

*Band
63*

Matthias Klumpp / Torsten Marner / Thomas Hanke (Hrsg.)

*ADINA – Hürden und Treiber für die
Umsetzung innovativer Automatisierungstechnik
und Ergonomieunterstützung der Intralogistik*

~

Tim Gruchmann / Kristina Nestler / Alexander Brauckmann /
Julian Schneider / Carsten Fischer / Andreas Hecht

ild Schriftenreihe

FOM
Hochschule

ild

Institut für Logistik- &
Dienstleistungsmanagement
der FOM University of Applied Sciences

**Tim Gruchmann / Kristina Nestler / Alexander Brauckmann /
Julian Schneider / Carsten Fischer / Andreas Hecht**

*ADINA – Hürden und Treiber für die Umsetzung innovativer Automatisierungstechnik
und Ergonomieunterstützung der Intralogistik*

ild Schriftenreihe der FOM, Band 63

Essen 2018

ISSN (Print) 1866-0304 ISSN (eBook) 2569-5355

Dieses Werk wird herausgegeben vom ild Institut für Logistik- & Dienstleistungsmanagement
der FOM Hochschule für Oekonomie & Management gGmbH

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie;
detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2018 by



**MA Akademie
Verlags- und Druck-
Gesellschaft mbH**

MA Akademie Verlags-
und Druck-Gesellschaft mbH
Leimkugelstraße 6, 45141 Essen
info@mav-verlag.de

Das Werk einschließlich seiner
Teile ist urheberrechtlich geschützt.
Jede Verwertung außerhalb der
engen Grenzen des Urhebergeset-
zes ist ohne Zustimmung der MA
Akademie Verlags- und Druck-
Gesellschaft mbH unzulässig und
strafbar. Das gilt insbesondere für
Vervielfältigungen, Übersetzungen,
Mikroverfilmungen und die Ein-
speicherung und Verarbeitung in
elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchs-
namen, Handelsnamen, Warenbe-
zeichnungen usw. in diesem Werk
berechtigt auch ohne besondere
Kennzeichnung nicht zu der Annah-
me, dass solche Namen im Sinne
der Warenzeichen- und Marken-
schutz-Gesetzgebung als frei zu
betrachten wären und daher von
jedermann benutzt werden dürfen.
Oft handelt es sich um gesetzlich
geschützte eingetragene Waren-
zeichen, auch wenn sie nicht als
solche gekennzeichnet sind.

Tim Gruchmann / Kristina Nestler / Alexander Brauckmann / Julian
Schneider / Carsten Fischer / Andreas Hecht

***ADINA – Hürden und Treiber für die Umsetzung
innovativer Automatisierungstechnik und
Ergonomieunterstützung der Intralogistik***

Matthias Klumpp / Torsten Marner / Thomas Hanke (Hrsg.)

Die vorliegende Publikation erscheint im Kontext des Projektes „ADINA – Automatisierungstechnik und Ergonomieunterstützung für innovative Kommissionier- und Umschlagkonzepte der Logistik in NRW“. Die Förderung erfolgt im Rahmen der EFRE-Förderung NRW (2017-2020), Leitmarktwettbewerb Logistik.NRW. Die Projektbeteiligten sind das Institut für Logistik- & Dienstleistungsmanagement (ild) der FOM Hochschule, das Zentrum für Logistik und Verkehr (ZLV) der Universität Duisburg-Essen, Fiege Logistik Bocholt, EJOT Bad Berleburg, Bohnen Logistik Duisburg, Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML) Dortmund.



EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Ministerium für Wirtschaft, Energie,
Industrie, Mittelstand und Handwerk
des Landes Nordrhein-Westfalen



Abstract

Logistics commands a huge variety of dynamic developments, driven by technological, organizational as well as market changes. In particular automation and ergonomics is seen as promising trends to tackle potentials for economical, eco-logical and social sustainability. The publication of this research paper marks the first, explorative phase of the project 'ADINA', which does encompass the development of innovative warehousing and picking strategies. While the main focus of the project work is to increase competitiveness of the participating companies, the present contribution follows a case study approach to explore drivers and barriers of implementing automation and ergonomics solutions in intralogistics processes. The paper is structured as follows: Section 1 introduces the project aim, while section 2 and 3 deal with work environments in logistics and a specific focus on ergonomics in these work environments. Section 4 provides a brief summary of the applied methodological approach of case study research, expert interviews and evaluation. Section 5 and 6 present the findings of the within- and cross-case analysis, while finally section 7 provides an outline of upcoming milestones in the project ADINA.

Inhaltsverzeichnis

Abstract.....	II
Abkürzungsverzeichnis.....	IV
Abbildungsverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis.....	VI
1 Einleitung	1
2 Arbeiten in der Logistik	4
3 Ergonomieorientierte Arbeitswelten in der Logistik	6
4 Methodik	10
4.1 Methodische Grundsätze der vorliegenden Studie	11
4.2 Experteninterviews und Leitfaden.....	13
4.3 Kategoriensystem	16
4.4 Codierung und Auswertung.....	17
5 Fallstudien-Analyse.....	19
5.1 Bohnen Logistik Duisburg	19
5.2 FIEGE Logistik Bocholt	26
5.3 EJOT Bad Berleburg und Bad Laasphe.....	31
5.4 Cross-case Analyse	37
6 Diskussion der Ergebnisse	40
7 Zusammenfassung und Ausblick.....	45
Literaturverzeichnis	47

Abkürzungsverzeichnis

ADINA	Automatisierungstechnik und Ergonomieunterstützung für innovative Kommissionier- und Umschlagkonzepte der Logistik in NRW
FOM	Hochschule für Oekonomie und Management
ild	Institut für Logistik- & Dienstleistungsmanagement
kg	Kilogramm
KLT	Kleinladungsträger
VAS	Value Added Services
FMCG	Fast Moving Consumer Goods
TUL	Transport, Umschlag und Lagerung
SCM	Supply Chain Management
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities und Threats

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Strukturelle Entwicklung der Unternehmenslogistik	5
Abbildung 2: Körperliche Belastungszonen bei Kommissioniertätigkeiten	9
Abbildung 3: Codebaum qualitativer Inhaltsanalyse	17
Abbildung 4: Vollautomatisierte Überführung von Getränkeeinzelflaschen in Getränkekästen	23
Abbildung 5: Backenstapler	28
Abbildung 6: Vollautomatisierte Depalettierung	32
Abbildung 7: SWOT-Analyse	41

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Interviewleitfaden..... 14

Tabelle 2: Vergleichende Fallstudienanalyse..... 38

1 Einleitung

Das gesellschaftliche Leben und Arbeiten in Deutschland ist zunehmend durch den demografischen Wandel geprägt. Bedingt durch die drei Faktoren Geburtenrate, Lebenserwartung und Migration ist die Bevölkerungsstruktur in Deutschland in den nächsten Jahrzehnten einer signifikanten Änderung unterworfen. So wird der Bevölkerungsanteil im erwerbsfähigen Alter zurückgehen, das Durchschnittsalter der Erwerbstätigen hingegen weiterhin ansteigen.¹ Diese Entwicklung hat nicht nur Auswirkungen auf gesellschaftliche und soziale Aspekte innerhalb einer Volkswirtschaft, sondern insbesondere auch auf die Arbeitswelt.² So ist es erforderlich, Arbeitsplatzgestaltung und die generellen Prozessabläufe zu überdenken. Durch diese Bevölkerungsentwicklung entsteht darüber hinaus ein branchenübergreifender Fachkräfte- und Nachwuchsmangel.³ Studien zeigen, dass insbesondere bei gewerblichen Berufsfeldern in der Logistik ein hoher Problem- und Innovationsdruck herrscht. So sind von dem Arbeitskräftemangel besonders Tätigkeiten im Bereich Transport, Umschlag und Lagerung betroffen.⁴

Sowohl auf Seiten der Arbeitnehmer als auch auf Seiten der Unternehmen gilt es, ein ganzheitliches Konzept zu entwickeln, das auf eine dynamische Lebens- und Arbeitswelt zugeschnitten ist.⁵ Gerade in der Logistikbranche sind die Aufgabenbereiche in Transport, Umschlag und Lagerung (TUL) durch einen hohen Grad an manuellen Tätigkeiten und somit körperlich anstrengender Handarbeit geprägt. Durch eine Implementierung von spezifischen Automatisierungs- und Ergonomieunterstützungssystemen in der Logistikbranche wird die Möglichkeit gegeben, das hoch innovative Anwendungspotenzial im Bereich des Umschlags und der Kommissionierung zu nutzen und eine attraktivere Arbeitsplatzgestaltung zu ermöglichen.⁶ In diesem Zusammenhang beschreibt der vorliegende Beitrag eine Fallstudie im Forschungsprojekt ADINA, deren Untersuchungsschwerpunkt auf einem manuellen Umschlagsprozess in der Logistik liegt, da dieser hohe Forschungs-

¹ Vgl. Statistisches Bundesamt (2017), S. 13.

² Vgl. Schönwald et al. (2014), S. 25.

³ Vgl. Schroven (2015), S. 21ff.

⁴ Vgl. Klumpp et al. (2015).

⁵ Vgl. Becker und Intoyoad (2017), S. 557ff.

⁶ Vgl. Coto-Millán et al. (2016), S. 985.

und Anwendungspotenziale durch den Einsatz von Automatisierungstechnik und Ergonomieunterstützung aufweist.

Das Projekt ADINA befasst sich deshalb mit der Anforderungsanalyse für Automatisierungstechnik, der technischen Integration sowie der Pilotierung und Anpassung in den relevanten TUL-Bereichen der Logistik, insbesondere:

- Sammelgutumschlag, Umschlag in der Produktionseingangslogistik
- Kommissionierung und Ausgangsabfertigung in der Kontraktlogistik

So werden beispielsweise für Logistikprozesse der Ein- und Auslagerung, der Kommissionierung, des Umschlags und der Value Added Services (VAS, Veredelnde Dienstleistungen) gemeinsam mit den führenden Herstellern und Logistikdienstleistern neue Anwendungstechniken entwickelt, da diese Prozesse bis dato noch durch viel belastende Handarbeiten geprägt sind. Diese Innovationen können zur Verbesserung im Sinne der großen Anzahl gewerblicher Logistikbeschäftigten, insbesondere am Standort NRW, beitragen, was insgesamt die Arbeit in der Logistikbranche attraktiver, sicherer und effizienter macht. Damit werden unter anderem erreicht:

- eine Steigerung der Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen (geringere Prozesskosten Umschlag/Kommissionierung);
- die zukunftsfähige Absicherung der Beschäftigten und Unternehmen für die Herausforderungen des demografischen Wandels;
- eine Stärkung der Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit durch die Reduktion von Arbeitsunfällen, Gesundheitsschäden und Ausfallzeiten;
- die Förderung der Attraktivität und sozialen Teilhabe der gewerblichen Berufsbilder durch höheren Technik- und Automatisierungseinsatz.

Ein besonderes Augenmerk von ADINA liegt auf der Verbesserung der Arbeitsergonomie sowie der dadurch erreichte Gesundheitsschutz und das Erreichen eines altersgerechten Arbeitens, das Beschäftigte länger und in späteren Lebensjahren zur Arbeit in diesen Logistikprozessen befähigt.

Die vorliegende Studie geht der Forschungsfrage nach, inwieweit manuelle Tätigkeiten in der Logistik durch technische Automatisierung und

Ergonomieunterstützung von Prozessen optimiert werden können. Dabei liegt der Untersuchungsschwerpunkt auf den gewerblichen Umschlagsprozessen in der Logistik, da diese ein hoch innovatives Forschungs- und Anwendungspotenzial aufweisen. Neben der Identifikation von Tätigkeiten mit hohem manuellem Aufwand, gilt es bestehende Technologien zur Optimierung von Umschlagprozessen zu bewerten und auf die vorliegende Forschungsarbeit zu übertragen. Darüber hinaus ist eine fokussierte Ausarbeitung der Lösungsansätze entlang der qualitativen Inhaltsanalyse, ebenso Teil der Zielsetzung wie die Herleitung von Handlungsoptionen.

Entsprechend ist dieser Beitrag folgendermaßen strukturiert: In Kapitel 2 werden die Grundlagen zum Arbeiten in der Logistik beschrieben. In Kapitel 3 erfolgt ein Literaturüberblick zu ergonomieorientierten Arbeitswelten. Kapitel 4 beschreibt das methodische Vorgehen des Fallstudienansatzes innerhalb des Projektes, welches in Kapitel 5 auf Basis der Fallstudien der Praxispartner Bohnen, FIEGE und EJOT zur Anwendung kommen. Kapitel 6 diskutiert zudem die Ergebnisse in Anlehnung an die SWOT-Analyse entsprechend weiter. Kapitel 7 fasst die Ergebnisse der Studie zusammen und gibt einen Ausblick auf nachfolgende Forschungsaktivitäten.

2 Arbeiten in der Logistik

Die Logistik bildet die Grundlage für eine wirtschaftliche Planung, Koordination, Durchführung und Kontrolle aller Güterflüsse innerhalb eines Unternehmens.⁷ Daneben besteht betriebsübergreifend die Anforderung, die Material-, Informations- und Finanzflüsse optimal zu gestalten, sodass sich die Leistungsfähigkeit der Wertschöpfungskette unmittelbar auf die Mitarbeiter- und auch auf die Kundenzufriedenheit auswirkt. So hat die Logistik im Rahmen des Supply Chain Managements (SCM) Einfluss auf die Beschaffungs-, Produktionsversorgungs- und Vertriebsprozesse eines Unternehmens.⁸ Um diesem Anspruch gerecht zu werden, sind die Kernleistungen der Logistik in die klassischen TUL-Funktionen (Transport, Umschlag, Lagerung) untergliedert. Ergänzt werden diese durch die Prozesse des Kommissionierens und des Verpackens.⁹ Die Tätigkeiten innerhalb der TUL-Abwicklung sind in der heutigen Zeit immer noch durch einen hohen Grad an manuellen und körperlich anstrengenden Arbeiten geprägt. Entsprechend wird durch die Implementierung von Automatisierungs- und Ergonomielösungen in Logistikanwendungen eine Reduzierung körperlicher Belastungen bei der alltäglichen Aufgabenbewältigung angestrebt sowie eine Optimierung der Arbeitsprozesse beabsichtigt.¹⁰

Beginnend auf der Seite des Beschaffungsmarktes (Input) verläuft die Lieferkette über die Produktion (Throughput) bis hin zum Absatzmarkt für fertige Erzeugnisse (Output). So gehören die Beschaffungs- und Distributionslogistik zu Aufgabenbereichen, die eine Schnittstelle zu den jeweiligen Märkten bilden. Die Produktionslogistik hingegen ist auf den innerbetrieblichen Prozess ausgerichtet.¹¹ Die TUL-Prozesse fokussieren sich hierbei auf die Kerntätigkeiten der physischen Logistikabwicklung. Dazu zählt die räumliche Überbrückung zur Verteilung wirtschaftlicher Aktivitäten (Transport), die Veränderung von Güterzuordnungen innerhalb einer Transportkette, wie beispielsweise durch das Aus- und Umpacken (Umschlag) und die geplante Überbrückung zwischen ein- und ausgehenden Gütern (Lagerung). Darüber hinaus werden den TUL-Prozessen ergänzend die Tätigkeiten der Materialbereitstellung

⁷ Vgl. Martin (2016).

⁸ Vgl. Prajogo et al. (2016), S. 220-221; Gulc (2017), S. 255.

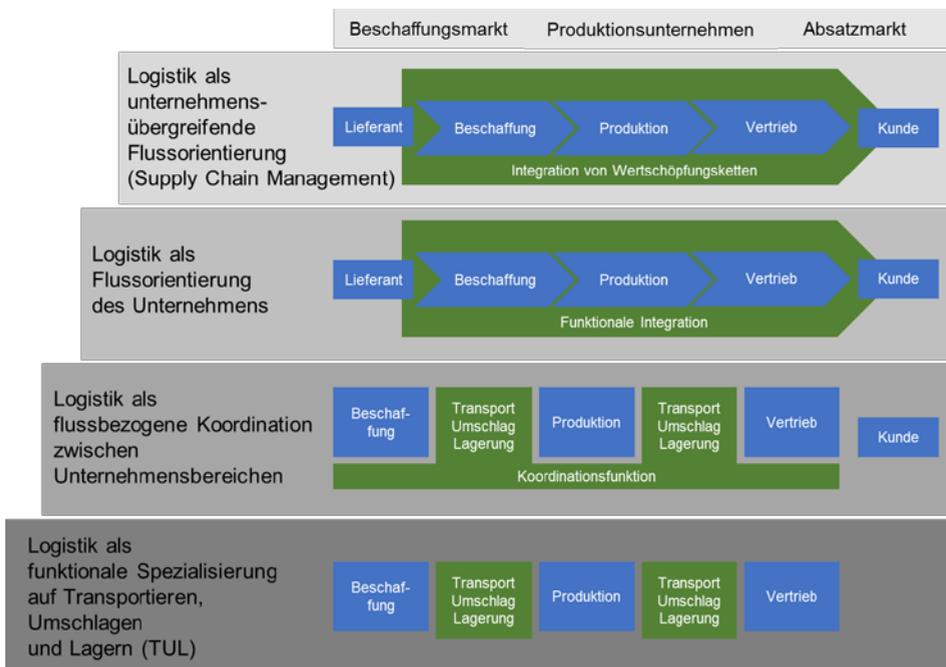
⁹ Vgl. Göpfert (2016), S. 54; Muchna et al. (2018), S. 78.

¹⁰ Vgl. Prajogo et al. (2016), S. 220-221; Atkinson (2017), S. 49ff.

¹¹ Vgl. Göpfert (2016), S. 41; Martin, 2016.

(Kommissionierung), sowie des ladungssicheren Verpackens zugeordnet.¹² Bezugnehmend auf die vier Entwicklungsstufen der Unternehmenslogistik ist festzuhalten, dass der klassische TUL-Prozess zwar nach wie vor die Basis bildet, jedoch über die Jahre hinweg intensiv in einem gesamtheitlichen SCM verankert wurde. Die folgende Abbildung veranschaulicht den gesamtheitlichen Logistikprozess einer Unternehmung aus Sicht des produzierenden Gewerbes und stellt die TUL-Prozesse in Verknüpfung mit den Kernbereichen einer Lieferkette zusammenhängend dar:

Abbildung 1: Strukturelle Entwicklung der Unternehmenslogistik



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Weber (2002), Baumgarten (2008) und Martin (2016).

¹² Vgl. Martin (2016); Liebethuth (2016), S. 9-10.

3 Ergonomieorientierte Arbeitswelten in der Logistik

Der demografische Wandel und eine älter werdende Gesellschaft in vielen Industriestaaten gehen mit der Notwendigkeit eines ergonomischen Arbeitsplatzdesigns einher. Dieser Bedarf wurde in Wissenschaft und Praxis erkannt und in den letzten Jahren zunehmend diskutiert. Unter Ergonomie wird in diesem Zusammenhang die Wissenschaft zwischen menschlicher und automatisierter Arbeit verstanden, deren Kernziel die Optimierung der Arbeitsbedingungen unter Beachtung menschlicher Fähigkeiten und Leistungsgrenzen ist.¹³ Dabei gilt es, sowohl den Arbeitsablauf am menschlichen Körperbau auszurichten, als auch die produktionsseitige Anordnung von Werkstücken und -zeugen optimal zu gestalten. Insbesondere bei sich wiederholenden Arbeiten, Verrichtungen mit häufigen Hebe- und Senkbewegungen und Tätigkeiten unter hohen Lastenhandhabungen ist eine ergonomische Arbeitsplatzgestaltung unabdingbar.¹⁴ Bezugnehmend auf die Produktivität einer Unternehmung führen gesundheitsbedingte Ausfallzeiten von Mitarbeitern durch arbeitsbedingte Erkrankungen des Bewegungsapparats zu einer Minimierung dieser Leistungskennzahl. Diese Ausfallzeiten verursachen den Unternehmen jährlich Kosten im mehrstelligen Millionenbereich.¹⁵ Der ökonomische Schaden von Muskel-Skelett-Erkrankungen (MSE) in der EU beispielsweise wird insgesamt auf 0,5 – 2 Prozent des Bruttosozialproduktes geschätzt.¹⁶

In diesem Zusammenhang bergen Intralogistik-Aktivitäten ein hohes Risiko, MSE zu erleiden (gemäß Schneider und Irastorza (2010) um bis zu 75% höher im Vergleich zum Durchschnittsangestellten in der EU), da diese Tätigkeiten oft arbeits- und zeitintensiver sind.¹⁷ Ergonomie im weiteren Sinne befasst sich jedoch nicht nur mit dem Arbeitsplatzdesign, sondern auch mit den verwendeten Arbeitsmitteln, um insbesondere auch einen hohen Arbeitsschutz zu gewährleisten. Ökonomische Auswirkungen dieser Arbeitsplatzgestaltung dürfen jedoch nicht in den Hintergrund fallen. So ist eine Betrachtung der Kostenstruktur in der Argumentationskette für ergonomische Arbeitsplätze unvermeidbar. Dabei

¹³ Vgl. Vink et al. (2006).

¹⁴ Vgl. Otto et al. (2017).

¹⁵ Vgl. Hendrick (2003); Otto et al. (2017).

¹⁶ Vgl. Buckle und Devereux (1999).

¹⁷ Vgl. Grosse et al. (2015).

beziehen sich die zu untersuchenden Kosten nicht nur auf die Implementierungsmaßnahmen, sondern vielmehr auf angrenzende Determinanten. Neben einer Analyse anfallender Kosten für externe Beratertätigkeiten, ist die interne Personalkostenstruktur ebenso in die Betrachtung mit einzubeziehen, wie auch die Personalausfallkosten und reduzierte Produktivitätszeiten während der Implementierungsphase.¹⁸ Im europäischen Kontext wurde der Zusammenhang zwischen Arbeitsschutz (durch Investition in Ergonomieunterstützung und Automatisierungstechnik) und ökonomischer Produktivität bereits durch mehrere Studien belegt. Die Umsetzung ergonomischer Arbeitsplätze ist zunehmend auch durch sozial-, und arbeitsrechtsrelevante Aspekte geprägt. So zählt die Aussicht auf Reduzierung von Arbeitsunfällen und Verletzungen während des Arbeitsprozesses zu den stärksten Argumenten für ergonomische Anwendungen.

Das aktuelle Kapitel soll auch die manuellen Tätigkeiten innerhalb des TUL-Prozesses, insbesondere der Umschlag-Prozesse, veranschaulichen und auf diese Weise mögliche Optimierungspotentiale aufzeigen. Unter dem Begriff der manuellen Tätigkeit werden in diesem Zusammenhang berufliche Handarbeiten mit einem hohen Grad an Wiederholungen verstanden. Unterschieden werden hierbei Arbeiten mit einer Aufbringung geringer Körperkräfte und Arbeiten mit erhöhten Kraftanstrengungen.¹⁹

Zu dem Umschlagprozess zählen die Tätigkeiten des Be- und Entladens von Transportmitteln sowie die Ver- und Umladung von Transportgütern. Zusätzlich dazu ist dieser Aufgabenschwerpunkt durch die Sortierung sowie die Ein- und Auslagerung von Transportgütern charakterisiert. Dabei stellt dieser Prozess eine Verbindung zwischen den einzelnen Transportabschnitten dar, die den außer- und innerbetrieblichen Materialfluss gewährleisten und bei gebrochenen Transportwegen einen Weitertransport zum Zielort ermöglichen. So wird der Umschlagprozess als Schnittstelle zwischen verschiedenen Transport- und Lagerprozessen verstanden. Hierzu werden die Arbeitsschritte unter dem Einsatz von automatisierten Arbeitsmitteln wie Krananlagen und Gabelstaplern durchgeführt und durch mechanisierte, teilautomatisierte Handgabelhubwagen ergänzt. Die manuell anfallenden Tätigkeiten des Logistikpersonals ist zunächst vergleichbar mit dem Arbeitsaufkommen des Transportprozesses und

¹⁸ Vgl. Hendrick (2003).

¹⁹ Vgl. BAUA (2018).

beschränkt sich in diesem Zusammenhang auf sich wiederholende Zieh-, Schiebe-, und Senkbewegungen und Umschlag Tätigkeiten in sitzender Positionen auf den entsprechenden Arbeitsmitteln.²⁰

Hinzukommend wird der Logistikprozess des Umschlags durch das Angebot von VAS erweitert und in Form von veredelnden Kommissionier-, Co und Re-Packing-Tätigkeiten wertsteigernd ergänzt. Zu diesem Aufgabenportfolio zählen Zusammenstellungen und Verpackungsdienstleistungen, die nach Auftragsvorgabe der Kunden abgearbeitet werden. In diesem Zusammenhang üben Logistikdienstleister Produktions- und Verpackungstätigkeiten als verlängerte Arme der Markenhersteller aus.²¹ Dieses Aufgabengebiet ist mit den nachfolgenden manuellen Tätigkeiten des Logistikpersonals verbunden:²²

- Heben
- Senken
- Halten
- Tragen

Dabei ist der Grad der physischen Belastung insbesondere bei den vorgenannten Tätigkeiten als hoch einzuordnen. Durch eine übermäßige, repetitive Belastung des Muskel-Skelett-Systems sind langfristig Erkrankungen bei den betroffenen Mitarbeitern zu erwarten.²³ Die nachfolgende Abbildung 2 veranschaulicht die einzelnen Belastungszonen, die bei der Ausübung von manuellen Kommissioniertätigkeiten strapaziert werden.

Es ist auffällig, dass insbesondere die Schulter- und Wirbelsäulenregion unter erhöhter Lasteneinwirkung beansprucht werden. Häufige Hebe- und Senktätigkeiten in unüblichen Körperhaltungen führen zu einer Überforderung des Muskel-Skelett-Systems und langfristig zu Rückenbeschwerden und Verspannungen im Nackenbereich der Mitarbeiter. Angemessene Bewegungspausen und eine Vermeidung von konstant anspannenden Tätigkeiten helfen einer Fehlbelastung vorzubeugen.²⁴

²⁰ Vgl. Freudl und Günthner (2000), S. 25; Fleischmann (2008), S. 7.

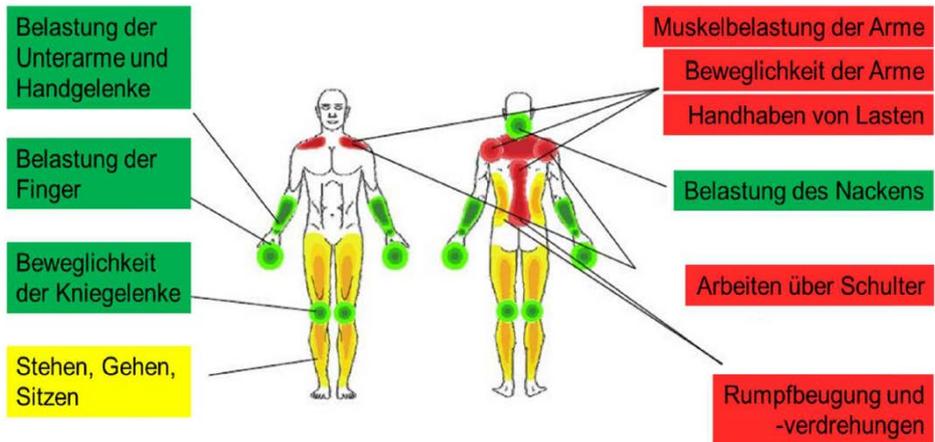
²¹ Vgl. Olya et al. (2017), S. 334ff.

²² Vgl. Walch (2011), S. 47ff.

²³ Vgl. IFA Institut für Arbeitsschutz (2018).

²⁴ Vgl. Steinberg et al. (2014), S. 7; IFA Institut für Arbeitsschutz (2018).

Abbildung 2: Körperliche Belastungszonen bei Kommissioniertätigkeiten



Quelle: Eigene Darstellung nach Walch (2011), S. 81.

4 Methodik

Die Fallstudienmethodik wird als geeignetes Instrument beschrieben, um das „Wie“ und „Warum“ von Forschungsfragen zu beantworten.²⁵ Unter der Berücksichtigung der Forschungsfrage, wie der Einsatz von Automatisierungs- und Ergonomielösungen ganzheitliche Konzepte der Arbeitsplatzgestaltung vor dem Hintergrund des demografischen Wandels gezielt fördern kann, ist die Fallstudienmethodik als geeignetes Vorgehen anzusehen. Qualitative Fallstudien beruhen hierbei häufig auf Interviewdaten, um Alltagstheorien und latente Sinnstrukturen der Befragten zu erfassen. Offene Leitfadenterviews sind gerade in frühen Projektphasen sinnvoll, um relevante Themenfelder zu identifizieren und individuelle Handlungsmuster der Befragten zu erkennen. Entsprechend wurden acht Interviews mit den im ADINA Projekt vertretenen Projektpartnern Bohnen Logistik Duisburg, FIEGE Logistik Bocholt, EJOT Bad Berleburg und EJOT Bad Laasphe geführt. Innerhalb jeder dieser vier Fallstudien wurden jeweils ein Interview mit dem Logistik-/Bereichsleiter des Standortes sowie jeweils ein Interview mit einem Schichtleiter des betroffenen Bereiches geführt.

Unter Berücksichtigung der Gütekriterien qualitativer Forschung ist eine ausreichende Dokumentation und Fundierung der erhobenen empirischen Daten unerlässlich (siehe Kapitel 4.1).²⁶ Entsprechend wurden die geführten Interviews mit einem Diktiergerät aufgezeichnet und anschließend transkribiert. Den Befragten wurde zuvor ein strukturierter Interview-Leitfaden zur Vorbereitung auf die Gespräche zugesendet, sowie das Einverständnis zur Aufzeichnung eingeholt (siehe Kapitel 4.2). Die Transkription erfolgte nach den Transkriptionsregeln von Dresing und Pehl (2018), wobei der Inhalt des Interviews im Vordergrund stand. Geschwindigkeit, Lautstärke und paraverbale Äußerungen werden nicht in das Transskript übernommen, da nicht erwartet wird, dass diese weitere signifikante Erkenntnisse liefern würden.

Die Auswertung und inhaltliche Analyse des Interviewtranskripts erfolgte im Rückgriff auf die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring.²⁷ Bei der Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) geht es darum, Texte systematisch zu

²⁵ Vgl. Yin (1994).

²⁶ Vgl. Voss et al. (2002).

²⁷ Vgl. Mayring (2015).

analysieren, indem Material entlang eines Kategoriensystems schrittweise und theoriegeleitet bearbeitet wird. Die qualitative Inhaltsanalyse ermöglicht es entsprechend „das *technische Know-How im Umgang mit großen Textmengen [zu] verwenden, um auch stärker interpretative Textanalysen intersubjektiv überprüfbar durchzuführen.*“²⁸ Zuvor in der Literatur identifizierte, relevante Kategorien stellten die Grundlage für das deduktive Vorgehen bei der qualitativen Auswertung der empirischen Interviewdaten dar (siehe Kapitel 4.3). Ergebnis soll es sein, dass am Ende der latente Sinn des Textes im Kategoriensystem enthalten ist und somit die Basis für die Analyse darstellt (siehe Abbildung 3).

„Die *Inhaltsanalyse mit ihrem sehr systematischen Vorgehen eignet sich besonders für eine Umsetzung am Computer.*“²⁹ Deshalb wurde das Transkript mithilfe des Programms MAXQDA analysiert, wobei einzelne Textpassagen den Codes des zuvor gewählten Codebaums zugeordnet wurden. Die systematische Suche nach sich wiederholenden Mustern steht hier im Vordergrund. Um einen ersten, theoriebezogenen Beitrag durch diese Fallstudie zu leisten, wurden Muster gesucht, indem eine Gruppe oder Kategorie aus dem Codebaum ausgewählt und innerhalb der gewählten Gruppe nach Gemeinsamkeiten oder Unterschieden zum Codebaum bzw. der vorhandenen Literatur gesucht wurde (siehe Kapitel 4.4).³⁰

4.1 Methodische Grundsätze der vorliegenden Studie

Durch die qualitative Inhaltsanalyse werden Textinterpretationen durch inhaltsanalytische Regeln beschreib- und überprüfbar. Folglich zielt der Einsatz dieser Analysemethode in erster Linie darauf ab, eine Zusammenfassung des Textes und den darin enthaltenen Sinn darzustellen. Dies geschieht in Form von Kategorien, die somit einen wesentlichen Einfluss auf den Interpretationsspielraum einer Forschungsarbeit haben. Zum besseren Verständnis werden die methodischen Grundsätze nach Mayring (2010) nachfolgend aufgeführt und deren Inhalte kurz zusammengefasst:³¹

²⁸ Vgl. Mey und Mruck (2010), S. 602.

²⁹ Vgl. Mayring (2015), S. 115.

³⁰ Vgl. Voss et al. (2002), S. 214.

³¹ Vgl. Mayring (2010), S. 602; Ramsenthaler (2013), S. 23ff.; Kuckartz (2016), S. 48.

- Einordnung in ein Kommunikationsmodell
- Regelgeleitetheit
- Kategorien im Zentrum
- Gütekriterien

Einordnung in ein Kommunikationsmodell

Bei der Einordnung in ein Kommunikationsmodell geht es darum, dem Leser Informationen über die Rahmenbedingungen zu der Forschungsarbeit zu präsentieren. So ist an dieser Stelle weniger der zu analysierende Textinhalt von Bedeutung, sondern vielmehr das Aufzeigen von Hintergrundinformationen zum Textproduzenten und der Entstehungssituation des Textmaterials. Diese Einordnung findet im Vorfeld der Textanalyse statt.³²

Regelgeleitetheit

Die qualitative Inhaltsanalyse setzt sich durch die Berücksichtigung eines Regelwerkes von der sogenannten freien Textinterpretation ab. Mit Hilfe eines inhaltsanalytischen Ablaufmodells wird die Vorgehensweise vorgegeben und eine schrittweise Bearbeitung ermöglicht. Neben der Definition von Analyseeinheiten wie Kodier-, Kontext- und Auswerteeinheiten zählt die Bildung eines Kategoriensystems zu den reglementierten Rahmenbedingungen. Diese Verfahrensweise ermöglicht eine gesamtheitliche Analyse sämtlicher Bedeutungsstrukturen innerhalb des Textmaterials.³³

Kategorien im Zentrum

Im Rahmen des Ablaufmodells bildet die Textauswertung anhand zuvor festgelegter Kategorien den Kern einer qualitativen Inhaltsanalyse. Die Kategorien werden hierzu im Vorfeld anhand von inhaltsanalytischen Regeln definiert und in einem Kategoriensystem fixiert. Die Kategorienbildung wird entweder induktiv durch die direkte Ableitung aus dem vorliegenden Text oder deduktiv durch eine vorab festgelegte Kategoriendefinition aus vorhandenen Literaturbausteinen gewonnen. Während deduktive Kategorien für die Analyseeinheit einmalig vergeben werden, werden induktive Kategorien

³² Vgl. Mayring (2010), S. 603; Ramsenthaler (2013), S. 24-25.

³³ Vgl. ebd.

hingegen im Verlauf der Inhaltsanalyse unter Umständen angepasst und überarbeitet, um dem Textverständnis gerecht zu werden.³⁴

Gütekriterien

Als Gütekriterien werden nach Mayring (2010) die Nachvollziehbarkeit, die Triangulation und die Reliabilität bei der Auswertung der Inhaltsanalyse hinzugezogen. Durch die Einhaltung des Ablaufmodells bleibt die Methode über die ganze Interpretationsschiene nachvollziehbar. Die Triangulation zielt in diesem Kontext auf die Vergleichbarkeit der Analyseergebnisse mit anderen Studien ab. Mit der Reliabilität ist der Grad der Zustimmung von Kategorien zu Textstellen gemeint, den es im Idealfall durch weitere Bearbeiter zu überprüfen gilt.³⁵

4.2 Experteninterviews und Leitfaden

Das Experteninterview ist ein wissenschaftliches Verfahren für die qualitative Datenerhebung von komplexen Sachverhalten. Dabei wird anhand eines vorab definierten Leitfadens das Interview mit einer Persönlichkeit geführt, die über Spezialwissen zu den zu erforschenden Themenkomplexen verfügt. In der Wissenschaft werden Experten als Quelle für über die Theorie hinausgehende Wissensbestände bezeichnet, die zur Entwicklung neuer Erkenntnisse in forschungsrelevanten Themenstellungen beitragen.³⁶

Um eine hohe Datenqualität und somit optimale Verwendbarkeit des Interviewmaterials zu ermöglichen, bedarf es einer sorgfältigen Gestaltung der Interviewrahmenbedingungen. Dazu zählt neben einer vorbereitenden Literaturrecherche, ebenso die Gestaltung der Datenerhebung sowie die Erstellung eines Interviewleitfadens.

Der Interviewleitfaden dient einer vorab definierten und systematisch gegliederten Interviewabfolge und sichert dadurch sowohl dem Befragten als auch dem Interviewer einen störungsfreien Erhebungsverlauf.³⁷ Bei der

³⁴ Vgl. ebd.

³⁵ Vgl. Mayring (2010), S. 603; Ramsenthaler (2013), S. 24-25.

³⁶ Vgl. Helfferich (2014), S. 559.

³⁷ Vgl. Helfferich (2014), S. 559-560.

Anwendung eines Interviewleitfadens wird in der Regel von einem leitfadengestützten Experteninterview gesprochen.³⁸

Der im Vorfeld inhaltlich konzipierte Interviewleitfaden wird in der nachfolgenden Tabelle 1 dargestellt. Der Leitfaden ist nach dem optimalen Interviewverlauf gegliedert und inhaltlich in vier Themenblöcke aufgeteilt. Beginnend mit einer Begrüßung und Kurzvorstellung des Interviewers und des Befragten, folgt unmittelbar danach der inhaltliche Schwerpunkt. Neben Fragestellungen zu der Prozess- und der generellen Arbeitsplatzsituation schließt sich im dritten Abschnitt eine Befragung zum Arbeitsplatzdesign an. Beschlossen wird das Interview mit dem Themenbereich rund um die Prozessintegration, bei deren Betrachtung der Einfluss von vor- und nachgelagerten Prozessen im Vordergrund steht.

Tabelle 1: Interviewleitfaden

Begrüßung und Einführung	<ul style="list-style-type: none">• Kurze Vorstellung Projekt• Bitte um Erlaubnis, das Gespräch aufnehmen zu dürfen• Kurze Selbstvorstellung des Interviewten• Welche Funktion im Unternehmen und Aufgaben aus dieser Funktion• Wo ist diese Funktion im Unternehmen einzuordnen?• Etwas über den Werdegang (Alter, Betriebszugehörigkeit, Branchenzugehörigkeit)
---------------------------------	--

³⁸ Vgl. Kaiser (2014), S. 30ff.

Prozessbeschreibung und Arbeitsplatzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> • Einordnung der betrachteten Tätigkeit des Arbeitsplatzes in den Gesamtprozess (Wareneingang, Lager, Kommissionierung, Warenausgang) • Einzeltätigkeiten, Sequenz der Tätigkeiten (inkl. Dauer) • Informationen, die der Mitarbeiter erhält und wie er sie erhält • Arbeitsplatz und verwendete Hilfsmittel (technisch, ergonomisch, logistisch) • Welche Probleme sehen Sie? • Wo haben sich die Kollegen bereits beklagt? • Wie bewerten Sie die Prozessqualität (die Qualität des Prozessergebnisses)? Wie verändert sich diese im Tages- oder Wochenverlauf? • Arbeitszeitmodelle, Pausenmodelle, Rotationsmodelle • Wie erfolgt die Einarbeitung, welche Hinweise zu Ergonomie, Gesundheitsschutz werden gegeben? • Welche Aspekte des Gesundheitsschutzes, der Ergonomie werden in Unterweisungen aufgenommen?
Arbeitsplatz-Design	<ul style="list-style-type: none"> • Wie sieht die Lager- und Kommissionier-Strategie aus? • Welche Verpackungen kommen zum Einsatz und warum? • Gibt es automatisierte Prozessschritte? Wenn ja, welche? Wenn nein, warum nicht? Sind Automatisierungen geplant? • Werden ergonomische Hilfsmittel verwendet? Wenn ja, welche? Wenn nein, was sind die Gründe dafür? • Welche Versuche den Arbeitsplatz zu verbessern gab es in der Vergangenheit? Was war erfolgreich, was nicht? Gründe für Misserfolge.

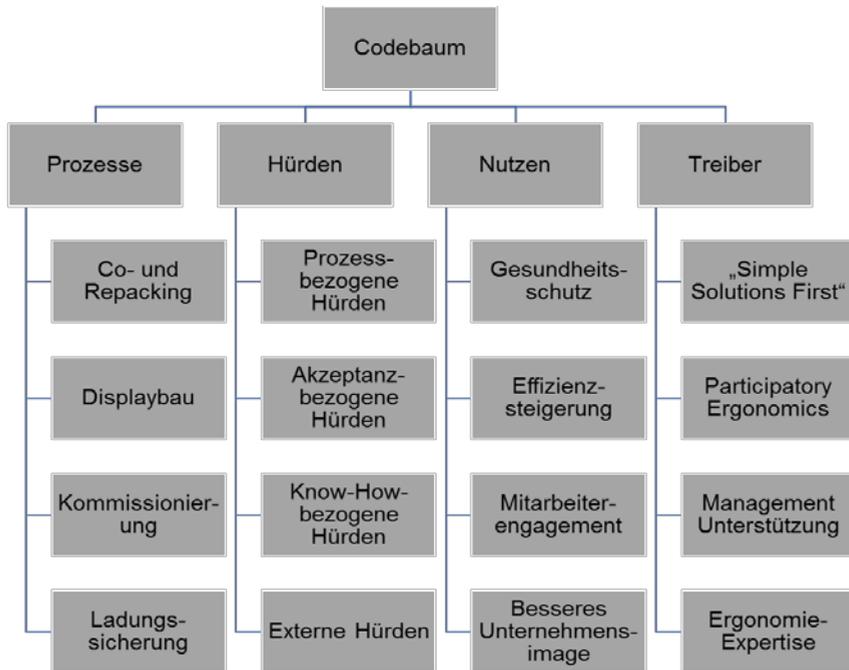
Prozessintegration	<ul style="list-style-type: none">• Welche Abhängigkeiten bestehen zu anderen Abteilungen am Standort? (Disposition, Einkauf, Verkauf (auch von den behandelten Logistikdienstleistungen))• Wie beeinflussen Entscheidungen dieser Abteilungen den Prozess? (Bestandshöhe, Lagerkapazitäten, Losgrößen)• Welche Hindernisse treten dabei aktuell auf? (Trade-offs, Gesetzliche Regulierungen)
---------------------------	---

Quelle: Eigene Darstellung.

4.3 Kategoriensystem

Die Definition der Kategorien wurde in erster Linie theoriegeleitet auf Basis der literarischen Ausführungen vorgenommen. So werden explizit die manuellen Tätigkeiten im TUL-Bereich einbezogen. Folglich stellt das Vorgehen der Identifikation von relevanten Kategorien aus der Literatur die Grundlage für die deduktive Kategorienbildung dar. Auf diese Weise wird der latente Sinn des Datenmaterials auf das gebildete Kategoriensystem übertragen. Um den gebildeten Kategorien (Codes) genügend Trennschärfe zu verleihen, wurde daran anschließend die Bildung von Unterkategorien induktiv vorgenommen. Diese wurden durch die intensive Untersuchung des Interviewleitfadens, aber auch durch eine induktive Suche nach sich wiederholenden Themenkomplexen konkretisiert. Durch die zunächst theoriegeleitete Untersuchung der Fallstudie wurden Muster identifiziert, die das gebildete Kategoriensystem auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede hin zu vorhandenen Literaturbeiträgen untersucht. Der somit abduktive Forschungsansatz wurde als geeignetes Verfahren zur Kategorienbildung angesehen. Der genutzte Codebaum (= Kategoriensystem) ist in Abbildung 3 dargestellt.

Abbildung 3: Codebaum qualitativer Inhaltsanalyse



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Hendrick (2003).

4.4 Codierung und Auswertung

Das gebildete Kategoriensystem sollte mit einem Probelauf getestet werden, in dem die Sinnhaftigkeit des Systems überprüft wird. Es wird an einem Teil des Textmaterials eine Codierung durchgeführt, die Aufschluss über die Anwendbarkeit der Kategorien gibt. Dadurch ist der Bearbeiter, oder auch Codierer genannt, in der Lage, sein Kategoriensystem bei Bedarf anzupassen und auf den vorliegenden Forschungsschwerpunkt hin zu konkretisieren.³⁹

Einhergehend mit der Codierphase schließt sich der Vorgang des Codierens an die vorherigen Arbeitsschritte an. Wesentlicher Bestandteil dieser Phase ist die

³⁹ Vgl. Mayring (2010), S. 609; Ramsenthaler (2013), S. 28ff.; Kuckartz (2016), S. 64ff.

Zuordnung der relevanten Informationen zu den gebildeten Kategorien. Je nach Umfang des auszuwertenden Datenmaterials bietet sich hier zunächst eine Reduktion durch Selektion der kategorienrelevanten Textpassagen an. Durch eine weitere Bündelung werden die Kernaussagen gefiltert, zusammengefasst und übersichtlich auswertbar.⁴⁰

Anschließend wird das codierte Material ausgewertet. In dieser Phase gilt es, die herausgefilterten Textstellen auf Redundanzen und Widersprüche hin zu untersuchen. Auffälligkeiten und erste Ideen sind daraufhin gezielt herauszuarbeiten, um im Anschluss daran die Analyseergebnisse in Bezug auf die Forschungsfrage hin zu diskutieren. So ist es ratsam, die empirischen Ergebnisse in Hinblick auf zukünftige Bedarfe, Konsequenzen oder Thesen zu beurteilen. Eine zusammenfassende Ergebnisdarstellung schließt die Auswertungsphase ab.⁴¹

Die Ergebnisse der Auswertung der Fallstudien werden in den nächsten Kapiteln beschrieben.

⁴⁰ Vgl. Mayring (2010), S. 603ff.; Kuckartz (2016), S. 41ff.

⁴¹ Vgl. Kuckartz (2016), S. 41ff.

5 Fallstudien-Analyse

Die Entwicklungsarbeiten im Projekt ADINA erfolgen im Rückgriff auf die Forschungs- bzw. praktischen Vorarbeiten der involvierten Projektpartner, insbesondere die Firmen Bohnen Logistik GmbH & Co. KG, Niederkrüchten (im Folgenden mit Bohnen bezeichnet), FIEGE Logistik Stiftung & Co. KG in Bocholt (nachfolgend mit FIEGE genannt) sowie EJOT Holding GmbH & Co. KG, Bad Berleburg und Bad Laasphe (im Folgenden mit EJOT bezeichnet). Die für das Projekt wichtige aktive Einbindung der Anwendungspartner zeigt insbesondere die Praktikabilität der Lösungen auf und bietet vielfältige Möglichkeiten des Wissenstransfers.

5.1 Bohnen Logistik Duisburg

Der Projektpartner Bohnen betreibt im Duisburger Logport einen Lagerstandort mit einer Gesamtfläche von 40.000 m², der branchenüblich in einigen logistischen Teilprozessen durch manuelle Kommissionier- sowie Co- und Re-Packing-Tätigkeiten (Umpackprozesse) unter anderem für die Konsumgüterbranche bestimmt wird.

Ausgewählte Prozesse bei Bohnen

Insbesondere die logistischen Abläufe des Co-Packing erfordern durch ihre weitreichenden Individualisierungsmöglichkeiten, die in Abhängigkeit zu den jeweiligen Kundenanforderungen stehen, in besonderer Weise prozessuales Know-How und handwerkliches Geschick der ausführenden Mitarbeiter. So müssen beispielsweise festgelegte, aber veränderbare Packschemata eingehalten werden. Beim sog. Displaybau, welcher als Co-Packing-Prozess angesehen werden kann, werden insofern definierte Lagereinheiten unter Berücksichtigung ihrer Artikelzuordnung, der erforderlichen Menge, zu beachtender Chargen und weiterer produktspezifischer Merkmale kommissioniert und durch individualisierter Bereitstellung auf Warenpräsentationsträgern (Displays) für die Zweitplatzierung im Handel vorbereitet. Um eine durchgängige und nachvollziehbare Rückverfolgbarkeit zu gewährleisten, erfolgen alle logistischen Aktivitäten systemgeführt, welche den Lagermitarbeitern eine anhand unterschiedlicher Parameter definierte Bearbeitungs- und Auftragsreihenfolge vorgibt. Prozessbegleitend erfolgen neben lagerbewegungsrelevanten Systembuchungen per Scanner oder Sprachsteuerung (voice picking) im Weiteren (teil-)automatisierte

Verpackungstätigkeiten. In Abhängigkeit von den Kundenanforderungen setzt Bohnen automatische Palettenwickelmaschinen ein, die produktabhängige Folierungsvorgänge vollziehen. Darüber hinaus finden im Rahmen der heutigen Logistikabwicklung ebenso manuelle Verpackungstätigkeiten, z. B. in Form von Ladungsträgerkonsolidierungen oder Palettenkopfwicklungen statt, die aufgrund fehlender oder nicht vollständig prozessual integrierbarer Anbieterlösungen bislang nicht automatisiert werden konnten.

Ergonomische Herausforderungen

Von ergonomischer Seite stellt insbesondere das Heben, Bücken und Senken beim Umpacken eine körperliche Belastung dar. Zu den weiteren bekannten Herausforderungen gehören auch einseitige Belastungen in Folge von monotonen Arbeitsvorgängen, die allerdings durch organisatorische Maßnahmen, z. B. Job-Rotation, bereits gemindert werden konnten. Die körperliche Beanspruchung soll insgesamt durch die Minimierung körperlicher Anstrengung reduziert werden, wenngleich hier technische Lösungen hinsichtlich zu erwartender Mengenschwankungen notwendig erscheinen. Bohnen sieht für diese manuellen Teilprozesse Optimierungspotentiale durch Automatisierung, die sich insbesondere durch ergonomische Arbeitsweisen durch den Einsatz von technischen Hilfsmitteln kennzeichnen und damit eine nachhaltige gesundheitliche Unterstützung für die Mitarbeiter darstellen, ebenso aber diese Prozessbereiche noch stärker für weitere Mitarbeitergruppen öffnen. Insofern soll die Arbeitsqualität für das gewerbliche Lagerpersonal verbessert werden, da die bestehenden Arbeitsabläufe, trotz aktiver Nutzung vieler bereits etablierter Lagerhilfsmittel (persönliche Schutzausrüstung, Gabelstapler, angetriebene Handhubwagen, unterstützte Hebe- und Senkvorgänge etc.) und einer prozess- und bereichsübergreifenden Qualifizierung der Mitarbeiter zur Realisierung von Job-Rotation-Modellen, als schwere körperliche Arbeit einzustufen ist. Entsprechend werden im Folgenden Hürden und Treiber für eine Implementierung weiterer Automatisierungs- und Ergonomielösungen diskutiert.

Hürden

Bei der Betrachtung von Hürden, die einen Einsatz (teil-)automatisierter Techniklösungen einschränken können, sind im Wesentlichen prozess-, akzeptanz- und Know-How-bezogene Hürden, die aus internen und/oder externen Einflussfaktoren resultieren können, zu unterscheiden. Die zuerst genannten Teilbereiche (Prozess/Lösung) verstehen sich insofern als nicht

personalbezogene Merkmale, währenddessen für die zuletzt genannten zumindest eine gewisse Personalabhängigkeit zu vermuten ist.

Bohnen hat bereits verschiedene Unterstützungstechnologien in unterschiedlicher Ausprägung und Umfang in Zusammenarbeit mit Technikanbietern erprobt. Ohne Detailbenennung aller einzelnen getesteten Einrichtungen, lassen sich die eingesetzten unterstützenden Techniken als Höhenausgleichsvorkehrungen, Lasthebevorrichtungen, erweiterte persönliche Schutzausrüstungen und unterstützt angetriebene Flurförderfahrzeuge klassifizieren. Auch wenn die Mitarbeiter durch Bohnen aktiv in die Bestimmung der vorzusehenden technischen Einrichtungen einbezogen und die finale Auswahl ebenso durch entsprechende Prozessanalysen validiert wurden, konnte nur anfänglich, in den ersten Wochen nach Implementierung der Lösungen, eine positive Annahme der unterstützenden Techniken durch die gewerblichen Mitarbeiter verzeichnet werden.

„Am Anfang [sind die Unterstützungstechnologien] erst einmal positiv bewertet wurden und auch positiv angenommen wurden, und irgendwann dann aber nicht mehr verwendet wurden.“

Insofern wurden zunächst insbesondere (körperlich) erleichterte Arbeitsabläufe bestätigt, wenngleich die gewerblichen Mitarbeiter ebenso einen erhöhten Bedarf an vorbereitenden Tätigkeiten mit verlängerten Rüstzeiten im Vergleich zur manuellen Abwicklung vermuteten. Eine solche Wahrnehmung liegt nahe, da Anpassungen in prozessualen Abläufen zumeist einer vorlaufenden Veränderungs- und Lernkurve unterliegen, bis diese als vollständig integriert und optimiert angesehen werden können. Erst dann ist Mitarbeiterakzeptanz in Bezug auf die vorgenommene Anpassung zu verzeichnen (vgl. Change-Kurve) und für die Mitarbeiter eine positive Veränderung erlebbar, die sich wiederum in einem erhöhten Mitarbeiterengagement widerspiegelt.

Vor dem Hintergrund eines zunächst temporär angelegten Techniktestes durch Bohnen konnte die Akzeptanz der gewerblichen Mitarbeiter nicht vollständig erreicht werden, sodass diese eine Nutzung der technischen Einrichtungen teilweise aus Gründen des Handlings und der notwendigen Prozesszeit ablehnten und eine Rückkehr zur manuellen Prozessdurchführung empfahlen. Durch die aktive Einbeziehung der gewerblichen Mitarbeiter in den Testumfang durch Bohnen und die Möglichkeit einer mitarbeiterseitigen Gestaltung des Testverlaufs konnte trotz teilweiser Ablehnung der technischen

Unterstützungslösungen kein negativer Einfluss auf das Mitarbeiterengagement festgestellt werden, sondern eher die Motivation, gemeinsam mit dem Management in entsprechenden Lösungsalternativen zu denken.

Hiermit geht einher, dass trotz erforderlicher und erfolgter Mitarbeiterbeziehung (Participatory Ergonomics) in die Technikauswahl nicht in jedem Fall davon auszugehen ist, dass die ausführenden Personen über umfassende Ergonomie-Expertise verfügen. Hierin liegt eine weitere Hürde, welche die Umsetzung von (teil-)automatisierten Lösungen einschränken kann. Gegebenenfalls ist insofern das Verständnis der ausführenden Personen über den Einsatz von und den Umgang mit technischen Unterstützungseinrichtungen nicht ausreichend, um nicht nur kurzfristige Optimierungen (bessere Ressourcenauslastung, Prozesszeitverkürzung etc.), sondern auch mittel- und langfristige positive Begleiteffekte (Gesundheitsförderung, flexiblere Prozessgestaltung, Mitarbeiterengagement usw.) vollständig zu überblicken.

Unter Beachtung des zuvor beschriebenen Verhaltensmuster bei Veränderungen und der Wichtigkeit einer aktiven Mitarbeiterbeziehung kann in Bezug auf mögliche Hürden einer (teil-)automatisierten Implementierung von technischen Unterstützungslösungen herausgestellt werden, dass ein ausreichender Testzeitraum mit parallel erfolgender kontinuierlicher Prozessoptimierung unter aktiver Einbeziehung der handelnden Mitarbeiter unabdingbar und die erforderlichen Maßnahmen unter Bereitstellung aller notwendigen Ressourcen durch das Management proaktiv zu unterstützen ist. Neben den intern zu beeinflussenden Hürden wirken jedoch auch externe Faktoren auf die Umsetzungsmöglichkeit und den Umsetzungserfolg von (teil-)automatisierten Unterstützungslösungen. So verfügt Bohnen ebenso über vollständig automatisierte Techniklösungen, die in die Gesamtprozessabläufe am Standort und damit in die Wertschöpfungskette der Kunden integriert sind. Beispielsweise übernimmt eine Umpackanlage eine vollautomatisierte Überführung von Getränkeeinzelflaschen in Getränkekästen (siehe Abbildung 4). Die Nutzung von Synergien zwischen derartigen bestehenden Anlagen und neu einzurichtenden (Teil-)Automatisierungslösungen wurde durch Bohnen bereits forciert, stellt jedoch insofern eine Herausforderung dar, da entsprechende Anlagen zumeist auf einen spezifischen Anwendungsfall hin konzipiert werden und damit eine große Variantenvielfalt an Produkten, einhergehende Produktweiterentwicklungen und Veränderungen in den der Planung zu Grunde liegenden Prozessabläufen nicht umfassend abbilden können. Bohnen hat

entsprechend eine Vollautomatisierung in den Prozessen des Co- und Re-Packing nicht weiterverfolgt.

„Leider haben sich diese Pläne [einer Vollautomatisierung] immer [...] verworfen, da es tatsächlich sehr viele unterschiedliche Varianten an Artikeln und auch entsprechenden Endprodukten gibt, die auf unterschiedlichste Weise zusammengeführt werden müssen, unterschiedliche Packmuster, unterschiedliche [Abmessungen].“

Abbildung 4: Vollautomatisierte Überführung von Getränkeeinzelflaschen in Getränkekästen



Bildquelle: Bohnen Logistik.

Es ist insofern festzuhalten, dass externe Einflussfaktoren, die als Markt-, Abwicklungs- oder Kundenanforderungen als gegeben und zumindest als schwer beeinflussbar anzusehen sind, ebenso eine Hürde für die Implementierung und Umsetzung von (teil-)automatisierten technischen Unterstützungen darstellen. Diese Hürde ergibt sich maßgeblich aus stetig veränderbaren und ebenso vielfältigen Rahmenbedingungen, die unter dem Begriff der Dynamik zusammengefasst werden können und ebenso aus diversen markt-, kunden- oder prozesseitigen Anforderungen, welche die Komplexität der

Dienstleistungserbringung beeinflussen. Die Verbindung dieser beiden Einflusstrome, die als Dynaxität bezeichnet werden kann, wirkt maßgeblich als Hürde entsprechend technisierter Automatisierungslösungen.

Nutzen

Die benannten Hürden können, wie zuvor dargestellt, bei Umsetzung entsprechender Maßnahmen und einem gezielten Management eines Technisierungsprozesses ebenso als Chancen verstanden werden, welche die Implementierung und nachhaltige Nutzung (teil-)automatisierter Unterstützungstechniken treibt. Insbesondere hervorgehoben sei in Bezug hierauf das nutzbare Mitarbeiterengagement, das einen der wichtigsten Treiber, gleichwohl aber Nutzen, von Automatisierungen darstellt. Dies resultiert auch daraus, dass eine fortschreitende Technisierung eine Veränderung des jeweiligen Berufsumfeldes bedingen kann. Exemplarisch hierfür steht der Höherqualifizierungsgrad der gewerblichen Mitarbeiter und die Öffnung bislang körperlich sehr anstrengender Tätigkeiten für neue Mitarbeitergruppen. Einen weiteren Einfluss hierauf übt ebenso eine mögliche Verbesserung des Arbeitsumfeldes durch Modernisierung aufgrund Technisierung, was ebenfalls als Nutzen zur gezielten Erhöhung und zur Beibehaltung des Mitarbeiterengagements angesehen werden kann. Bohnen ermöglichte die beschriebene Technisierung in diesem Zusammenhang die Weiterqualifizierung von gewerblichen Mitarbeitern für umfassendere und komplexere Arbeitsabläufe und damit für diese eine Aufwertung des Berufsbildes.

Um die durchaus komplexen (Teil-) Automatisierungsabläufe möglichst effizient, vor allem aber auch für die ausführenden Personen verständlich abzubilden, setzt Bohnen hieraus resultierende Prozessoptimierungen nach der Maßgabe „Simple Solutions First“ um. Dies erfolgt vor dem Hintergrund einer aktiven Beteiligung der ausführenden Personen an veränderte Prozessabläufe und Arbeitsplatzstrukturen und ebenso aus Gründen einer kontinuierlichen Prozessabsicherung ohne maßgeblichen Einbezug zusätzlicher Ressourcen für diese Maßnahmen. So werden beispielsweise in einzelnen Teilprozessen durch Bohnen, abweichend von sonst standardmäßig genutzten Funkverbindungen, kabelgebundene Scanner eingesetzt. Hierdurch wird unter anderem eine fehlerhafte Labelung von Paletten aufgrund Vertauschung vermieden sowie Laufwege auf ein prozesserforderliches Maß reduziert. Trotz entsprechender

Automatisierungstechnik werden die Prozesse insofern mehrstufig, nämlich systemgestützt, prozessual und physisch, abgesichert. Für den Prozessbereich des Re-Packing werden daher weiterhin personalbezogene sowie material- und equipmentbezogene Nutzen in der (Teil-)Automatisierung der Zu- und Abläufe der Waren zu den Umpackstationen gesehen.

„Wenn man diesen Prozess [...] auf eine ergonomische Höhe bringt und dann [...] nur noch dafür sorgt, dass die [Produkte] nur noch in eine gewisse Anordnung umgeschoben oder umgesetzt werden müssen, gar nicht mehr großartig angehoben werden müssten, dann wäre das [...] schon eine große Erleichterung, eine große Hilfe, [...] denn der nachlaufende Prozess wäre dann natürlich auch wieder wesentlich sicherer.“

Mögliche Lösungsalternativen einer technischen Unterstützung könnten beispielsweise in Form einer angetriebenen Bandzuführung der erforderlichen Produkte in Kombination mit einer Höhenausgleichvorrichtung umgesetzt werden. Hierdurch würden nicht nur die eingangs beschriebenen Nutzen einer (Teil-)Automatisierung im Sinne des Mitarbeiterengagements und eines dauerhaften Gesundheitsschutzes der Mitarbeiter erreicht werden, sondern ebenso diese mit einer grundsätzlichen Prozessabsicherung einhergehen, die durch eine Fehlervorbeugungsstrategie durch die Technisierung begünstigt wird. Insofern sieht Bohnen in der ergonomischen Optimierung der relevanten Teilprozesse durch (Teil-)Automatisierung einen entscheidenden Erfolgsfaktor, der vor dem Hintergrund aller möglichen Hürden zu betrachten ist.

Zusammenfassend lässt sich insofern herausstellen, dass Nutzen und Treiber (teil-)automatisierter Unterstützungslösungen in ihrer Bedeutung als Einheit verstanden werden müssen und nicht voneinander abgegrenzt anzusehen sind. Die gewünschten Ergebnisse derartiger Technisierungsmaßnahmen sind unter Abwägung von möglichen Hürden auf Teilprozesse zu reflektieren und hierbei durch geeignete Nutzen und Treiber (aktive Einbeziehung von Mitarbeitern, umfassende, langfristig angelegte Testphasen, Darlegung von Umfang und Ziel möglicher ergonomischer Unterstützungen, Gesundheitsförderung, Prozessoptimierung, Aufwertung von Tätigkeiten etc.) durch ein proaktives Management der Maßnahme und der einhergehenden Veränderungen gezielt voranzutreiben. Sofern etwaige Faktoren hierbei unberücksichtigt bleiben oder nicht ausreichend beleuchtet werden, kann dies einen negativen Gesamteinfluss auf die Implementierung und dauerhafte Umsetzung von (teil-)automatisierten

Unterstützungslösungen üben, die den Erfolg der entsprechenden Maßnahmen einschränken.

5.2 FIEGE Logistik Bocholt

„Die FIEGE Gruppe mit ihrem Stammsitz im westfälischen Greven gehört zu den führenden Logistikanbietern in Europa und hat sich auf effiziente Logistiklösungen spezialisiert. Mit über 12.000 Mitarbeitern an 185 Standorten in 15 Ländern ist FIEGE international tätig.“⁴²

FIEGE ist als Full-Service Logistikdienstleister insbesondere in den Branchen Fashion, Healthcare, Industriegüter, Konsumgüter sowie in der Automobil- und Medienlogistik aktiv. FIEGE bietet für diese Branchen ein weites Spektrum an logistischen Lösungen. Am Standort Bocholt arbeiten derzeit auf 70.000 m² Lagerfläche 350 Mitarbeiter für Kunden aus der Konsumgüterindustrie, um u. a. die Prozesse des Co- und Repacking sowie des Displaybau als VAS abzuwickeln. In der Vergangenheit hat FIEGE bereits für mehrere Anwendungen der Kontraktlogistik (Kommissionierung, Ein- und Auslagerung, VAS) Automatisierungstechniken geprüft und auch fallweise eingesetzt, beispielsweise im Zusammenhang zweier Anlageninvestitionen für die Palettierung und Flaschenbearbeitung (insbesondere Ladungssicherung durch Folierung). Das Unternehmen sieht jedoch weiterführend umfangreiche Potentiale für den Einsatz moderner Automatisierungstechnik insbesondere vor dem Hintergrund zunehmender Schwierigkeiten in der Personalgewinnung für derartige Prozesse in der Kontraktlogistik.

Ausgewählte Prozesse bei FIEGE

Ähnlich wie bei Bohnen weisen die Prozesse des Co- und Re-Packing noch weitergehende Verbesserungspotentiale auf, da diese weitestgehend noch manuell durch gewerbliche Mitarbeiter durchgeführt werden. Im Zuge einer durchgängigen Standardisierung der verwendeten Ladungsträger im FIEGE-Lager Bocholt nehmen Re-Packing-Vorgänge bei der Wareneingangsabwicklung einen großen Raum ein. Da es beim Umpacken von Kartonagen zu häufigen Bückvorgängen kommt, sind insbesondere Ergonomieunterstützungslösungen notwendig, um die Mitarbeiter weiter zu entlasten und bei der Umsetzung

⁴² Vgl. www.fiege.com/de/group/company.

ergonomisch richtiger Bewegungsabläufe anzuleiten. Neben diesen Re-Packing-Vorgängen innerhalb der Wareneingangsabwicklung führt FIEGE auf Kundenwunsch Co-Packing-Aktivitäten durch, welche aufgrund der vielfältigen Individualisierungsmöglichkeiten, welche in Abhängigkeit zu den jeweiligen Kundenanforderungen stehen, in besonderer Weise prozessuales Know-How zu den Packmustern und handwerkliches Geschick zum Handling der unterschiedlichen Verpackungsvarianten erfordern. In der Vergangenheit eingesetzte Backenstapler, die mehrere Kartonagen auf einmal auf eine Palette heben können, mussten aufgrund unterschiedlicher Größen und Packschema verworfen werden, da Lufträume zwischen den Kartonagen nicht vermieden werden konnten (siehe Abbildung 5). Entsprechend wurden die Kartonagen zusammengedrückt oder sind durch die Gabel gefallen. Ein Stapler, der uneinheitliche Kartonmaße und unterschiedliche Packschemata fassen kann, wäre hier von Vorteil. Ein solcher Ansatz gelte vor allem der Entlastung der Mitarbeiter und einer höheren Effizienz:

„...die Mitarbeiter packen den ganzen Tag um, also von der Produktivitätszahl her schafft ein Mitarbeiter ungefähr drei Paletten in der Stunde und sie arbeiten immer in dreier Teams und dann dreischichtig und dann auch zweischichtig, das bedeutet ungefähr, dass die dann zu dritt neun Paletten schaffen, dann sind wir ungefähr bei 70 Paletten in einer Schicht, in zwei Schichten wären es dann rund 140 Paletten, die die Mitarbeiter umpacken, täglich.“

Abbildung 5: Backenstapler



Bildquelle: FIEGE Logistik.

Auch beim Displaybau führt die Varianz an möglichen Packmustern und Verpackungsdesigns zu einer hohen Komplexität in den Bewegungsabläufen der Mitarbeiter. Im Saison-Geschäft übernimmt FIEGE zudem das Bestücken von Geschenkverpackungen, was eine Standardisierung, und somit auch eine weiterführende Automatisierung der Prozessabläufe erschwert. Weiterhin führt die Ladungssicherung der Ladungsträger in den meisten Fällen zu körperlichen Belastungen, da beispielsweise Displays durch eine manuelle Kopfwicklung gesichert werden. Da die Paletten nicht komplett eingewickelt werden, erfolgt auch keine automatische Vollwicklung durch die vorhandenen Wickelteller.

Ergonomische Herausforderungen

Von ergonomischer Seite stellt insgesamt das Heben, Bücken und Senken beim Umpacken eine körperliche Belastung innerhalb des Co- und Re-Packing, beim Displaybau sowie bei der Ladungssicherung (z. B. Stretchen, Bändern) dar. Zu den weiteren bekannten Herausforderungen gehören auch einseitige Belastungen durch monotone Arbeitsvorgänge, die allerdings durch organisatorische Maßnahmen, z. B. durch Job-Rotation-Modelle, bereits

gemindert werden konnten. Zudem erfolgt bereits die Aufgabeneinteilung anhand der Einschätzung des körperlichen Aufwands, sodass körperlich anstrengendere Aufgaben tendenziell von Männern und Aufgaben, die insbesondere Fingerfertigkeit erfordern, tendenziell von Frauen ausgeführt werden. Zudem erfolgt täglich eine bedarfsgerechte Personalplanung für den Folgetag, die die einzelnen gewerblichen Mitarbeiter Arbeitsgruppen zuweist. Die Einarbeitung neuer Mitarbeiter wird weiterhin von erfahrenen Teams vorgenommen, um spezifisches Wissen zu effizienten und ergonomisch verbesserten Bewegungsabläufen weiter zugeben.

„Wenn man die Prozesse nach Schwierigkeitsgrad einstufen will, ist es zunächst das Umpacken, gefolgt vom Displaybau und abschließend kann das Kommissionieren genannt werden. Ansonsten werden die Waren immer nur mit E-Ameisen, Kommissionierwagen oder Langläufern bewegt, was die Mitarbeiter entlastet.“

Hürden

Bei der Betrachtung von Hürden, die einen Einsatz (teil-)automatisierter Techniklösungen einschränken können, sind auch bei FIEGE im Wesentlichen prozess-, akzeptanz-, Know-How-bezogene und externe Hürden identifiziert worden.

Im Bereich des Co-Packing resultieren externe Hürden aus der hohen Variantenvielfalt, die durch die Mitarbeiter abzudecken sind. FIEGE hat hier bereits (Teil-)Automatisierungslösungen im Zusammenhang des automatischen Aufrichtens und Zuführens von Kartonagen getestet, sodass diese nicht händisch gesteckt werden müssen. Obwohl eine solche Lösung technisch gut realisierbar ist, wurden die gestiegenen Einkaufspreise für die technisch anspruchsvolleren Kartonagen von vielen Kunden nicht akzeptiert. Aus Sicht der Interviewten sollten zudem prozessbezogene Hürden durch Unterstützungstechnologien adressiert werden, um bestehende physische, aber auch andere Unterschiede, wie z. B. sprachliche Barrieren, auszugleichen. So sollten Größenunterschiede der Mitarbeiter durch höhenverstellbare Tische beim Co-Packing ausgeglichen werden, was aktuell noch nicht erfolgt.

Obwohl es im Bereich des Displaybaus bereits im Einzelfall zu Beschwerden in den Schultern und Armen gekommen ist, wenn diese Tätigkeit über einen größeren Zeitraum ausgeführt wurde, wird sie als nicht so belastend von den

Mitarbeitern empfunden. An sich ist die Arbeit am Displaybau durch viele, verschiedene Bewegungsabläufe gekennzeichnet. So kommt es insgesamt aber auch zum Bücken bei wiederholter Entnahme der Ware aus dem Karton und zu Drehbewegungen, um die Ware auf das Tray abzustellen, welche zu körperlichen Beschwerden führen können. Entsprechende Know-How-bezogene Hürden könnten durch eine höhere Sensitivität der Mitarbeiter über die physiologische Beanspruchung der Tätigkeit leicht abgebaut werden.

Auf akzeptanzbezogene Hürden ist FIEGE im Bereich der Ladungssicherung (insbesondere Bändern) gestoßen. Hier wurden bereits Technologien zum automatischen Verschweißen getestet. So hatte FIEGE einen Automaten im Einsatz, der einmal komplett unter die Palette oder unter das Display fährt und dort eine halbautomatische Sicherung durchführte. Da die manuelle Bänderung jedoch deutlich schneller durchzuführen ist, haben die Mitarbeiter diese Technologie abgelehnt.

Nutzen

Einige der Möglichkeiten zur Verbesserung der Arbeitsplatzgestaltung sind FIEGE bereits bewusst und müssen nun konkret angegangen werden. Um den Gesundheitsschutz zu fördern, sollten Unterstützungslösungen implementiert werden (z. B. höhenverstellbare Tische), die Größen- und Gewichtsunterschiede ausgleichen können, ganz nach dem Motto „*Simple Solutions First*“. In diesem Zusammenhang wurden beim Co-Packing bereits Standmatten erfolgreich implementiert und diese werden von den Mitarbeitern, die länger an einem Pack-Tisch stehen, als angenehm empfunden.

Weitere Ideen gehen über Fitnessstudioangebote bis hin zum Thema Schulungen zur Sensibilisierung für ergonomische Aspekte, um das Mitarbeiterengagement zu steigern und gleichzeitig auch ein besseres Unternehmensimage zu erzielen. Für Büromitarbeiter und die richtige Verwendung des Arbeitsplatzes gibt es diese Unterweisungen bereits, sodass FIEGE das Ziel verfolgt, ein umfassendes Angebot auch für Logistikmitarbeiter zu schaffen.

„... eigentlich nur für Büromitarbeiter, diese Schulungen oder Unterweisungen, wie sitze ich richtig, wie ist mein Monitor richtig eingestellt, da haben wir auch unsere interne Abteilung, wo sich auch unser Betriebsarzt die einzelnen

Arbeitsplätze anguckt. Aber das ist wirklich eher bei den kaufmännischen und nicht bei den Produktivmitarbeitern...“

Automatisierungsadaptionen bei FIEGE sollten gemeinsam mit den gewerblichen Mitarbeitern weiter verbessert werden (Participatory Ergonomics), um die Mitarbeiterakzeptanz zu erhöhen. Beispielhaft ist die Anschaffung einer E-Ameise mit automatischer Höhenverstellung zu nennen, welche bisher von den Mitarbeitern noch nicht angenommen wurde. Mithilfe einer Lichtschranke soll die Palette auf ein bestimmtes Niveau gefahren werden, jedoch entspricht diese Höheneinstellung einer Norm, die nicht von allen Mitarbeiter in vollem Umfang genutzt werden kann. Die Lichtschranke von diesem Gerät ist zudem an einem fixen Punkt. Da die Palette nicht lagenweise abpackt, fährt die Ameise automatisch hoch oder runter, obwohl das für den Mitarbeiter dadurch weniger ergonomisch wird. Die Lichtschranke wurde deshalb händisch durch die Mitarbeiter deaktiviert und erfüllt somit nicht dem eigentlichen Zweck. Entsprechend verfolgt FIEGE das Ziel, unter Einbeziehung des Herstellers der E-Ameise eine praktikablere Lösung zu entwickeln.

5.3 EJOT Bad Berleburg und Bad Laasphe

„EJOT ist als mittelständische Unternehmensgruppe mit mehr als 3000 Mitarbeitern in 33 Landesgesellschaften und mit neunzigjähriger Firmengeschichte ein Spezialist der Verbindungstechnik. Die EJOT Kunden kommen in erster Linie aus der Automobil- und Zulieferindustrie, der Elektro- und Elektronik sowie dem Baugewerbe.“⁴³

EJOT ist ein mittelständisch geprägtes, aber weltweit führendes und tätiges Produktionsunternehmen mit umfangreichen Erfahrungen innerhalb der Produktionsausgangslogistik. Das Unternehmen steht für innovative Produkte für Industrieanwendungen und Baubefestigungen (insbesondere Schrauben und Dübel). In Europa stellen zahlreiche eigene Vertriebsgesellschaften und -büros sowie Vertriebspartner die schnelle Verfügbarkeit der Produkte und den direkten Kundenkontakt sicher. In mehreren Investitionsvorhaben wurden bereits Technikelemente der Prozessautomatisierung ein- und umgesetzt. Der Wareneingang von standardisierten Ladungsträgern erfolgt beispielsweise

⁴³ Vgl. www.ejot.de/unternehmen/vorstellung.

ausschließlich über einen Depalettierroboter, es sind keine manuellen Hebetätigkeiten mehr nötig (Abbildung 6).

Abbildung 6: Vollautomatisierte Depalettierung



Bildquelle: EJOT.

Weiterhin sieht EJOT noch zu lösende Problemstellungen und offene Potentiale im manuellen Handling von einzelnen Gebinden sowie in der Versandkommissionierung von Packstücken auf Palette. Obwohl Prozessschritte durch (teil)automatisierte Lager- und Fördertechnik bereits unterstützt werden, führen die Mitarbeiter weiterhin manuelle Tätigkeiten aus, wie beispielsweise die Assemblierung bzw. Maschinenassemblierung von Produkten zu Modulen, das Etikettieren und Scannen von Packstücken (z. B. Beutel) per Hand sowie das Kommissionieren von Packstücken auf die Palette im Versand. Da einzelne Prozessschritte vom Wareneingang über das Kommissionieren bis hin zum Warenausgang von manuellen Tätigkeiten geprägt sind, sollen die Mitarbeiter

durch ein höheres Maß an Automatisierung langfristig von monotonen und körperlich anstrengenden Tätigkeiten entlastet werden. Übergeordnetes Ziel ist es daher, den Gesundheitszustand der Mitarbeiter zu erhalten und unter Berücksichtigung des gestiegenen Durchschnittsalters der Beschäftigten zu fördern.

Einlagerung und Kommissionierung am Tablarlager am Standort Bad Laasphe

Am automatisierten Tablarlager in Bad Laasphe gibt es zwei Arbeitsplätze, die saisonbedingt mit hohem Arbeitsaufkommen umgehen müssen. Job-Rotation kommt insbesondere dann zum Einsatz, wenn wenig Auftragsvolumen herrscht und die Arbeit von einem Mitarbeiter ausgeführt werden kann. In der Kommissionierung, im Tablarlager oder Turmspeicher, ist EJOT im manuellen Handling so flexibel, dass anhand der Lasten entschieden werden kann, wo die Mitarbeiter den Arbeitsbereich wechseln. Dadurch entsteht für die Mitarbeiter eine gewisse Abwechslung in ihrem Handling.

Ein logistisches Problem bei der Arbeit am Tablarlager ist die Auftragszusammenführung über ein Durchlaufregal, welches mit einer begrenzten Anzahl an Kanälen einen Engpass darstellt, sodass der Prozess „ins Stocken“ geraten kann. Das Handling am Tablarlager und Durchschubregal ist von Hebe- und Bück-Bewegungen gekennzeichnet. Vom Durchlaufregal aus werden die Packstücke dann auf einen Wagen platziert und zum Versand gefahren.

„Jeder Prozess vom Tablarlager zur Verpackung, da könnte ich mir schon vorstellen, dass wir das zukünftig besser machen könnten. Von der Fehleranfälligkeit her, aber auch von Ergonomiethemen her. Das könnte man dann machen, wenn der Endverpacker hinkommt und dann dort direkt verpackt werden kann.“

Kommissionierung auf Palette am Standort Bad Berleburg

Die Kommissionierung am EJOT-Standort Bad Berleburg ist zum größten Teil automatisiert. Aktuell gibt es 10 Verpackungsarbeitsplätze. Der Lagerbehälter fährt entsprechend mit dem Produkt über die Fördertechnik zum passenden Arbeitsplatz, um dann vom Mitarbeiter verpackt zu werden. Hier ist die Ware oft in einem Beutel verpackt und wird händisch aus dem Lagerbehälter entnommen und in einen Kundenbehälter gelegt (z. B. Kartonage oder KLT). Diese Beutel

wiegen bis zu 5kg. Das weitere Vorgehen erfolgt systemgestützt, die Mitarbeiter erhalten die Prozessinformationen über einen Monitor am Arbeitsplatz und etikettieren das Gebinde. Die Reihenfolge der Arbeitsaufträge ist vom Mitarbeiter selbst nicht zu beeinflussen. Eine Rotation kann hier stundenweise aufgrund der verschiedenen Arbeiten umgesetzt werden.

„Auch beim Etikettieren gibt es die Möglichkeit sich mal zu entlasten, wenn man zeitweise scant.“

Die fertigen Kundenaufträge werden dann von den Mitarbeitern einer weiteren Fördertechnik zugeführt, was manchmal zu einer Vermischung und Überschneidung der Aufträge führen kann. Die Schwierigkeit besteht in der Variation, die Mitarbeiter erfahren erst nach dem Scannen der Etiketten zu welcher Lieferung das von Ihnen bearbeitete Packstück gehört. Die Ziel-Paletten sind um den Mitarbeiter angeordnet, auf die die einzelnen Packstücke verteilt werden. Entsprechend wird das Packstück vom Förderband manuell auf die Palette gehoben, um abschließend zum Kunden versendet zu werden. In diesem Prozess besteht aktuell die Gefahr, dass die Mitarbeiter den Überblick verlieren und das Packstück auf die falsche Palette stellen.

Bei der Palettierung ist EJOT auf der Suche nach einer Automatisierungslösung, die den Vorgang nicht allein in der Verantwortung des Mitarbeites lässt, sondern diese eine stärkere Prozessführung erhält. Dadurch wird eine Fehlerverminderung bei der Zuweisung von Packstücken zur richtigen Palette erwartet. Auch bei der Ladungssicherung (Stretchen, Bändern) soll eine Automatisierung die Mitarbeiter unterstützen. EJOT hat in diesen Bereich vor ca. einem Jahr bereits Veränderungen vorgenommen. Im Hinblick auf Maschinen, wie eine elektrische Ameise und Stretchmaschine, wurde die Arbeit bei der Ladungssicherung dahingehend verbessert, dass der Mitarbeiter lediglich eine Fernbedienung zum An- und Abschalten dieser Maschinen betätigen muss. In Ausnahmefällen ist die Folie an der Stretchmaschine nicht richtig geführt und erfordert einen Eingriff der Mitarbeiter. Das Bändern wird zusätzlich zur Ladungssicherung durchgeführt und soll bei EJOT noch im Prozess bei der Durchführbarkeit verbessert werden. Das Bändern mit der derzeit eingesetzten Maschine birgt noch Verbesserungspotential, da es unter der Palette mit anderen Hilfsmitteln durchgeführt werden muss und auch das Gerät besser von Linkshändern zu bedienen ist.

Ergonomische und prozessuale Herausforderungen

Von ergonomischer Seite stellt insgesamt das Heben, Bücken und Senken bei der Kommissionierung eine körperliche Belastung innerhalb des Waren-Handlings dar. Insbesondere am Tablarlager kommt es zu größeren Belastungen, da die Ware teilweise „über Kopf“ gehandhabt werden muss, was durch die Mitarbeiter dauerhaft als anstrengend empfunden wird. Ein weiterer, kräftezerrender Handlings-Schritt ist das „Reingreifen“ ins Tablar, wenn das Paket hinten liegt und nur durch Vor- und Überbeugen erreicht werden kann.

Auch das Umpacken der Beutel mit einem Gewicht von bis zu 5 kg aus dem Lagerbehälter in den Kundenbehälter bedarf weiterer Verbesserungen. Gerade hier ist die Belastung von Schulter, Nacken, Wirbelsäule und Gelenke des Arms erheblich. Eine Entnahme der Beutel mittels Technik erscheint bei der Umsetzung auf den ersten Blick schwierig. Daher ist hier nach einer passenden Lösung zu suchen, die die Mitarbeiter angemessen unterstützt. Auch bei der Palettierung auf die Palette könnten weitere technische Lösungen helfen, die Arbeitsabläufe zu erleichtern. Folglich sieht EJOT die größten Potentiale im Bereich der Kommissionierung.

Grundsätzliches Ziel von EJOT ist es, geschlechterunspezifisch Kommissionier-Tätigkeiten durchführen zu können. Aktuell führen tendenziell mehr Frauen Umpack- und Etikettierarbeiten an den zehn Verpackungsarbeitsplätzen aus, wohingegen tendenziell mehr Männer die Kommissionierung auf Palette übernehmen, da die Arbeit an den Verpackungsarbeitsplätzen weniger körperlich anstrengend ist, aber eine höhere Fingerfertigkeit erfordert.

Weitere, prozessuale Herausforderungen bestehen durch kapazitative Engpässe, wie beispielsweise die begrenzte Anzahl an Kanälen im Durchlaufregal in Bad Laasphe, sodass das ganze System bei Überfüllung des selbigen stockt. Dies führt zu zeitlichen Einbußen. Zudem erfolgt die Prozessführung in manchen Bereichen auf Sicht, also die manuelle Kontrolle eines Artikels mit einer Liste in Papierform oder auf einem Monitor.

„Genau, wir arbeiten eigentlich immer noch, generell sehr stark auf Sicht, also mit Augen per Kontrolle des Artikels mit einer Liste oder auf Monitor. Funktioniert um die Artikel zu identifizieren immer noch über Auge, also er muss lesen, Artikelnummer, Chargennummer, wir sind immer noch im Chargenbereich unterwegs. Es sind immer zwei Nummern, die er da lesen muss.“

Hürden

Bei der Betrachtung von Hürden, die einen Einsatz (teil-)automatisierter Technik-Lösungen einschränken könnten, sind auch bei EJOT im Wesentlichen prozess- und akzeptanz-bezogene sowie externe Hürden identifiziert worden. EJOT setzt hierbei insbesondere auf ständige Weiterentwicklung im Lagerbereich, um prozessuale Hürden abzubauen, stößt aber häufig auf akzeptanzbezogene Hürden, z. B. beim Einsatz einer Prozess-Unterstützung zum Bändern von Paletten:

„Schwierig zu beantworten, wie kann ich da noch optimieren, wenn da ein Vertreter vor Ort ist, dann hat er schon zwei/dreimal versucht zu zeigen bzw. die Mitarbeiter zu schulen, den haben wir extra beauftragt dafür oder nochmal das er das erklären soll. Das sieht so leicht und so einfach aus, aber ich habe es selbst auch probiert, aber man kriegt es einfach so nicht hin. Vielleicht muss man nochmal 2 oder 3 Schulungen durchführen, aber ich weiß nicht, wo dran es liegt. Wir wollen einfach von der Denke her anders arbeiten als uns das Gerät das vorgibt und das ist einfach an der Stelle der Knackpunkt. Optimal wäre, wenn wir einfach mal eine andere Technologie probieren würden, aber falsch wäre es, in der alten Weise wieder zu Bändern. Das wäre ja wieder ein Schritt rückwärts.“

Mitarbeiter benutzen entsprechend technische Neuerungen, die der Vereinfachung von Arbeitsprozessen und dem Gesundheitsschutz dienen sollen, nicht oder nicht vollständig. Häufig verstärken sich hier Akzeptanzbezogene und externe Hürden gegenseitig. So wurde versucht, durch neue Fördertechnik das Handling beim Kommissionieren von Packstücken zu vereinfachen, indem diese nur noch von der Fördertechnik herunter zu ziehen sind und auf eine Palette gepackt werden müssen. Die Palette befindet sich dabei auf einem Scherenhubwagen, bzw. einer elektrischen Ameise, um die Höhe anzupassen. Nach dem Testen der Scherenhubwagen musste EJOT jedoch zunächst feststellen, dass dieses Handling als zu aufwendig empfunden wurde, da die Palette zusätzlich auf dem Hubwagen positioniert werden muss. Es ist somit der zeitliche Faktor, der von den Mitarbeitern kritisiert wurde, um die Palette aufzunehmen, hochzufahren und dann zu positionieren. Da das EJOT Management jedoch die Thematik forcierte, wird der Höhenausgleich nun von den Mitarbeitern akzeptiert und genutzt. An anderer Stelle wurden zudem prozessuale Verbesserungen erreicht, indem die Kommissionierung auftragsbezogen, aber weiterhin über eine Pickliste, erfolgt.

In Bezug auf die Unterstützung des Anhebens und Absetzens von Packstücken mithilfe von Kränen bestehen weiterhin Akzeptanzhürden. Hier versucht EJOT an anderer Stelle zu optimieren, indem nur noch Packstücke bis zu einer Gewichtsgrenze von max. acht Kilo per Muskelkraft transportiert werden dürfen.

„Kräne sind aber nach wie vor abgelehnt worden und sind zusätzlich auch noch an den Versandbahnen und die nutzen die nicht, das geht denen zu langsam, das ist zu viel Technik.“

Treiber

Zur Vorbeugung und Verhinderung von Unfallmaßnahmen gibt es bei EJOT Sicherheitsbelehrungen und Schulungen, auch in Bezug auf ergonomische Problemstellungen. Bei der Einarbeitung neuer Mitarbeiter wird deshalb viel Wert auf die Belehrung von Sicherheitshinweisen und richtiges Arbeiten in Bezug auf die Ergonomie gelegt, um bereits frühzeitig eine Sensibilisierung der Mitarbeiter zu erreichen.

„Insgesamt haben wir eine ziemlich junge Kollegenschaft, die für Veränderungen eben auch empfänglich sind, an sich empfänglich für solche Themen.“

Bei der Umgestaltung der Logistik und Einführung neuer Technik ist bei EJOT bereits Augenmerk auf die Ergonomie bei der Gestaltung der Arbeitsplätze gelegt worden. Bei der Gestaltung lag der Fokus auf der Arbeitsplatzhöhe, die Richtung der Zuführung des Packstücks sowie der Positionierung der Monitore. Bei der Gestaltung wurden die im Prozess tätigen Mitarbeiter mit einbezogen und konnten bei der Gestaltung der Arbeitsplätze mitentscheiden. Grundsätzlich werden Verbesserungsvorschläge und Wünsche durch Mitarbeiter von EJOT honoriert und gewünscht.

5.4 Cross-case Analyse

Die systematische Suche nach sich wiederholenden Mustern ist ein Schlüsselschritt in der Fallstudienforschung. Zwischen einer Vielzahl von Methoden ist der einfachste Weg zumeist auch der effektivste: Die Konstruktion einer Matrix.⁴⁴ Die Matrix wird konstruiert, indem zwischen den Fallstudien Muster (cross case patterns) gesucht und verglichen werden, indem eine Gruppe

⁴⁴ Vgl. Voss et al. (2002), S. 214.

oder Kategorie gewählt wird und innerhalb der gewählten Gruppe nach Gemeinsamkeiten oder Unterschieden gesucht wird.⁴⁵ Tabelle 2 gibt zu nächst einen vergleichenden Überblick über identifizierte Codes zwischen den Fallstudien. Hierbei erfolgt weiterhin eine Bewertung der Codes als schwache (X), mittlere (XX) und starke (XXX) Ausprägung.

Tabelle 2: Vergleichende Fallstudienanalyse

Code	Bohnen	FIEGE	EJOT
Prozessbezogene Hürden	X	X	XXX
Akzeptanzbezogene Hürden	XXX	XXX	XXX
Know-How-bezogene Hürden	X	X	
Externe Hürden	XXX	XXX	X
Gesundheitsschutz	XXX	XXX	XXX
Effizienzsteigerung	X	X	
Mitarbeiterengagement	XX	X	X
Unternehmensimage			
„Simple Solutions First“	X	X	
Participatory Ergonomics	XXX	X	X
Management Support			XX
Ergonomieexpertise			

Quelle: Eigene Darstellung.

Im Vergleich der Fallstudien zeigt sich, dass akzeptanzbezogene Hürden die stärkste Herausforderung bei der Implementierung von Automatisierungs- und Ergonomielösungen darstellen. Weiter sind externe Hürden für Logistikdienstleister und prozessbezogene Hürden für Produzenten als relevant

⁴⁵ Vgl. ebd.

zu erachten. Hingegen können Know-How-bezogene Hürden in den Fallstudien vernachlässigt werden. Dies kann u.a. durch die gute Verfügbarkeit von externem Know-How (z.B. durch Consulting-Dienstleistungen) erklärt werden.

Als Treiber lässt sich eindeutig das Ziel des Gesundheitsschutzes hervorheben, wohingegen Effizienzbetrachtungen nur eine nachgelagerte Rolle spielen. Die Firmen erhoffen sich durch ein erhöhtes Mitarbeiter-Engagement auf der einen Seite (z.B. durch qualifiziertere Tätigkeiten) und eine flexiblere Planung (z.B. durch das Aufheben von geschlechtsspezifischen Tätigkeitszuordnungen) weitere positive ökonomische Effekte zu erzielen. Überraschenderweise erwägt keines der Unternehmen Ergonomie-Lösungen zur Steigerung des Unternehmensimages voranzustellen. Die Unternehmen scheinen hier zunächst saubere Lösungen implementieren zu wollen, um im zweiten Schritt in eine externe Kommunikation gehen zu können.

In Bezug auf die ergonomiebezogenen Treiber werden mit zunehmendem Automatisierungsgrad der Prozesse einfache Prozesslösungen im Arbeitsplatz-Design seltener. Hier stehen wiederum partizipative Change-Prozesse (Wie?) im Vordergrund im Gegensatz zum ergonomischen Fachwissen (Was?). Diese Change-Prozesse können insbesondere durch Mitarbeitereinbindung und Managementunterstützung vorangetrieben werden.

6 Diskussion der Ergebnisse

Die Diskussion der Analyseergebnisse erfolgt über die Einordnung der erarbeiteten Erkenntnisse und entwickelten Thesen unter Einbeziehung des SWOT-Frameworks.⁴⁶ Dabei wird im Hinblick auf die vorliegende Forschungsfrage eine Einordnung der Analyseergebnisse vorgenommen, inwieweit manuelle Tätigkeiten in der Logistik durch technische Automatisierung und Ergonomieunterstützung von Prozessen optimiert werden können. Die Abkürzung SWOT ist ein Akronym, welches stellvertretend für die Begrifflichkeiten Strengths, Weaknesses, Opportunities und Threats steht.⁴⁷ So wird vorhandene Technologieunterstützung als Stärke bewertet, aktuelle Hindernisse, die eine kurzfristige Implementierung verzögern, hingegen den Schwächen zugeordnet. Ergänzt wird diese Einordnung durch das Aufzeigen von Chancen und Risiken, die eine technologieunterstützte Abwicklung der Kommissionier- und Umschlagprozesse mit sich bringt. Der Fokus der Einordnung liegt auf der Berücksichtigung von Technologien innerhalb des aufgezeigten Umschlagprozesses. Die nachfolgende Abbildung 7 zeigt die Ergebnisse einer eher induktiven Analyse und ordnet diese in eine SWOT-Bewertung ein.

Stärken (Strengths)

Anhand der Ergebnisse wird deutlich, dass die vorhandene IT-Infrastruktur in Form des eingesetzten Warenwirtschaftssystems, einhergehend mit den prozessvereinfachenden Maßnahmen bei den betrachteten Fallstudien als grundlegende Basis für die Anbindung weiterer technologischer Unterstützung zu bewerten ist. Durch diese ist nicht nur die Prozessstruktur vom Wareneingang, über den Umpackprozess, die Kommissionierung, bis hin zum Warenausgang in einen nachvollziehbaren Rahmen gebettet. Vielmehr bietet dieser Aufbau den Nutzen einer maßgeblichen Prozessabsicherung. Somit kann Automatisierungstechnik und Ergonomieunterstützung mehrstufig über den prozessualen und physischen Materialfluss systemseitig abgesichert werden.

⁴⁶ Die SWOT-Methode stellt im eigentlichen Sinne eine Positionierungsanalyse der eigenen Aktivitäten gegenüber dem Wettbewerber dar. Durch das Aufzeigen der Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken werden darüber hinaus die internen und externen Einflussparameter auswertbar (vgl. Ahmadi et al. (2016), S. 291ff.).

⁴⁷ Vgl. Ahmadi et al. (2016), S. 291ff.

Abbildung 7: SWOT-Analyse



Bildquelle: Eigene Darstellung.

Bezogen auf die bereits im Einsatz befindlichen technischen Hilfsmittel, die einer reduzierten Arbeitsbelastung zu Gute kommen, ist die Verwendung von Flurförderfahrzeugen zu nennen, die durch Gabelstapler und angetriebenen Handhubwagen abgebildet wird. Diese führen dazu, dass die Arbeitsqualität für die gewerblichen Mitarbeiter verbessert wird, ohne dabei die jeweiligen Arbeitsweisen wesentlich zu beeinflussen. Darauf aufbauend und unter Hinzunahme der Mitarbeiterakzeptanz dieser Maßnahmen, ist die automatische Wicklung von Paletten (Stretchen) zu erwähnen. Auch diese technische Unterstützung erleichtert manuelle Verpackungstätigkeiten. Zwar ist sie nicht für jede Kundenanforderung geeignet, jedoch bietet sie für geeignete Produktionsaufträge eine Möglichkeit die körperliche Belastung zu reduzieren. Letztendlich ist durch den Einsatz dieser teilautomatisierten Anwendungen, der

Grundstein für eine weitere Entwicklung unter Hinzunahme ergänzender Technologien gelegt.

Gerade im Hinblick auf die systemseitig unterstützte Prozesskontinuität ist eine weitere Schlussfolgerung zu ziehen. Je klarer und überschaubarer eine Prozessabfolge organisiert ist, desto einfacher lassen sich die einzelnen Teilprozesse durch technologische Unterstützungen weiter optimieren. Diese Erkenntnis wird durch die Tatsache verstärkt, dass bei den betrachteten Fallstudien kontinuierlich an einer Optimierung gearbeitet wird. Die prozessuale Gestaltung, bezogen auf den Material- und Informationsfluss, ist somit als standardisiert zu bewerten, die eine weitere Verbesserung der Arbeitssituation unter ergonomischen Aspekten ermöglicht.

Schwächen (Weaknesses)

Dieser Prozessentwicklung stehen die identifizierten Schwächen entgegen, die eine kurzfristige Hinzunahme von weiteren technologischen Unterstützungsmaßnahmen oder Anwendungen hin zur Automatisierung erschweren. Die kundenseitige Individualisierungsmöglichkeit der Produkte ist als Schwäche bei der Umsetzung weiterer Maßnahmen zu werten, da dadurch kein einheitlicher Produktionsablauf generiert werden kann. Dadurch ist festzuhalten, dass es externe Einflussfaktoren gibt, die nur bedingt steuerbar sind und somit eine Hürde bei der Erarbeitung weiterer automatisierter, technischer Unterstützung darstellen. So ist neben der individuellen Kundenanforderung ebenso die Markt- und Abwicklungsanforderung herauszuheben. Demnach befindet sich die Dienstleister ebenfalls in einer dynamischen Situation, die elementar von sich verändernden Rahmenbedingungen geprägt ist. Daraus ergeben sich wiederum weitere Hürden, die zu einer Prozessverlängerung führen können. Die Kommunikation erfolgt dann über Dritte, wenn die Umpackarbeiten dienstleisterseitig durchgeführt werden.

Als weitere Schwäche ist die externe Einbindung von Unternehmen aus der Automatisierungstechnikbranche zu sehen. Zwar ist die Hürde als branchenübergreifend anzusehen, da die wenigsten Wettbewerber eigene unternehmenszugehörige Planungsbüros im Automatisierungssegment haben. Dennoch ist der Aufwand der internen Projektteilung dadurch erheblich vergrößert und es bedarf einer exakten Abwägung, ob die Maßnahmen initiiert werden oder die Planungszeit verlängert werden sollte.

Chancen (Opportunities)

Mit der Implementierung von technologischen Unterstützungsmaßnahmen gehen sowohl kurzfristige als auch langfristige Begleiteffekte einher. Zu den kurzfristig erreichbaren Wirkungen zählt die Verringerung der körperlichen Arbeitsbelastung bei den anfallenden Hebe-, Senk- und Umpack Tätigkeiten. Wie in den Ausführungen der Interviewpartner festgestellt, wurden diese Effekte bereits nach kurzer Zeit im Anschluss an die Implementierungsphase spürbar. Auch wenn diese zunächst nicht mit einer eindeutigen Mitarbeiterakzeptanz einhergingen, da die Vermutung einer Verlängerung der Prozesszeiten unter bestimmten Bedingungen aufkam. Größerer Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang den langfristigen Chancen zu. So zählen eine nachhaltige Gesundheitsförderung zu den positiven Langzeiteffekten. Die alltägliche Arbeitserleichterung durch die ergonomische Arbeitshaltung führt mittel- bis langfristig zu einer gesünderen Handhabung des Bewegungsapparats.

Damit einhergehend steigt potentiell das Mitarbeiterengagement, da die Belegschaft zum einen Fürsorge, durch die Schaffung modernster Produktionsstätten, erfährt. Zum anderen, weil die körperliche Verfassung positive Auswirkungen auf die Mitarbeitermotivation hat. Letztendlich wird durch die unterschiedlichsten Lösungsalternativen, seien es teil- oder vollautomatisierte Unterstützungsmaßnahmen, das Berufsfeld der TUL-Abwicklung aufgewertet. Der Trend, weg von einer Packer-Tätigkeit, hin zu einem Anlagenbediener, kann durch Schulungs- und Weiterentwicklungsmaßnahmen attraktiv gestaltet werden und führt schlussendlich zu einer Effizienzsteigerung bei Kommissionier- und Umpackprozessen.

Risiken (Threats)

Abgeschlossen wird die Auswertung der Analyseergebnisse durch die Einreihung der Erkenntnisse in die Kategorie der Risiken. Die bisherigen Ausführungen haben gezeigt, dass die Mitarbeiterakzeptanz für eine nachhaltige Implementierung von technologischen Unterstützungsmaßnahmen von essenzieller Bedeutung ist. Zwar ist die aktive Einbindung der operativen Mitarbeiter unabdingbar für den Erfolg der Implementierungsmaßnahmen, jedoch bedarf es einer hinreichenden Ergonomie-Expertise, um den Planungsprozess nachhaltig und effektiv zu gestalten. Mitarbeiter einschätzungen sind häufig von Zweifeln oder Infragestellungen in Bezug auf neue Arbeitsmethoden geprägt. Diese gilt es gezielt abzuwägen und durch Experten bewerten zu lassen. Dabei

sollte der Umfang des geplanten Projekts nie außer Betracht gelassen werden, da eine Kosten-Nutzen-Rechnung als unternehmerisches Mittel notwendig für den optimalen Geschäftsverlauf ist.

Des Weiteren besteht durch die technologische Entwicklung die Gefahr von mangelndem Mitarbeiter-Know-How. Auswirkungen könnten in diesem Zusammenhang Produktionsausfälle sein, die durch fehlerhafte Bedienung hervorgerufen werden.

Daher ist stets abzuwägen, ob die Technologisierung der Arbeitsprozesse ausschließlich von Vorteilen geprägt ist. Letztendlich ist eine weitere Determinante in diesem Zusammenhang die Geschwindigkeit der Prozessabläufe. Die Logistikmitarbeiter haben darauf hingewiesen, dass der Einsatz von Vakuumhebern zu einer verlängerten Arbeitszeit führte, da die erforderlichen Rüstzeiten den Arbeitsprozess verlangsamten. Eine verlängerte Prozesszeit führt zu einer Verringerung der Produktivität. Dies hat unmittelbare Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit einer Unternehmung. Daher bedarf es einer nachhaltigen Managemententscheidung, die sowohl die Mitarbeiterereinschätzung berücksichtigt, als auch das Maximum aus einer technologieunterstützten Abwicklung der Umschlagprozesse erarbeitet. Dabei ist als Risiko die Mitarbeitermotivation aufzuführen, da gewisse Entscheidungen vorgeschrieben werden müssen, um einen langfristigen Erfolg daraus ableiten zu können. Allerdings ist der negative Effekt auf die Mitarbeitermotivation lediglich als kurzweilig einzuschätzen.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Der vorliegende Beitrag zeigt auf, dass Automatisierungstechnik und Ergonomieunterstützung dazu beitragen kann, Arbeitsbelastungen in der TUL-Abwicklung deutlich zu reduzieren. Vor dem Hintergrund des Grades an manueller und körperlich anstrengenden Arbeiten wird zudem durch die Implementierung von Automatisierungs- und Ergonomielösungen eine Optimierung der Arbeitsprozesse ermöglicht. Insgesamt haben die beteiligten Unternehmen den größten Hebel für eine ergonomische Optimierung in der (ggf. partiellen) Automatisierung der aktuellen Prozesse. Unter Berücksichtigung der empirischen Ergebnisse sowie des bestehenden Literaturstandes trägt die vorliegende Studie dazu bei, ergonomische Transformationsprozesse in der Intralogistik besser zu verstehen.

Zusammenfassend kann auch noch die Anwendung des qualitativen Vorgehens gewürdigt werden, da hier qualitative Erhebungs- und Analyseverfahren bei der Prozessanalyse zur Anwendung gekommen sind. Kritisch ist anzumerken, dass keine Vergleichbarkeit und Generalisierbarkeit der Ergebnisse sichergestellt werden kann. Jedoch weisen die Fallstudien darauf hin, dass Unternehmen bei der Implementierung von Automatisierungs- und Ergonomielösungen sich eher mit akzeptanzbezogenen und externen Hürden konfrontiert sehen, als dass es an technologischem Know-How fehlt. Als Voraussetzungen für die Implementierung dieser Lösungen sind entsprechende standardisierte Prozessabläufe zu sehen, die jedoch bereits bei vielen Unternehmen bereits realisiert wurden.

Entsprechend müssen zukünftige Forschungstätigkeiten einen Aktionsforschungsansatz berücksichtigen, der den Bereich des Participatory Ergonomics in der Implementierungsphase von Automatisierungs- und Ergonomieprojekten explizit mit berücksichtigt. So verfolgt das ADINA Projekt ein übergeordnetes, iteratives Vorgehen, welches einen Organisationsentwicklungsansatz und einen damit verbundenen Lernprozess beinhaltet. In einer ersten Phase erfolgte nun die Problemerkennung (Aufnahme Ist-Prozesse) und eine fallbezogene Beschreibung der Ausgangssituation (Ansatzpunkte Innovationen bei den Praxisunternehmen), die die relevanten Facetten der jeweiligen Problemstellung des Praxisfalls charakterisieren, bevor in der nachfolgenden Pilotierungsphase angemessene Lösungsansätze im jeweiligen Praxisfall erprobt werden. Diesem Prozess wird eine detaillierte

Evaluation und Selektion technischer Lösungen voraus gehen. Zudem wird im ADINA Projekt eine Gesamtübersicht möglicher technischer Lösungen je Anwendungsfeld erarbeitet. Die Auswahl von Bewertungskriterien erfolgt auf Grundlage der Anforderungsanalyse. Zudem wird geprüft, inwieweit die Lösungen auf andere Partner (und darüberhinausgehende Anwendungsbezüge) übertragbar sind. Dieser Innovationszyklus wird im Laufe des Projektes iterativ durchlaufen, so dass auch das hochinnovative Umfeld und neue Anforderungen bestmöglich in den Entwicklungsarbeiten berücksichtigt werden können.

Literaturverzeichnis

- Ahmadi, M., Dileepan, P., and Wheatley, K.K. (2016) A SWOT analysis of big data. *Journal of Education for Business* 91 (5): 289-294
- Atkinson, H. (2017) Logistics technology enters a new age. *The Journal of Commerce* 21: 48-56.
- BAUA (2018) Stichwort: Arbeiten mit erhöhten Kraftanstrengungen und/oder Krafteinwirkungen. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. URL: https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Gefaehrdungsbeurteilung/Expertenwissen/Physische-Belastung/Erhoehte-Kraftanstrengung/Erhoehte-Kraftanstrengung_node.html, Abruf am 25.03.2018.
- Baumgarten, H. (2008) Das Beste in der Logistik – Auf dem Weg zu logistischer Exzellenz. In: Baumgarten, H. (Hrsg) *Das Beste der Logistik – Innovationen, Strategien, Umsetzung*. Springer, Berlin Heidelberg.
- Becker, T., und Intoyoad, W. (2017) Context aware process mining in logistics. In: *Proceedings of the 50th CIRP Conference on Manufacturing Systems*, Procedia CIRP 63: 557-562.
- Buckle, P.W., und Devereux, J.J. (2002) The nature of work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders. *Applied ergonomics* 33(3): 207-217.
- Coto-Millán, P., Fernández, X.L., Pesquera, M.Á., und Agüeros, M. (2016): Impact of logistics on technical efficiency of world production (2007–2012). *Networks and Spatial Economics (NETS)* 16(4): 981-995.
- Dresing, T., und Pehl, T. (2018) *Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse. Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende*. Dr. Dresing und Pehl GmbH, Marburg.
- Fleischmann, B. (2008) Grundlagen: Begriff der Logistik, logistische Systeme und Prozesse - Begriffliche Grundlagen. In: Arnold, D., Isermann, H., Kuhn, A., Tempelmeier, H., und Furmans, K. (Hrsg.), *Handbuch Logistik*. Springer, Berlin Heidelberg: 3-12.
- Freudl, G., und Günthner, W.A. (2000) Erarbeitung der Einsatzfelder, Voraussetzungen und Möglichkeiten zum automatisierten Be- und Entladen von Stückgütern bei Lastkraftwagen und Eisenbahngüterwagen. In:

- Günthner, W.A. (Hrsg.) Forschungsbericht FML Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik. Herbert Utz Verlag, München.
- Göpfert, I. (2016) Die Anwendung der Zukunftsforschung für die Logistik. In: Göpfert, I. (Hrsg) Logistik der Zukunft – Logistics for the Future. Springer-Gabler, Wiesbaden.
- Grosse, E.H., Glock, C.H., Jaber, M.Y., und Neumann, W.P. (2015) Incorporating human factors in order picking planning models: framework and research opportunities. *International Journal of Production Research* 53(3): 695-717.
- Gulc, A. (2017) Models and methods of measuring the quality of logistic service. *Procedia Engineering* 182: 255-264.
- Helferich, C. (2014): Leitfaden- und Experteninterviews. In: Baur, N., und Blasius, J. (Hrsg.) *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Springer, Wiesbaden: 559-574.
- Hendrick, H.W. (2003) Determining the cost–benefits of ergonomics projects and factors that lead to their success. *Applied Ergonomics* 34: 419-427.
- IFA Institut für Arbeitsschutz (2018) Ergonomie. IFA Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. URL: <https://www.dguv.de/ifa/fachinfos/ergonomie/index.jsp>, Abruf am 07.07.2018.
- Kaiser, R. (2014) *Qualitative Experteninterviews – Konzeptionelle Grundlagen und praktische Durchführung*. Springer, Wiesbaden.
- Klump, M., Sandhaus, G., und Bioly, S. (2015) Demografischer Wandel in der Logistik. In: 8. FOM Forum Logistik Duisburg vom 08.10.2014, MA Akademie Verlags und Druck-Gesellschaft mbH, Essen.
- Kuckartz, U. (2016) *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. Beltz Juventa Verlag, Weinheim Basel.
- Liebetruh, T. (2016) *Prozessmanagement in Einkauf und Logistik – Instrumente und Methoden für das Supply Chain Process Management*. Springer-Gabler, Wiesbaden.
- Martin, H. (2016) *Transport- und Lagerlogistik – Systematik, Planung, Einsatz und Wirtschaftlichkeit*. Springer, Wiesbaden.

- Mayring, P. (2010). Qualitative Inhaltsanalyse. In: Mey, G., und Mruck, K. (Hrsg.) Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie. Springer, Wiesbaden: 601-613.
- Mayring, P. (2015) Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Beltz, Weinheim.
- Mey, G., und Mruck, K. (2010) Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Muchna, C., Brandenburg, H., Fottner, J., und Gutermuth, J. (2018) Systeme der Transport-, Umschlags- und Lagerlogistik. In: Muchna, C., Brandenburg, H., Fottner, J., und Gutermuth, J. (Hrsg) Grundlagen der Logistik – Begriffe, Strukturen, Prozesse. Springer-Gabler, Wiesbaden.
- Olya, H., Altinay, L., und De Vita, G. (2017) An exploratory study of value added services. *Journal of Services Marketing* 32(3) 334-345
- Otto, A., Boysen, N., Scholl, A., und Walter, R. (2017) Ergonomic workplace design in the fast pick area. *OR Spectrum* 39: 945-975.
- Prajogo, D., Oke, A., und Olhager, J. (2016) Supply chain processes - linking supply logistics integration, supply performance, lean processes and competitive performance. *International Journal of Operations & Production Management* 36(2): 220-238.
- Ramsenthaler, C. (2013): Was ist „Qualitative Inhaltsanalyse?“. In: Schnell, M., Schulz, C., Kolbe, H., und Dunger, C. (Hrsg.), *Der Patient am Lebensende - Eine Qualitative Inhaltsanalyse*. Springer, Wiesbaden: 23-42.
- Schneider, E., und Irastorza, X. (2010) Osh in Figures: Work-related Musculoskeletal Disorders in the EU –Facts and Figures. European Agency for Safety and Health at Work, Luxemburg.
- Schönwald, A., Kühne, O., Jenal, C., und Currin, A. (2014) Demographischer Wandel im Unternehmen – Alternsgerechte Arbeitsbedingungen aus Arbeitnehmersicht. Springer, Wiesbaden.
- Schroven, A. (2015) Demographischer Wandel – Herausforderung für die Logistik. In: Voß, P.H. (Hrsg) *Logistik – eine Industrie, die (sich) bewegt – Strategien und Lösungen entlang der Supply Chain 4.0*. Springer-Gabler, Wiesbaden.

- Statistisches Bundesamt (2017) Bevölkerung in Deutschland nach Altersgruppen in den Jahren 2008, 2020 und 2060. In: Statista Dossier Demografischer Wandel. Statista GmbH, Hamburg.
- Steinberg, U., Liebers, F., und Klußmann, A. (2014) Manuelle Arbeit ohne Schaden - Grundsätze und Gefährdungsbeurteilung. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- Vink, P., Koningsveld, E.A.P., und Molenbroek, J.F. (2006) Positiv outcomes of participatory ergonomics in terms of greater comfort and higher productivity. *Applied Ergonomics - Human Factors in Technology and Society* 37(4): 537–546.
- Voss, C., Tsiriktsis, N., und Fröhlich, M. (2002) Case research in operations management. *International Journal of Operations & Production Management* 22(2): 195–219.
- Walch, M.D. (2011): Belastungsermittlung in der Kommissionierung vor dem Hintergrund einer alternsgerechten Arbeitsgestaltung der Intralogistik. Dissertation an der Technischen Universität München.
- Weber, J. (2002) Logistik-Controlling: Stand und Entwicklungsperspektiven. *Kosten-Rechnungs-Praxis (krp) – Zeitschrift für Controlling, Accounting & System-Anwendungen* 2: 102-111.
- Yin, R.K. (1994) *Case study research - design and methods*. Sage, Thousand Oaks.

Die Publikationsreihe

Schriftenreihe Logistikforschung / Research Paperseries Logistics

In der Schriftenreihe Logistikforschung des Institutes für Logistik- & Dienstleistungsmanagement (ild) der FOM werden fortlaufend aktuelle Fragestellungen rund um die Entwicklung der Logistikbranche aufgegriffen. Sowohl aus der Perspektive der Logistikdienstleister als auch der verladenden Wirtschaft aus Industrie und Handel werden innovative Konzepte und praxisbezogene Instrumente des Logistikmanagements vorgestellt.

The series research paper logistics by the Institute for Logistics and Service Management at FOM University of Applied Sciences addresses management topics within the logistics industry. The research perspectives include logistics service providers as well as industry and commerce concerned with logistics research questions. The research documents support an open discussion about logistics concepts and benchmarks.

- | | |
|--------|--|
| Band 1 | Klumpp, M., Bovie, F.: Personalmanagement in der Logistikwirtschaft |
| Band 2 | Jasper, A., Klumpp, M.: Handelslogistik und E-Commerce |
| Band 3 | Klumpp, M.: Logistikanforderungen globaler Wertschöpfungsketten |
| Band 4 | Matheus, D., Klumpp, M.: Radio Frequency Identification (RFID) in der Logistik |
| Band 5 | Bioly, S., Klumpp, M.: RFID und Dokumentenlogistik |
| Band 6 | Klumpp, M.: Logistiktrends und Logistikausbildung 2020 |
| Band 7 | Klumpp, M., Koppers, C.: Integrated Business Development |
| Band 8 | Gusik, V., Westphal, C.: GPS in Beschaffungs- und Handelslogistik |
| Band 9 | Koppers, L., Klumpp, M.: Kooperationskonzepte in der Logistik |

- Band 10 Koppers, L.: Preisdifferenzierung im Supply Chain Management
- Band 11 Klumpp, M.: Logistiktrends 2010
- Band 12 Keuschen, T., Klumpp, M.: Logistikstudienangebote und Logistiktrends
- Band 13 Bioly, S., Klumpp, M.: Modulare Qualifizierungskonzeption RFID in der Logistik
- Band 14 Klumpp, M.: Qualitätsmanagement der Hochschullehre Logistik
- Band 15 Klumpp, M., Krol, B.: Das Untersuchungskonzept Berufswertigkeit in der Logistikbranche
- Band 16 Keuschen, T., Klumpp, M.: Green Logistics Qualifikation in der Logistikpraxis
- Band 17 Kandel, C., Klumpp, M.: E-Learning in der Logistik
- Band 18 Abidi, H., Zinnert, S., Klumpp, M.: Humanitäre Logistik – Status quo und wissenschaftliche Systematisierung
- Band 19 Backhaus, O., Döther, H., Heupel, T.: Elektroauto – Milliardengrab oder Erfolgsstory?
- Band 20 Hesen, M.-A., Klumpp, M.: Zukunftstrends in der Chemielogistik
- Band 21 Große-Brockhoff, M., Klumpp, M., Krome, D.: Logistics capacity management – A theoretical review and applications to outbound logistics
- Band 22 Helmold, M., Klumpp, M.: Schlanke Prinzipien im Lieferantenmanagement
- Band 23 Gusik, V., Klumpp, M., Westphal, C.: International Comparison of Dangerous Goods Transport and Training Schemes
- Band 24 Bioly, S., Kuchshaus, V., Klumpp, M.: Elektromobilität und Ladesäulenstandortbestimmung – Eine exemplarische Analyse mit dem Beispiel der Stadt Duisburg
- Band 25 Sain, S., Keuschen, T., Klumpp, M.: Demographic Change and its Effect on Urban Transportation Systems: A View from India
- Band 26 Abidi, H., Klumpp, M.: Konzepte der Beschaffungslogistik in Katastrophenhilfe und humanitärer Logistik

- Band 27 Froelian, E., Sandhaus, G.: Conception of Implementing a Service Oriented Architecture (SOA) in a Legacy Environment
- Band 28 Albrecht, L., Klumpp, M., Keuschen, T.: DEA-Effizienzvergleich Deutscher Verkehrsflughäfen in den Bereichen Passage/Fracht
- Band 29 Meyer, A., Witte, C., Klumpp, M.: Arbeitgeberwahl und Mitarbeitermotivation in der Logistikbranche
- Band 30 Keuschen, T., Klumpp, M.: Einsatz von Wikis in der Logistikpraxis
- Band 31 Abidi, H., Klumpp, M.: Industrie-Qualifikationsrahmen in der Logistik
- Band 32 Kaiser, S., Abidi, H., Klumpp, M.: Gemeinnützige Kontraktlogistik in der humanitären Hilfe
- Band 33 Abidi, H., Klumpp, M., Bölsche, D.: Kompetenzen in der humanitären Logistik
- Band 34 Just, J., Klumpp, M., Bioly, S.: Mitarbeitermotivation bei Berufskraftfahrern – Eine empirische Erhebung auf der Basis der AHP-Methode
- Band 35 Keinhörster, M., Sandhaus, G.: Maschinelles Lernen zur Erkennung von SMS-Spam
- Band 36 Kutlu, C., Bioly, S., Klumpp, M.: Demographic change in the CEP sector
- Band 37 Witte, C., Klumpp, M.: Betriebliche Änderungsanforderungen für den Einsatz von Elektronutfahrzeugen – eine AHP-Expertenbefragung
- Band 38 Keuschen, T., Klumpp, M.: Lebenslanges Lernen in der Logistikbranche –Einsatz von ergänzenden Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen
- Band 39 Bioly, S., Klumpp, M.: Statusanalyse der Rahmenbedingungen für Fahrberufe in Logistik und Verkehr.
- Band 40 Abidi, H., Klumpp, M.: Demografischer Wandel und Industrie-Qualifikationsrahmen Logistik
- Band 41 Bayer, F., Bioly, S.: Supply Chain Risk Management in der Industrie – am Beispiel der Metall- und Elektroindustrie

- Band 42 Bioly, S., Sandhaus, G., Klumpp, M.: Wertorientierte Maßnahmen für eine Gestaltung des demografischen Wandels in Logistik und Verkehr
- Band 43 Steltemeier, B., Bioly, S.: Real-time Tracking and Tracing bei Überseetransporten – technische Realisierung und wirtschaftliche Auswirkungen der Implementierung
- Band 44 Keuschen, T., Marner, T., Bioly, S.: Nachhaltige Mobilitätskonzepte in der Pharmalogistik
- Band 45 Abidi, H., Marner, T., Schwarz, D.: Last Mile-Distribution im Großhandel
- Band 46 Witte, C., Marner, T., Klumpp, M.: Elektronutzfahrzeuge in der Entsorgungslogistik
- Band 47 Berg, A., Abidi, H.: Humanitäre Logistiknetzwerke
- Band 48 Richter, N., Keuschen, T.: Merkmale und Umsetzungsmöglichkeiten nachhaltiger Logistik unter den Aspekten Erwartungshaltung und Zahlungsbereitschaft der Konsumenten
- Band 49 Dorten, E., Marner, T.: Ausschreibung versus Direktvergabe von ÖPNV-Leistungen
- Band 50 Marner, T., Zelewski, S., Gries, S., Münchow-Küster, A., Klumpp, M.: Elektromobilität in der Logistikzukunft - Analysen zur Wirtschaftlichkeit und zu möglichen Einsatzfeldern
- Band 51 Klumpp, M., Neukirchen, T., Jäger, S.: Logistikqualifikation und Gamification – Der wissenschaftliche und fachpraktische Ansatz des Projektes MARTINA
- Band 52 Neukirchen, T., Jäger, S., Paulus, J., Klumpp, M.: Sicherheit und Compliance in der Logistikqualifikation - Konzepte für Gamification-Anwendungen
- Band 53 Peretzke, J., Sandhaus, G.: Einsatzpotentiale von Cognitive Computing zur Unterstützung der Entscheidungsfindung im Supply Chain Management
- Band 54 Meier, C., Mönning, M., Koop, W., Kleffmann, M., Neukirchen, T., Jäger, S., Klumpp, M.: Logistikqualifikation und Gamification – Softwareentwicklung und Pilotierung der MARTINA-App

- Band 55 Metzlaff, P., Jäger, S., Neukirchen, T.: Praxistests der MARTINA-App
- Band 56 Neukirchen, T., Kleffmann, M., Koop, W., Jäger, S., Klumpp, M.: Evaluation von mobilen Trainingsanwendungen in der Logistik: Nutzerfeedback der MARTINA-App
- Band 57 Loske, D.: Hält Fairtrade was es verspricht? Eine wertschöpfungsorientierte Analyse der Fairtrade Kaffee Supply Chain
- Band 58 Neukirchen, T., Kleffmann, M., Koop, W., Gels, A., Jäger, S., Klumpp, M.: Serious Games in der Logistik: Das Beispiel Routenplanung
- Band 59 Abidi, H., Klumpp, M., Lehr, T., Jäger, S.: Zukunftsthemen in der Logistikweiterbildung – Ergebnisse einer Expertenbefragung mit dem Analytic Hierarchy Process
- Band 60 Loske, D.: Entwicklung eines Konzepts zur Deckung des streckenbezogenen LKW- Parkbedarfs in Süddeutschland mittels GAMS
- Band 61 Gruchmann, T., Klumpp, M., Hanke, T., Nestler, K.: Innovative Kommissionier- und Umschlagkonzepte der Logistik – der fachliche Ansatz des Forschungsprojektes ADINA
- Band 62 Koop, W., Kleffmann, M., Gels, A., Neukirchen, T., Jäger, S., Klumpp, M.: Serious Games in der Logistik: Generalisierbarkeit und Zertifizierung
- Band 63 Gruchmann, T., Nestler, K., Brauckmann, A., Schneider, J., Fischer, C., Hecht, A.: Hürden und Treiber für die Umsetzung innovativer Automatisierungstechnik und Ergonomieunterstützung der Intralogistik



Institut für Logistik- &
Dienstleistungsmanagement
der FOM University of Applied Sciences

FOM Hochschule

FOM. Die Hochschule. Für Berufstätige.

Die mit bundesweit über 46.000 Studierenden größte private Hochschule Deutschlands führt seit 1993 Studiengänge für Berufstätige durch, die einen staatlich und international anerkannten Hochschulabschluss (Bachelor/Master) erlangen wollen.

Die FOM ist der anwendungsorientierten Forschung verpflichtet und verfolgt das Ziel, adaptionsfähige Lösungen für betriebliche bzw. wirtschaftsnahe oder gesellschaftliche Problemstellungen zu generieren. Dabei spielt die Verzahnung von Forschung und Lehre eine große Rolle: Kongruent zu den Masterprogrammen sind Institute und KompetenzCentren gegründet worden. Sie geben der Hochschule ein fachliches Profil und eröffnen sowohl Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern als auch engagierten Studierenden die Gelegenheit, sich aktiv in den Forschungsdiskurs einzubringen.

Weitere Informationen finden Sie unter fom.de

ild

Das Ziel des ild Institut für Logistik- & Dienstleistungsmanagement ist der konstruktive Austausch zwischen anwendungsorientierter Forschung und Betriebspraxis. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Instituts untersuchen nachhaltige und innovative Logistik- und Dienstleistungskonzepte unterschiedlicher Bereiche, initiieren fachbezogene Managementdiskurse und sorgen zudem für einen anwendungs- und wirtschaftsorientierten Transfer ihrer Forschungsergebnisse in die Unternehmen. So werden die wesentlichen Erkenntnisse der verschiedenen Projekte und Forschungen unter anderem in dieser Schriftenreihe Logistikforschung herausgegeben.

Darüber hinaus erfolgen weitergehende Veröffentlichungen bei nationalen und internationalen Fachkonferenzen sowie in Fachpublikationen.

Weitere Informationen finden Sie unter fom-ild.de



Unter dem Titel »FOM forscht« gewähren Hochschullehrende der FOM Einblick in ihre Projekte. Besuchen Sie den Blog unter fom-blog.de