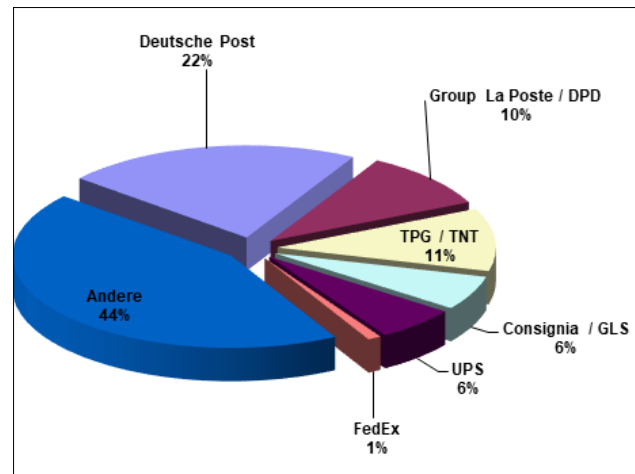
Die genannten Käufe sind nur die „Großeinkäufe“. Es gab noch viele weitere Übernahmen, z.B. auch von kleineren Kuriersystemen.

Nur UPS ist von den großen privaten Dienstleistern übrig geblieben und gehört nicht zu den Kleinen.

Die Aufkäufe der niederländischen, französischen, britischen und deutschen Post führten auf den europäischen KEP-Märkten zu der nicht mehr revidierbaren Konzentration - zur Bildung der „Big Five“ im Jahr 2002. Und alle treten durch Aufkäufe, Erwerbe von Anteilen oder geschlossenen Kooperationen auch als „Global Player“ auf.

Zusammen mit UPS, dem fünften großen Anbieter, kontrollieren die vier führenden Postgesellschaften etwa 50 % des KEP-Geschäftes in Europa. Wahrscheinlich

## „Big Five“ im europäischen KEP-Markt nach Marktanteilen



Quelle: DPD GmbH & Co.KG/DVZ 2002

kommt es sogar noch dicker, denn die größeren unter den kleinen europäischen Postunternehmen beginnen bereits ihre Kernmärkte auch mit Aufkäufen zu sichern oder sich mit den ganz Großen zu verbinden (z.B. Dänemark mit der Deutsche Post World Net).

## Internet und eCommerce

Durch Internet und eCommerce (elektronischer Handel) sowie die teilweise Öffnung des Briefmarktes gab es noch einmal einen kurzen Wachstums- und Entwicklungsschub bei den KEP-Diensten, der allerdings nicht lange hielt. Die sehr hohen Prognosen in Zusammenhang mit Internet und eCommerce erfüllten sich anfangs nicht, sodass hier relativ schnell die Ernüchterung eintrat.

- Der B2B-Bereich (business-to-business / Handel/Produzent-zu-Handel/Produzent) stellte für die privaten KEP-Dienstleister inklusive Beschaffungslogistik und Zustellung kein Problem dar, denn hier waren sie in ihrem Element.
- Aber bei der Zustellung im B2C-Bereich (business-to-consumer / Handel/Produzent-zu-Verbraucher) taten sich Probleme auf, die gelöst werden mussten. Verbraucher sind eben nicht immer zu Hause, müssen mehrmals beliefert werden, wenn kein Nachbar die Sendung annimmt. Das Problem „der letzten Meile“ war geboren. Es zeichnet sich aber ab, dass die KEP-Branche langfristig durch den elektronischen Handel in den kommenden Jahren profitieren wird.

## Wandel durch den wachsenden Onlinemarkt

Die privaten Paketdienste waren lange Zeit überwiegend auf gewerbliche Versender spezialisiert. Dies heißt nicht, dass Zustellungen an private Endverbraucher nicht stattgefunden haben. Es hat schon immer die heute so ge-



nannte B2C-Zustellung aufgrund des Wettbewerbs mit der Deutschen Post AG mit wachsender Tendenz gegeben. Heute können auch Privatpersonen die Dienste der privaten Paketdienste in Anspruch nehmen, bei den meisten mit eigenen Paketshops, die häufig in Kiosken oder Schreibwarengeschäften angesiedelt sind.

Insbesondere die Paketdienste und die Deutsche Post AG konnten durch den Internetboom enorme Sendungszuwächse verzeichnen. Allerdings erfolgt die Zustellung bei Bestellungen über das Internet überwiegend an Endverbraucher. Aufgrund dessen ist es nicht verwunderlich, dass gerade diese Dienstleister schnell nach alternativen Zustellungsmöglichkeiten bei Endverbrauchern auf der sogenannten „letzten Meile“ suchten.

Weil Endverbraucher nicht immer zu Hause sind und die Kosten auf der letzten Meile relativ hoch sind, mussten die Dienstleister alternative Zustelloptionen entwickeln. Heute gibt es aufgrund der fortschreitenden technischen Möglichkeiten viele Zustelloptionen. Hier einige:

- Paketshops sind mittlerweile weitverbreitet, wo Kunden ihre Pakete abholen können.
- Pick-Up-Stationen, die vergleichbar mit Schließfächern sind.
- Die Zustellung an alternative Adressen, wie z.B. zur Arbeit.
- Die Echtzeitverfolgung eines Paketes anhand der Paket-Nummer zeigt Kunden, um welche Zeit das Paket voraussichtlich bei ihnen sein wird und sie dann zu Hause sein können.

### Aktuelle Mengen, Umsätze und Beschäftigte

Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V. (BIEK) veröffentlichte im Juni 2019 seine aktuelle KEP-Studie 2019. Hier die wichtigsten Fakten im Vergleich zum Vorjahr:

Mehr als 3,52 Milliarden Kurier-, Express- und Paketsendungen wurden im Jahr 2018 in Deutschland verschickt — 4,9 % mehr als im Jahr 2017.

- Der Gesamtumsatz im KEP-Markt stieg im Jahr 2018 um 5,2 % auf mehr als 20,4 Milliarden Euro.
- 2018 arbeiteten in der KEP-Branche rund 238.600 Menschen — 9.000 Beschäftigte mehr als im Vorjahr.
- Besonders deutlich zeigt sich das Marktwachstum bei den B2C-Sendungen im nationalen Paketmarkt. Sie nahmen im vergangenen Jahr um 7,4 % zu.
- Für die nächsten vier Jahre ist bei den Sendungen mit einem Plus von insgesamt 4,7 % pro Jahr zu rechnen.

Quelle: [www.biek.de](http://www.biek.de)

Mittlerweile werden in der Paketzustellung sogar Drohnen eingesetzt. Auch diese Entwicklung wird sich weiter fortsetzen.

### Paket-Branche Vorreiter in der Digitalisierung

Um die stetig wachsenden Paketmengen bewältigen zu können, haben die Paketdienste schon Ende der 1980er Jahre auf Digitalisierung gesetzt. Eingeführt wurden hier die sogenannten Scanner mit denen die Paketnummern erfasst wurden, sowohl im Ein- und Ausgang in den Niederlassungen wie auch in der Zustellung.

Diese Scanner wurden immer weiter entwickelt. Heute geht ohne Scannung der Paket-Nummer nichts mehr. Die komplette Abholung und Zustellung, über die Sendungsverfolgung bis hin zur Rechnungsstellung erfolgt über die Paketnummer. Ohne diese Automatisierung und weiterer technischer Lösungen, wie komplexe Bandanlagen könnten die heutigen Mengen nicht mehr bewältigt werden.

### Die Situation der Subunternehmer und Fahrer

Da die großen Paketdienstleister häufig die Zustellung und Abholung von Paketen, aber auch die Zwischenverkehre von Niederlassung zu Niederlassung, an sogenannte Subunternehmen ausgegliedert haben, ist es notwendig deren Situation in der Branche zu betrachten.

### Subunternehmer befinden sich in einem Teufelskreis

- Sie müssen ihren Auftrag gegenüber dem jeweiligen Paketdienst erfüllen: Pakete, die morgens im Eingang sind, am gleichen Tag zustellen, bei Kunden Pakete zu bestimmten Zeiten abholen und/oder die Zwischenverkehre termingerecht durchführen.
- Auf der anderen Seite müssen sie eine Vielzahl von gesetzlichen Vorschriften beachten.

### Gesetzliche Vorschriften

Subunternehmen müssen sehr viele gesetzliche Vorschriften beachten. Hierzu gehören insbesondere:

- Handelsgesetzbuch – hier ist das Transportrecht verankert
- Güterkraftverkehrsgesetz – regelt die Genehmigungspflicht beim Einsatz von Kfz über 3,5 t Gesamtgewicht
- Straßenverkehrsordnung
- Fahrpersonalverordnung – regelt die Lenk- und Ruhezeiten und den Einsatz von Kontrollgeräten
- Arbeitszeitgesetz mit den Vorschriften zu Höchstarbeitszeiten und Pausen
- Sozialversicherungsrecht mit den Vorschriften zur Kranken-, Renten-, Pflege- und Arbeitslosenversicherung

Erfüllen Subunternehmen ihren Auftrag nicht, müssen sie mit Regressforderungen seitens ihres Auftraggebers rechnen oder mit Ersatzvornahmen. Bei letzterem setzt der Auftraggeber einen anderen Dienstleister ein, den der Subunternehmer bezahlen muss. Dies kann zu enormen Kosten führen, die die vereinbarte Vergütung um ein vielfaches überflügelt.

Verstoßen Subunternehmen gegen gesetzliche Vorschriften riskieren sie empfindliche Bußgelder, je nach Vergehen bis hin zur Gewerbeuntersagung.

Außerdem müssen Subunternehmen immer wieder in neue Fahrzeuge und Mitarbeiter investieren. In einem Gebiet, in dem Ende der 1980er Jahren ein Fahrzeug unterwegs war, müssen heute aufgrund der gestiegenen Mengen sechs Fahrzeuge eingesetzt werden. Für die kleinen Unternehmen stellt sich in diesem Wachstumsmarkt immer wieder die Frage: Investieren und wachsen oder besser einen Teil des Gebietes abgeben.

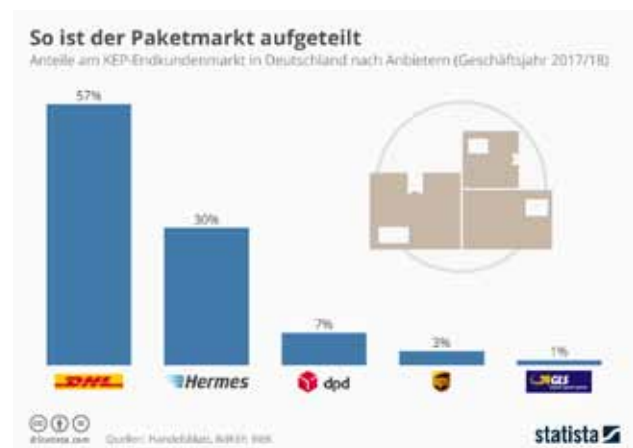
Diese Frage muss wirklich gut überlegt werden, denn aufgrund der stetig wachsenden Mengen und der vielen neuen Anforderungen durch das veränderte Dienstleistungsportfolio der großen KEP-Dienste (Terminzustellungen, Regelservice, Rückholungen usw.) bedeutet mehr Umsatz nicht gleichzeitig auch mehr Gewinn. Die stark zugenommene Verbraucher-Belieferung (von quasi null am Anfang bis zu 40 % - je nach Zustellgebiet - heute) kostet diese Unternehmen sehr viel Zeit, der häufig keine adäquate Vergütung gegenüber steht. Bezahlt wird nach Paket, egal wohin es geht.

### Änderungen durch die Digitalisierung

In den ersten Jahren haben Subunternehmer und deren Fahrer die Paketnummer, den Empfänger und die Adresse handschriftlich auf Rolllisten erfasst. Aufgrund der schnell steigenden Paketmengen war dies nach ein paar Jahren zeitlich nicht mehr möglich und es wurden Handscanner eingeführt. Hierdurch wurde die Paketerfassung wesentlich schneller und die Mehrmengen können bis heute in einer angemessenen Zeit bewältigt werden.

Diese Einführung war für Subunternehmer und Fahrer eine enorme Erleichterung. Aber die Entwicklung blieb nicht stehen, sondern die Handscanner wurden stetig weiterentwickelt. In vielen Fällen werden heute Routen vorgeschrieben und es gibt Zeitvorgaben in denen Pakete ausgeliefert werden müssen. Es geht sogar so weit, dass die Scanner über GPS mit Geodaten verbunden sind, sodass Fahrer nur in diesem eng gestecktem Bereich Auslieferungen oder auch Abholungen beim Kunden vornehmen können. Sind sie zu weit entfernt oder vor der Zeit funktioniert der Scanner nicht.

Der Zusteller hat viel an Eigenverantwortung und Freiheit verloren. Konnte er früher seine Route frei planen, mal kurz zum Zahnarzt gehen oder zum Einkauf, muss



er heute die vorgeschriebene Route einhalten. Es geht soweit, dass wenn er aus dem Zeitplan ist, der Scanner nicht mehr arbeitet und durch einen Mitarbeiter in der Niederlassung wieder freigeschaltet werden muss. Zudem können ihm jederzeit auf den Scanner zusätzliche Aufträge übermittelt werden, von denen der Subunternehmer (Arbeitgeber des Fahrers) nichts weiß und die Arbeitszeitplanung somit zunichtemacht.

### Daten werden bei den Großen gesammelt

Alle Subunternehmen pflegen in den Scanner einen sogenannten Kundenstamm mit Namen und Adresse, der kontinuierlich ausgebaut wird, ein. Diese Daten sowie die kompletten Zustelldaten und Zeiten werden täglich durch die großen KEP-Dienstleister verarbeitet. Den Subunternehmen stehen diese zusammengeführten Daten aber nicht zur Verfügung, obwohl es für sie gut wäre, diese einsehen zu können. Denn hier zeigt sich, wie ein Fahrer seine Arbeit macht, wo er möglicherweise Zeit verliert oder überlastet ist. Wichtige Informationen um unternehmerisch tätig zu werden, werden vorenthalten.

### Die Aktuelle Diskussion

Die Arbeitsbedingungen der KEP-Branche standen schon häufiger im Fokus der öffentlichen und gesetzlichen Diskussion.

- Ende der 1990er Jahre bei der Diskussion um die Scheinselbständigkeit und dem daraus resultierenden Gesetz, war es die KEP-Branche mit den Subunternehmer-Verhältnissen, die der Gesetzgeber im Auge hatte.
- 2012 war es die Berichterstattung von Günter Wallraff über die Arbeitsbedingung in der Branche. Wallraff schmuggelt sich als Fahrer bei dem Paketdienst ein - um exemplarisch die sittenwidrigen Arbeitsbedingungen in der Zustellerbranche aufzuzeigen.
- Und nun ist es wieder die Politik, die Veränderungen will (Mai 2019).

## Heil will bessere Arbeitsbedingungen in der Paketbranche

Der Onlinehandel wächst und mit ihm die Paketbranche. Laut Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) kommt es bei der Auftragsvergabe von Paketdiensten an Subunternehmen unter anderem zu Verstößen gegen das Arbeitszeit- und das Mindestlohngesetz sowie teilweise zu Schwarzgeldzahlungen, Sozialleistungs- und Sozialversicherungsbetrug. Eine bundesweite Razzia des Zolls im Februar 2019 hat gezeigt, dass jedes sechste überprüfte Beschäftigungsverhältnis tendenziell kritisch einzuordnen ist.

Um diesen Verstößen entgegenzuwirken, erarbeitet das Bundesministerium für Arbeit derzeit ein neues Gesetz. Darin soll die Nachunternehmerhaftung geregelt und damit auch für bessere Arbeitsbedingungen in der Paketbranche gesorgt werden.

### Was ist die Nachunternehmerhaftung?

Die Nachunternehmerhaftung stellt sicher: Wer einen Auftrag annimmt und an einen Nachunternehmer weiter vergibt, haftet für die abzuführenden Sozialversicherungsbeiträge. Führt der Subunternehmer keine Beiträge ab und sind sie nach Kontrollen nicht bei ihm einzutreiben, steht der Hauptunternehmer ein.

Um Hauptunternehmer zu entlasten, ohne die Pflichten der Nachunternehmer zu vernachlässigen, können Krankenkassen und Berufsgenossenschaften dem Nachunternehmer, der die Sozialbeiträge bisher ordnungsgemäß abgeführt hat, eine Unbedenklichkeitsbescheinigung ausstellen. Wer einen Auftrag an eine Firma weitergibt, die solch eine Bescheinigung vorweisen kann, ist von der Haftung für Sozialversicherungsbeiträge befreit, wenn diese Firma die Beiträge wider Erwarten doch nicht abführt.

### Kritik an der Gesetzesidee

Zum einen ist im Mindestlohngesetz die Nachunternehmerhaftung verankert. Zum anderen lassen sich die Paketdienste einmal jährlich eine Unbedenklichkeitsbescheinigung der Krankenkasse, des Finanzamtes, der Stadtkasse usw. vorlegen. Damit läuft dieses Gesetz ins Leere und verändert nichts an den Arbeitsbedingungen.

### Keine Konzepte zur Zusammenarbeit

Es gibt kein wirklich gutes Konzept zur Zusammenarbeit von Paketdiensten und Subunternehmen. Die Paketdienste wissen, dass sie ohne Subunternehmen nicht können, spielen aber immer ihre Macht aus und setzen ihre (eigentlichen) Partner unter Druck. Die Subunternehmen sind in der Spirale von Schulden und Auftrags-erfüllung gefangen und trauen sich in der Regel nicht, sich zur Wehr zu setzen.

## Wunschdenken oder realistische Vision?

### Was sich im Sinne „guter Arbeit“ verändern müsste

Es muss aber etwas passieren, nicht zuletzt wegen der Arbeitsmarktsituation. Alle suchen verzweifelt Zusteller. Wenn Pakete zukünftig noch zum Kunden kommen sollen, ist ein Umdenken und Handeln dringend erforderlich.

Die Vergütungen für Subunternehmen müssen dringend angehoben werden, damit sie alle Kosten decken und faire Löhne zahlen können, die über dem Mindestlohn liegen müssen.

Die Arbeitsbedingungen müssen verbessert werden und dies geht nur gemeinsam. Arbeitszeiten von 10 bis 12 Stunden dürfen nicht sein.

Zudem müssen die Arbeitsbedingungen beim Be- und Entladen verbessert werden, um Arbeitszeiten einzusparen.

Dies geht aber nur in einem fairen Miteinander. Die großen Dienstleister müssen unbedingt umdenken und handeln. Sie müssen ihre Subunternehmer als Partner sehen und deren Arbeit kostendeckend honorieren, damit die Paketzustellung weiter sichergestellt ist.

Aufgrund des guten Arbeitsmarktes gibt es kaum noch Menschen, die in der KEP-Branche arbeiten wollen. Dies betrifft Fahrer aber auch Subunternehmen. Durch diese veränderte Marktsituation haben Subunternehmen gute Karten, ihre Forderungen durchzusetzen, wenn sie anhand ihrer Zahlen zu Umsatz, Kosten und Arbeitseinsatz gut argumentieren.



Bernd Noche / Fuyin Wei / Alexandra Schmitz / Hans Uske / Ursula Kreft / Ulrich Eul / Sarah Noemi Freund

## Thesen zur Digitalisierung in der Logistik und den Möglichkeiten gesundheitsförderlicher Arbeitsgestaltung

### 1.

#### Szenarien zur Digitalisierung – Inwieweit prägt die Digitalisierung die Zukunft der Arbeit?

In der Literatur werden aktuell im Wesentlichen vier Szenarien zur Zukunft der Arbeit diskutiert. Im Negativszenario werden viele Tätigkeiten durch digitale Technologien ersetzt. Im Positivszenario werden sie zu höherwertigen Tätigkeiten. Im Polarisierungsszenario entsteht eine Schere zwischen komplexer und einfacher Arbeit, wobei die mittlere Qualifikationsgruppe (Facharbeit) an Bedeutung verliert. Im Entgrenzungsszenario schließlich werden traditionelle Arbeiten durch neue Arbeitsformen ersetzt (Zusammenfassend Ittermann / Niehaus 2018). Umstritten ist auch das Verhältnis von Digitalisierung und Arbeit. Während in vielen Publikationen der Digitalisierung eine eindeutige Prägekraft auf Arbeit zugeschrieben wird, betonen andere Autoren die Bedeutung von Leitbildern, Organisationskonzepten und Aushandlungsprozessen bei der Analyse des Zusammenhangs von Technik und Arbeit (Baethge-Kinsky et al. 2018; Kuhlmann / Schumann 2015).

Die Analysen und Erfahrung aus dem Projekt ProDigiLog stützen diese These. Digitalisierung verändert die Arbeitsprozesse in der Logistik, determiniert aber nicht die Arbeitsbedingungen und die Möglichkeiten der Arbeitsgestaltung.

### 2.

#### Digitalisierung in der Logistik hat eine spektakuläre und eine weniger spektakuläre Seite.

Während in der öffentlichen Diskussion von künftig selbstfahrenden LKWs die Rede ist, sucht die Branche händeringend nach LKW-Fahrern. Während schon vor Jahren vorhergesagt wurde, dass fahrerlose Gabelstapler die Zukunft in den Lagern prägen wird, werden weiterhin Gabelstaplerfahrer ausgebildet und gesucht. Und während in Zeitungsartikeln autonom fahrende Binnenschiffe künftig den Rhein-Herne-Kanal befahren, verweisen Praktiker auf die dabei nicht berücksichtigten Schwierigkeiten (Schmitz 2018).

Es gibt zwei Formen der Digitalisierung. Die spektakuläre Seite, die die öffentliche Wahrnehmung prägt, findet vor allem in Großbetrieben und in darauf zugeschnittenen Forschungen statt. Was dort an veränderten Arbeitsformen entwickelt oder prognostiziert wird, ist nicht die Zukunft der Arbeit, die mittelfristig gesehen in den meisten Bereichen der KMU-dominierten Logistik stattfinden wird. Das heißt nicht, dass in diesen Betrieben analog weitergearbeitet wird. Digitalisierung findet hier aber in einer anderen Form, auf einem anderen Level, wenig spektakulär und öffentlich selten sichtbar statt. An solchen Formen der Digitalisierung arbeitet das Projekt ProDigiLog.

### 3.

#### Digitalisierung bei Logistik KMU und Großunternehmen: Die Unterschiede vergrößern sich. Das hat Folgen.

Wie sinnvoll es ist, unspektakuläre Formen der Digitalisierung in der Logistik voranzubringen, zeigt eine Studie, die im Projekt ProDigiLog erstellt wurde und die auf einer Online-Befragung von Logistikunternehmen sowie 40 Expertinnen- und Experteninterviews beruht (Schmitz 2018). Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass der Grad der Digitalisierung in den kleinen und mittleren Logistikunternehmen noch nicht so ausgebaut ist wie in den größeren. Der überwiegende Teil der befragten Unternehmen sieht sich selbst als wenig oder eher wenig digitalisiert. Dies deckt sich mit Ergebnissen einer größeren Online-Befragung, die das Bundesinstitut für Berufsbildung (BiBB) 2018 bei Logistikunternehmen durchgeführt hat. Zentrales Ergebnis war, dass fortschrittliche Unternehmen heute bereits „4.0“-Tätigkeiten und -Kompetenzen definieren, bei kleinen und mittleren Betrieben sei die Digitalisierung aber noch nicht angekommen.

Zur Zukunft des Berufs Fachkraft für Lagerlogistik gefragt, entwickelt das BiBB zum Beispiel folgendes Szenario: „Eine Fachkraft für Lagerlogistik ‚4.0‘ beispielsweise ist nicht mehr der ‚Kistenschubser‘, sondern befasst sich mit Prozesssteuerung und -optimierung, arbeitet im Leitstand und ist verantwortlich für die Datenpflege und die Qualitätssicherung“ (Kaufmann / Kock 2018). Wenn aber die Fachkraft für Lagerlogistik in Kleinbetrieben

ausgebildet wird, wird sie mit dieser Technik nicht oder nur selten in Berührung kommen.

Und dies gilt nicht nur für die Ausbildung und die damit zusammenhängenden Probleme. Die Lücke zwischen der High-Tech-Logistik in Großbetrieben und analogen oder wenig digitalisierten Techniken in KMU wird größer und damit für letztere zum Problem. Denn einerseits sind sie vernetzt und eingebunden in logistische Ketten mit digital agierenden Akteuren. Andererseits stellt Digitalisierung erhebliche unausgeschöpfte Produktivitätsreserven dar. Es besteht also durchaus ein Handlungsdruck auch für KMU.

#### 4.

**Durch die Digitalisierung gibt es zunehmend technische Möglichkeiten für KMU, die für gesundheitsförderliche Arbeitsgestaltung einsetzbar sind. Dies bedeutet aber nicht, dass sie auch zur Anwendung kommen.**

Im Projekt ProDigiLog konnten vor dem Hintergrund verbesserter und preisgünstiger werdender Sensortechnik Verfahren entwickelt werden, die dazu beitragen können, Arbeit effektiver aber auch gesundheitsförderlicher zu gestalten. Die Überlegungen, die beim Projektpartner IFA dazu durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass diese Technik Hinweise auf Gesundheitsgefahren liefert, die dann behoben werden könnten.

Besondere Einsatzmöglichkeiten ergeben sich beispielsweise durch die Nutzung von Wearables. Dabei werden die Mitarbeiter mit Sensoren ausgestattet (wie z.B. Schrittzähler, Pulsmesser, Smart Watches (und Brillen) aber auch RFID Chips zur Zugangskontrolle).

Es gibt erhebliche Widerstände beim Einsatz dieser Techniken bei einem Teil der Belegschaft, da bei einzelnen Mitarbeitern ein Gefühl der permanenten Überwachung entsteht. Der Nutzen des Einsatzes dieser Techniken reduziert sich aber auch dadurch dass die Mitarbeiter gezwungen sind die Systeme ständig zu tragen bzw. anzulegen. Dies kann aber nicht immer gewährleistet werden.

#### 5.

**Eine automatische und kostengünstige Verwandlung umfangreicher, verschieden erhobener analoger Daten in digitalisierter Form ist möglich.**

Einer der zentralen Entwicklungen im Projekt ProDigiLog ist die reibungslose Umwandlung von analogen Daten in weiter verarbeitbare digitale Daten. Dazu sind

Versuchsarrangements beim Projektpartner IFA durchgeführt worden, die dann am Lehrstuhl Transportsysteme und -logistik (TUL) der Universität Duisburg-Essen weiterbearbeitet wurden.

In vielen Unternehmen werden heute noch Messdaten von Mitarbeitern abgelesen und schriftlich auf ein Formular übertragen. Die Zettel werden dann in Ordnern archiviert. Eine Alternative wäre, wenn die Maschinen die Daten direkt an eine Datenbank senden. Das ist praktisch, aber auch sehr teuer und daher für viele Unternehmen nicht machbar. Kleine und mittlere Unternehmen brauchen ein Dokumentationsverfahren, das einfach, preisgünstig und sicher ist. Im Projekt ProDigiLog wurde ein solches Verfahren entwickelt. In einem Film ist dieses Verfahren dokumentiert. Allerdings ist dies zunächst ein Prototyp. In der Verwertung wird sich zeigen, ob dieses Verfahren auch allgemein nutzbar gemacht werden kann. Dann erst lässt sich verlässlich sagen, welche Arbeitsprozesse sich dabei verändern und welche Auswirkungen das für die Beschäftigten hat.

#### 6.

**These zur Digitalisierung bei Logistikdienstleistern**

Die Anwendungen der Digitalisierung konzentrieren sich auf die operative Durchführung der Arbeiten. Dabei kann man grundsätzlich unterscheiden zwischen: Arbeitsumgebung, Arbeitsprozesse, Infrastruktur, Qualitätsinformationen und Hilfsprozesse.

Bei der **Arbeitsumgebung** können die Bedingungen unter denen die Arbeit verrichtet wird überwacht werden. Dazu gehören beispielsweise die Raumtemperatur und die Luftfeuchtigkeit sowie die Zusammensetzung der Luft oder auch die Lichtverhältnisse. Es lassen sich damit Arbeitsbedingungen identifizieren, die zu erhöhten Krankheitsständen und zum Unwohlsein führen.

Auf der **Prozessebene** können beispielsweise Informationen zur Arbeitsdichte, der Arbeitshaltung, der Handhabungsgewichte, Wartezeiten, der zurückgelegten Wege ermittelt werden. Darauf aufbauend können Strategien zur Vermeidung von temporärer Überlast und zur Balancierung der Arbeiten im Team entwickelt werden.

Auf der Ebene der **Infrastruktur** können Daten erhoben werden, die den Arbeitsfluss charakterisieren. So können beispielsweise Pufferbelegungen, Hindernisse auf den Wegen, Anordnungen von Bereitstellungen, Bestände von Hilfsstoffen und Ausfallzeiten der Energieversorgung dokumentiert werden. Diese Informationen können genutzt werden um Gefahren, Wegezeiten, Suchaufwände und weitere überflüssige Aktionen zu vermeiden, die sich auf Ursachen der Infrastruktur zurückführen lassen.

Auf der **Qualitätsebene** können vielfältige produkt- und prozessbezogene Informationen gewonnen werden, die beispielsweise den Zustand der Maschinen oder die Qualität der Produkte definieren, gewonnen werden. Damit können Nacharbeiten und Rüstaufwände beeinflusst werden. Dies kann die Motivation der Mitarbeiter erhöhen und die Arbeitsatmosphäre verbessern.

Zu den **Hilfsprozessen** gehören beispielsweise die Instandhaltung, Reinigung von Behältern, Zusammen- und Bereitstellung von Materialien (Kits oder Verpackungsmaterial). Mit Hilfe der Digitalisierung lassen sich Engpässe frühzeitig ermitteln und ein Verbrauchsmo- nitoring installieren. Dadurch werden Eilaufträge und Notmaßnahmen sowie Produktionsunterbrechungen vermieden. Es entstehen seltener Stresssituationen und auch Zusatzarbeiten mit Überstunden können reduziert werden.

## 7.

### **Digitalisierung kann Arbeit erleichtern oder erschweren. Sie kann gesundheitsförderlich gestaltet werden oder die Gesundheit gefährden.**

Im Projekt ProDigiLog wurde ein **Ausschnitt** der Logistik untersucht. Es wurden mit Hilfe digitaler Techniken Entwicklungsmöglichkeiten aufgezeigt, die die Arbeit effektiver und gesundheitsförderlicher gestalten können. Dies ist nicht selbstverständlich.

Analysen der Gewerkschaft deuten darauf hin, dass die Mehrheit der Beschäftigten in allen Branchen eine Belastungszunahme durch den Einsatz digitaler Arbeitsmittel wahrnehmen, nur eine Minderheit berichtet über Erleichterungen. Dies gilt auch und gerade für die Logistikbranche (DGB index Gute Arbeit 2017). Auf die Frage inwieweit sich die Arbeitsbelastung durch die Digitalisierung verändert habe, antworteten 41 Prozent der Befragten im Bereich Verkehr und Lagerei, sie sei eher größer geworden. Nur 8 Prozent waren der Ansicht, sie sei geringer geworden (ebenda S. 76).

Wie kompliziert der Zusammenhang zwischen Digitalisierung und Arbeitsgestaltung sein kann zeigt das Beispiel der Paketdienstfahrer, deren Arbeitsbedingungen aktuell in der Öffentlichkeit als besonders belastend beschrieben werden (z.B. Wenzel / Lühring 2019). Verantwortlich sei vor allem die Praxis, Sub-Unternehmen für die Zustellung der Pakete einzusetzen.

Am Beispiel der KEP-Branche (Kurier-, Express-, Paketdienste) zeigt sich in der Tat, dass Digitalisierung gleichzeitig Arbeitsprozesse erleichtert und erschwert. In welcher Form und mit welcher Intensität dies geschieht, ist nicht technisch determiniert, sondern hängt von der Struktur der Arbeitsbeziehungen, Machtfragen,

Verhandlungsgeschick und staatlichen Regulierungen ab. Dagmar Wäscher, Kooperationspartnerin im Projekt Pro-DigiLog, langjährige Subunternehmerin und Vorsitzende des Bundesverbandes der Transportunternehmen (BVT) hat diese Zusammenhänge für den Abschlussband des Projektes beschrieben:

Früher haben Subunternehmer und deren Fahrer die Paket-Nummer, den Empfänger und die Adresse handschriftlich auf Rolllisten erfasst. Aufgrund der schnell steigenden Paketmengen war dies nach ein paar Jahren zeitlich nicht mehr möglich und es wurden Handscanner eingeführt. Hierdurch wurde die Paketerfassung wesentlich schneller und die Mehrmengen können bis heute in einer angemessenen Zeit bewältigt werden. Diese Einführung war für Subunternehmer und Fahrer zunächst eine enorme Erleichterung. Heute sind die Fahrer durch die Scanner mit GPS-Anbindung ständig überwacht und haben fast keinen Einfluss mehr auf ihre Routenplanung, weil sie eine bestimmte Route einhalten müssen, damit der Kunde weiß, wann sein Paket kommt. Der Zusteller hat viel an Eigenverantwortung und Freiheit verloren. Konnte er früher seine Route frei planen, muss er heute die vorgeschriebene Route einhalten. Das geht soweit, dass, wenn er aus dem Zeitplan kommt, der Scanner nicht mehr arbeitet und durch einen Mitarbeiter in der Niederlassung wieder freigeschaltet werden muss. Zudem können ihm jederzeit auf den Scanner zusätzliche Aufträge übermittelt werden, von denen der Subunternehmer (Arbeitgeber des Fahrers) nichts weiß und die Arbeitszeitplanung somit zunichtemacht. Damit riskiert der Subunternehmer gesetzliche Vorschriften nicht mehr einhalten zu können, für die er dann haftet. (Wäscher 2020)

## 8.

### **Fazit**

Im Antrag zum Projekt Pro-DigiLog haben wir zwei Szenarien beschrieben, mögliche Entwicklungspfade der Digitalisierung. Im ersten Szenario wird Digitalisierung allein unter dem Gesichtspunkt der betrieblichen Leistungs politik gestaltet. Dies bedeutet dann: Nochmalige Intensivierung der Arbeit, stärkere Überwachung, Vervollkommnung der tayloristisch geprägten Arbeitsteilung. Für den Arbeits- und Gesundheitsschutz bedeutet das, dass Beschäftigte unabhängig von ihrem Alter und Geschlecht mit zunehmender Belastung konfrontiert werden, bei gleichzeitiger Unmöglichkeit Einfluss nehmen zu können, weder bei der Gestaltung der Technik noch bei der daran gekoppelten Form der Arbeitsorganisation.

Bei Szenario 2 wird bereits bei der Technikentwicklung mitüberlegt, wie die Digitalisierung der Produktion Arbeitsabläufe förderlicher für den Arbeits- und

Gesundheitsschutz gestalten kann – ohne die Gesamtleistung zu vermindern! Der Nutzen für das Unternehmen: Weniger Fehlzeiten, niedrigere Krankenstände, motiviertere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, bessere Rekrutierungschancen auch im Demografischen Wandel mit dem Image „Gesunder Betrieb“, geringere Fehlerraten und Bearbeitungszeiten, weniger Korrekturen und Störungen. Das Verbundprojekt will zeigen, dass das Szenario 2 für kleine und mittlere Unternehmen der Logistikbranche machbar, realistisch, nachhaltig und zukunftsweisend ist.

An dieser Aussage halten wir fest auch wenn die Praxis in vielen Branchensegmenten eher zu Szenario 1 tendiert:

- Die von der Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl Transportsysteme und -logistik (TUL) entwickelten Techniken im Projekt Pro-DigiLog erlauben es KMU, Digitalisierung kostengünstig und gesundheitsförderlich zu gestalten.
- Das Teilprojekt der timestudy GmbH hat gezeigt, dass ergonomische Studien für die Unternehmen dazu einen wertvollen Beitrag leisten können.
- Gespräche mit kleinen und mittleren Unternehmen in der Logistik, die vor allem vom Projektpartner VSL (Verband Spedition und Logistik NRW), aber auch von anderen Teilprojekten durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass bei vielen Unternehmen durchaus ein Interesse an entsprechenden Lösungskonzepten existiert.
- Dies belegt auch die Studie „Arbeit und Logistik 2025“, die federführend vom Projektpartner RISP durchgeführt wurde. Als Fazit der dort geführten Interviews folgert die Studie: „Die Logistkarbeit der Zukunft digital und gesund zu gestalten liegt grundsätzlich im Interesse der Unternehmen, auch um als Arbeitgeber attraktiv für zukünftige Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu sein“.

## Literatur

- Baethge-Kinsky, Volker / Kuhlmann, Martin / Tullius, Knut (2018): Technik und Arbeit in der Arbeitssoziologie – Konzepte für die Analyse des Zusammenhangs von Digitalisierung und Arbeit, Arbeits- und Industriesoziologische Studien, Jg. 11, Heft 2, Oktober 2018, S. 91-106
- DGB-Index Gute Arbeit (2017): Verbreitung, Folgen und Gestaltungsaspekte der Digitalisierung in der Arbeitswelt. Auswertungsbericht auf Basis des DGB-Index Gute Arbeit 2016.
- Ittermann, Peter / Niehaus, Jonathan (2018): Industrie 4.0 und Wandel von Industriearbeit revisited. Forschungsstand und Trendbestimmungen, in: Hirsch-Kreinsen, Hartmut / Ittermann Peter / Niehaus, Jonathan (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen, S. 33-60.
- Kaufmann, Alex / Kock, Anke (2018): „Fördernde und hemmende Faktoren für die Gestaltung der Berufsbildung“ – Fachtagung Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen. Ergebnisse und erste Handlungsempfehlungen.
- Kuhlmann Martin / Schumann, Michael (2015): Digitalisierung fordert Demokratisierung der Arbeitswelt heraus, in: Hoffmann, Reiner / Bogedan, Claudia (Hg.): Arbeit der Zukunft. Möglichkeiten nutzen – Grenzen setzen, S. 122-140.
- Schmitz, Alexandra (2018): Arbeit und Logistik 2025, Eine Studie im Rahmen des Verbundprojektes Pro-DigiLog, [https://www.risp-duisburg.de/media/studie\\_arbeit\\_und\\_logistik\\_2025.pdf](https://www.risp-duisburg.de/media/studie_arbeit_und_logistik_2025.pdf)
- Wäscher, Dagmar (2020): Die Entwicklung der Kurier-, Express- und Paketdienste (KEP) und die Rolle der Digitalisierung. (erscheint 2020 im Sammelband des Projektes Pro-DigiLog)
- Welzel, Petra / Lühring, Marion (2019): Die SUB SUB SUB-Masche, in: publik, 2/2019, S.1
- Zanker, Claus (2018): Branchenanalyse Logistik. Die Logistik zwischen Globalisierung, Industrie 4.0 und Online-Handel, Hans Böckler Stiftung, Düsseldorf



## Über die Autorinnen und Autoren



**Ulrich Eul**, Ulrich Eul, Geschäftsführer der TimeStudy GmbH hat sich auf die Themen der Prozessoptimierung nach Lean und REFA spezialisiert. Ergänzend beschäftigt sich Herr Eul seit langer Zeit mit der Entwicklung von Software, die die genannten Themenbereiche in der Analyse und Auswertung unterstützen.

Email: [ulrich.eul@timestudy.de](mailto:ulrich.eul@timestudy.de)



**Sarah Noemi Freund**, B.A. Logistikmanagement, Referentin beim Verband Spedition und Logistik Nordrhein-Westfalen e.V. und Projektleiterin des Projektes Pro-DigiLog. Teilvorhaben „Weiterentwicklung und Erprobung des Konzeptes „digitalisierter guter Arbeit“ in Unternehmen der Distributionslogistik“.

E-Mail: [sarah.freund@vsl-nrw.de](mailto:sarah.freund@vsl-nrw.de)



**Ursula Kreft**, Germanistin M.A., Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Rhein-Ruhr-Institut für Sozialforschung und Politikberatung (RISP) e.V. an der Universität Duisburg-Essen, Arbeitsschwerpunkte: Migrationsforschung, Diskurstheorie und –analyse, Präventiver Arbeits- und Gesundheitsschutz.

Email: [ursula.kreft@uni-due.de](mailto:ursula.kreft@uni-due.de)



**Bernd Noche**, Prof. Dr.-Ing. ist Inhaber des Lehrstuhls für Transportsysteme und -logistik (TuL) und Vorstandsvorsitzender des Zentrums für Logistik und Verkehr (ZLV) der Universität Duisburg-Essen.

Email: [bernd.noch@uni-due.de](mailto:bernd.noch@uni-due.de)



**Alexandra Schmitz**, M.A. Theorie und Vergleich politischer Systeme im Wandel, Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Rhein-Ruhr-Institut für Sozialforschung und Politikberatung (RISP) e.V. an der Universität Duisburg-Essen.

E-Mail: [alexandra.schmitz@risp-duisburg.de](mailto:alexandra.schmitz@risp-duisburg.de)



**Hans Uske**, Dr. phil., Sprach- und Sozialwissenschaftler, Leiter der Forschungsgruppe Logistik und Dienstleistung (Prolog) im Rhein-Ruhr-Institut für Sozialforschung und Politikberatung (RISP) e.V. an der Universität Duisburg-Essen. Leiter des Teilprojektes „Arbeitssoziologische Analyse der Voraussetzungen für ‚gute Arbeit‘ in der digitalisierten Logistik“.

Email: [hans.uske@uni-due.de](mailto:hans.uske@uni-due.de)



**Dagmar Wäscher** war 32 Jahre Transportunternehmerin, über 20 Jahre Vorsitzende des Bundesverbands der Transportunternehmen und hat in vielen Logistikprojekten mitgearbeitet.

Email: [d.waescher@do-paket.de](mailto:d.waescher@do-paket.de)



**Fuyin Wei**, M.Sc., Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Transportsysteme und –logistik (TuL), Koordinator der deutsch-chinesischen Abteilung des Zentrums für Logistik und Verkehr (ZLV) der Universität Duisburg-Essen. Koordinatorin des Verbundprojekts Pro-DigiLog, Arbeitsschwerpunkte: Entwicklung und Erprobung von Standards „guter digitaler Arbeit“ für Dispositions- und Dokumentationsaufgaben in der Logistik.

E-Mail: [fuyin.wei@uni-due.de](mailto:fuyin.wei@uni-due.de)



**David Wick**, Soziologe B.A., Masterstudent der Soziologie mit dem Schwerpunkt Arbeit, Beruf und Organisation an der Universität Duisburg-Essen. Praktikant im Projekt Pro-DigiLog.

E-Mail: [david.wick@stud.uni-due.de](mailto:david.wick@stud.uni-due.de)