

Tätigkeitsreport

Vorabversion



Gesellschaft für Personal-
und Organisationsentwicklung

– Indirekte, produktionsnahe Bereiche –



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhalt

1. Zusammenfassung.....	3
2. Untersuchungsgegenstand.....	4
3. Wesentliche Veränderungstreiber.....	4
4. Wandel auf Tätigkeitsebene.....	5
4.1. Instandhaltung von Anlagen und Maschinen	6
4.2 Planende und steuernde Tätigkeiten.....	10
4.3 Intralogistik.....	18
5. Hinweise für die betriebliche Gestaltung	23
6. Literaturverzeichnis.....	26

Anmerkung zu dieser Version

Bei dem vorliegenden Report handelt es sich um einen Zwischenbericht, der zukünftig mit Expert:innen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft diskutiert werden soll. Gerne können Sie daran mitwirken und Ihre eigenen Erfahrungen einbringen.

Bei Fragen und Anmerkungen wenden Sie sich bitte an: kontakt@ffw-nuernberg.de

Impressum

Bearbeitet von: Tobias Gunzelmann, Maren Evers
 ffw GmbH – Gesellschaft für Personal- und Organisationsentwicklung
 Allersberger Straße 185 / F
 90461 Nürnberg
 Telefon: +49 911 462679-0
 Telefax: +49 911 462679-40
 E-Mail: kontakt@ffw-nuernberg.de

1. Zusammenfassung

Indirekte Bereiche sind für Industrieunternehmen von entscheidender Bedeutung, da sie die Produktionsprozesse unterstützen und optimieren, was letztlich zu einer effizienteren und erfolgreicherer Gesamtabwicklung führt. Der vorliegende Report betrachtet allgemeine Rahmenbedingungen und Entwicklungen ausgewählter Tätigkeiten aus den produktionsnahen, indirekten Bereichen. Außerdem schildert er die Erkenntnisse, die in betrieblichen Fallstudien durch Workshops und Experteninterviews über diese Tätigkeiten gewonnen wurden.

Zentrale Treiber von Veränderung sind dabei vor allem Fachkräfteengpässe, Demografie, anfällige Lieferketten, Nachhaltigkeit, Automatisierung und Digitalisierung. So werden beispielsweise Planungsprozesse kurzfristiger, weil auf Lieferkettenprobleme oder flexible Kundenanfragen reagiert werden muss. Außerdem scheinen in den meisten Betrieben die Geschäftsprozesse zunehmend vernetzter zu werden, sodass eine gute abteilungsübergreifende Zusammenarbeit immer wichtiger wird.

Wie zu erwarten, gelten Spezialistentätigkeiten trotzdem – oder gerade deswegen – in den Betrieben als weitgehend beschäftigungssicher, während besonders Helfertätigkeiten, etwa aus der In-ternalogistik, unter größerem Druck stehen. Einzelne Betriebe berichten aber insbesondere für diese Tätigkeiten von einem Fachkräftemangel. Nichts destotrotz gibt es auf allen Tätigkeitsebenen Raum für qualifikatorische Weiterentwicklung. Höherwertige Tätigkeiten würden stark von Weiterbildungen in Methoden- und Technologiekompetenzen profitieren, weil sie unter Flexibilisierungs- und Digitalisierungsdruck stehen. Die Helfer- und Facharbeitertätigkeiten haben an vielen Stellen Schulungsbedarf in grundlegenden Digitalkompetenzen, da auch sie zunehmend mit digitalen Systemen arbeiten. Da Helfertätigkeiten zum Teil durch Menschen besetzt werden, deren Deutschkenntnisse nicht auf Muttersprachniveau sind, würden betriebsinterne Sprachkurse die Kommunikation und Zusammenarbeitsfähigkeit stärken. Ferner könnten Helfer durch die Nachholung von Fachberufsabschlüssen betriebsinterne Fachkräfteengpässe schließen.

Neben ausführlicheren Erkenntnissen aus der Praxis enthält dieser Report auch Hinweise darauf, wo aus Sicht der Mitarbeitenden Chancen und Risiken für ihr Tätigkeitsprofil liegen.

2. Untersuchungsgegenstand

Indirekte Bereiche spielen eine entscheidende Rolle bei der Unterstützung der Kernfunktionen eines Automobilunternehmens und tragen dazu bei, die Produktivität, Effizienz und Zuverlässigkeit der Produktionsprozesse sicherzustellen. Dadurch sind sie auch eine wichtige Berufsgruppe in der Bewältigung wirtschaftlicher Transformation.

Indirekte, produktionsnahe Bereiche in Unternehmen der Automobilindustrie umfassen Tätigkeiten, die nicht direkt mit der physischen Herstellung von Fahrzeugen oder Fahrzeugteilen verbunden sind, allerdings in ihrer Ausführung von der Produktionsmenge abhängig sind (Thomas & Hemmers 1981). Darunter fallen nach unserem Verständnis unter anderem die vorbereitende Steuerung und Planung von Arbeitsprozessen, die instandhaltende Pflege, Wartung und Reparatur der benötigten Anlagen, Maschinen und des Arbeitsplatzes sowie die Intralogistik.

Instandhaltung von Anlagen und Maschinen: Hier werden regelmäßige Wartungs- und Reparaturarbeiten an Produktionsanlagen und Maschinen durchgeführt, um ihre einwandfreie Funktionsweise zu gewährleisten und Ausfallzeiten zu minimieren.

Planungstätigkeiten: Diese Bereiche sind für die Planung und Organisation von Produktionsabläufen, Materialbeschaffung und Arbeitszeiten verantwortlich, um eine effiziente Fertigung sicherzustellen.

Intralogistik: Die Intralogistik ist verantwortlich für die Organisation aller Material- und Informationsflüsse innerhalb eines Betriebsgeländes. Dazu gehören Warenbewegungen im Lager, Bestandskontrolle sowie interner Materialtransport, Lagerverwaltung und interne Informationsflüsse.

3. Wesentliche Veränderungstreiber

An sich steht die bayerische Automobilwirtschaft unter Transformationsdruck durch eine Vielzahl von Veränderungstreibern. Die indirekten, produktionsnahen Bereiche werden vor allem durch jene Faktoren betroffen, welche ihre Arbeitsweisen verändern oder die reibungslose Produktion gefährden. Folgende Veränderungstreiber werden in verschiedenen Studien häufig diskutiert (vgl. Barthel et al. 2010; Schröder et al. 2015; Fraunhofer IAO 2020; Pfaff et al. 2022).

Digitalisierung und Automatisierung: Unternehmen erhoffen sich von Digitalisierung und Automatisierung in den indirekten Bereichen Verbesserungen in Effizienz, Planung, Instandhaltung und Lagerprozessen. Durch Predictive Maintenance, automatisierte Lagerung und digitale Arbeitsabläufe sollen Produktivität und Servicequalität gesteigert, Prozesse agiler und Ausfallzeiten reduziert werden.

Nachhaltigkeit: Nachhaltigkeitsbemühungen haben direkte Auswirkungen auf die indirekten Bereiche bayerischer Automobilunternehmen. Dies bedeutet verstärkte Integration umweltfreundli-

cher Praktiken in die Arbeitsvorbereitung, Investitionen in umweltschonende Wartungsverfahren und die Optimierung der Energieeffizienz in der Instandhaltung sowie die verstärkte Nutzung von ressourceneffizienten Lösungen in der Intralogistik.

Fachkräftemangel und demografischer Wandel: Der Fachkräftemangel und der demografische Wandel führen zu Engpässen in den indirekten Bereichen bayerischer Unternehmen der Automobilindustrie. Diese beeinträchtigen die Personalbeschaffung, das Wissensmanagement und die Produktivität. Außerdem führen Personalengpässe meistens zu einer höheren Arbeitsbelastung der Mitarbeitenden.

Lieferketten: Lieferketten fordern vor allem Planung und Intralogistik heraus. Störungen können zu Engpässen bei der Materialversorgung führen, längere Ausfallzeiten verursachen und die Produktivität beeinträchtigen. Daher ist ein effizientes Lieferkettenmanagement entscheidend für einen reibungslosen Betriebsablauf.

Die wesentlichen Veränderungstreiber zeigen deutlich, wie vielschichtig die Transformation der bayerischen Automobilwirtschaft sein kann. Diese Faktoren können nicht nur die Rahmenbedingungen für Betriebe beeinflussen, sondern sich auch konkret auf die Tätigkeiten in den indirekten, produktionsnahen Bereichen auswirken.

4. Wandel auf Tätigkeitsebene

Der Wandel auf Tätigkeitsebene kann zu einer umfassenden Neugestaltung von Arbeitsprozessen und Rollenprofilen führen. Generell wird mit einer erhöhten Komplexität der Arbeitsaufgaben, einer stärkeren Abhängigkeit von digitalen Fähigkeiten und einem erhöhten Bedarf an kontinuierlicher Weiterbildung gerechnet. Unternehmen müssen proaktiv auf diese Veränderungen reagieren, um wettbewerbsfähig zu bleiben und ihre Mitarbeitenden bestmöglich zu unterstützen.

Eine Studie des Fraunhofer IAO (2020) analysierte am Beispiel Volkswagen die Auswirkungen von Digitalisierung auf verschiedene Beschäftigtengruppen, darunter auch produktionsnahe Bereiche (Abbildung 1). Die Studie benennt digitale Anwendungsfälle, die für die jeweilige Berufsgruppe relevant sind und prognostiziert überwiegend ein stabiles Beschäftigungsniveau in diesem Bereich.

Im Folgenden betrachten wir, wie sich die oben genannten indirekten Bereiche aktuell entwickeln. Dabei wird sich sowohl auf weitere aktuelle Studien und Diskussionsbeiträge gestützt als auch auf Zahlen der Bundesagentur für Arbeit. Darüber hinaus werden zu jedem Bereich konkrete Tätigkeiten vorgestellt, die im Rahmen des Projekts transform.by in betrieblichen Fallstudien untersucht wurden.

Abbildung 1: Prognose der Wirkungen von Digitalisierungs-Use-Cases auf die Jobcluster Produktion und Logistik

	Operative Mitarbeitende	Steuernde Mitarbeitende	Planende Mitarbeitende	Instandhaltung
Digital-Use-Cases	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cobots (MRK) ■ Automatisiertes Maschinenrüsten ■ Fahrerlose Transportsysteme (AGV) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Entscheidungsunterstützung ■ RPA Robotic Process Automation ■ Behälter-Lokalisierung 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Entscheidungsunterstützung ■ Digitaler Zwilling ■ Simulation und Datenanalyse ■ KI-basierte Planung 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Automatisiertes Maschinenrüsten ■ Digitaler Zwilling für Predictive Maintenance- und Produktionsoptimierung
IT Großprojekte	Digitale Produktionsplattform (DPP)	Digitale Produktionsplattform (DPP)	Digitale Produktionsplattform (DPP)	Digitale Produktionsplattform (DPP)
Effekt basierend auf interner Bewertung	-17 bis -8%	-4 bis 0%	0 bis +3%	-3 bis +3%
Jobcluster	<ul style="list-style-type: none"> ■ MA Operative Produktion ■ MA Operative Logistik ■ Anlagenbediener 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Logistiksteuer ■ Abwickelnder Logistiker ■ Fertigungssteuer 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Produktionsplaner ■ Logistikplaner 	<ul style="list-style-type: none"> ■ MA Mechanik ■ MA Elektrotechnik

Quelle: Fraunhofer IAO 2020

4.1. Instandhaltung von Anlagen und Maschinen

Spricht man über industrielle Instandhaltung, spricht man oftmals auch über predictive Maintenance (dt. vorausschauende Instandhaltung) (vgl. acatech 2015, acatech 2018). Damit ist gemeint, dass die Planung und Durchführung von Wartungsarbeiten auf Basis einer Echtzeitanalyse von Maschinen- und Produktionsdaten erfolgt. Hiervon erhofft man sich Kosteneinsparungen, da Reparaturen nur dann ausgeführt werden, wenn sie benötigt werden.

In der betrieblichen Praxis der in transform.by untersuchten Unternehmen scheint predictive Maintenance bisher eher unter den OEMs und großen Zulieferern verbreitet zu sein, während kleinere Zuliefererbetriebe diesen Schritt überwiegend noch nicht gegangen sind. Nichtsdestotrotz versprechen sich Instandhalter aus diesen kleineren Betrieben eine potenzielle Arbeitserleichterung durch eine Einführung. Gerade im Hinblick auf Wartungstätigkeiten außerhalb der Produktionszeiten sowie die Möglichkeit von Fernwartung erwarten sie eine Stresslinderung und eine Reduzierung von Zeitdruck.

Trotz dieses Digitalisierungstrends wird die Beschäftigungsentwicklung in der Instandhaltung als stabil eingeschätzt (Fraunhofer IAO 2020). In den Fallstudien zeigte sich, dass Instandhalter auf

den internen Arbeitsmärkten der OEMs begehrt sind und mitunter auch Aufstiegschancen in Richtung Qualitätsmanagement sowie Produktions- und Prozessplanung haben. In kleineren Betrieben in ländlichen Regionen ist die Instandhaltung eher unterbesetzt, was sich in einer höheren Arbeitsbelastung äußert. Auch die Aufstiegschancen sind hier betriebsintern geringer, da die offensichtlichste Entwicklungsperspektive der Posten des Instandhaltungsleiters ist, wovon es – je nach Betriebsgröße – nur einen gibt. Generell findet sich in der Instandhaltung der Trend, dass in ländlichen Regionen ein hohes Durchschnittsalter herrscht, wodurch sich hier der Personalengpass durch altersbedingte Betriebsaustritte in naher Zukunft wahrscheinlich verschlimmern wird.

Hinsichtlich der eigentlichen Instandhaltungstätigkeit gibt es in der Arbeitsforschung wenige Arbeiten, die sich qualitativ mit dem Wandel der Arbeit beschäftigt haben. Baethge-Kinsky et al. 2018 bezeichnen die Tätigkeit als »Domäne von Facharbeit unter anhaltendem Rationalisierungsdruck« und sehen in einem Negativszenario das Risiko einer (zumindest teilweisen) Polarisierung oder sogar Dequalifizierung von Instandhaltungsarbeit, wenn der Einsatz von digitalen Assistenzsystemen ausgeweitet wird. Zugleich schränken sie aber ein, dass diese Einschätzung auf vereinzelt Befunden beruht.

Eingruppierung der Instandhalter im ERA-TV

Aktuell wird die Instandhaltung nach den Referenzbeispielen des Entgelttarifvertrags für die bayerische Metall- und Elektroindustrie (ERA-TV) nach den Entgeltstufen 6 bis 9 entlohnt, je nach Komplexität der Aufgaben. Generell wird eine dreijährige, einschlägige Berufsausbildung, z. B. zum Elektroniker oder Mechaniker vorausgesetzt. Darüber hinaus ist meist zusätzliche fachspezifische Erfahrung erforderlich, vor allem in Aufbau und Funktionsweisen der betreuten Maschinen. Eine Elektrik-Fortbildung, falls diese nicht Teil des Ausbildungsberufs war, wird ebenfalls meistens verlangt. Bei anleitender oder führender Verantwortung ist zudem eine Weiterqualifikation zum Techniker oder Meister notwendig (vgl. IGM/VBM 2006).

Instandhaltung in den transform.by Fallstudien

Die folgenden Ausführungen stammen aus fünf Fallstudien in Betrieben der bayerischen Automobilindustrie, die im Rahmen des Projekts transform.by durchgeführt worden sind. Sie gehen auf subjektive Einschätzungen der befragten Mitarbeitenden und Führungskräfte zurück.

Beschäftigungsentwicklung und Chancen-/Risiken für die Tätigkeitsgruppe

Im Fall eines Zulieferers mit überwiegend verbrennerabhängiger Produktpalette beschreiben die Gesprächspartner ein Dilemma zwischen der Beschäftigungsentwicklung und der Entwicklung der Arbeitsinhalte. Die Instandhaltung hängt dort als indirekte Tätigkeit im Beschäftigungsvolumen von der Anzahl von Produktionsarbeitsplätzen ab. Bei zunehmender Automatisierung reduziert sich somit die Anzahl der Arbeitsstellen in der Instandhaltung. Gleichzeitig wird die Instandhaltung zeit- und aufwändiger, da sich die Anzahl der Anlagen und auch deren Komplexität erhöht. Eine leistungsstarke Instandhaltung ist nach Einschätzung der Gesprächspartner in diesem Fallunternehmen maßgeblich für die Umsetzbarkeit der Automatisierungsstrategie des Unternehmens.

Die folgende Tabelle 1 stellt zusammenfassend die in den Fallstudien genannten Chancen und Risiken für die Instandhaltungsarbeit dar.

Tabelle 1: Instandhaltung: benannte Chancen und Risiken aus den transform.by-Fallstudien

Chancen	<ul style="list-style-type: none"> • Fernwartung, zielgenauere Diagnosen durch Vernetzung • Schadensmitteilung mittels Fotos erlaubt schnellere und zielgerechtere erste Ferndiagnose • Aufwertung der Tätigkeit durch komplexere Anlagen • Trotz der Beschäftigungsabhängigkeit von Produktionsarbeitsplätzen versprechen sich Instandhalter zukünftig eine höhere Nachfrage, da ein steigender Automatisierungsgrad die Komplexität der Anlagen erhöht
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitsverdichtung durch stärkere Automatisierung, Vielfalt der Steuerungssysteme und Personalabbau • Zunehmend komplexe Wartung durch Elektrifizierung und hochautomatisierte Anlagen • Schnellerer Kompetenzverlust durch kürzere Produktzyklen der Steuerungssysteme • fehlendes Personal mit Programmierkenntnissen

Instandhaltung: Kompetenzen, Qualifizierungsbedarfe und benachbarte Tätigkeitsfelder

Die Arbeit in der Instandhaltung wird in den Fallstudien ohne Ausnahme als Facharbeit mit hohen Anforderungen an breitem technischem Wissen, Problemlöse- und Kommunikationskompetenz beschrieben. Vorausgesetzt wird der Abschluss einer dualen Berufsausbildung im Bereich Mechanik, Mechatronik oder Elektronik. Als Einarbeitungszeit wird oftmals ca. ein Jahr angegeben, nach dem man weitestgehend selbständig die Tätigkeit ausführen könne. Viele Instandhalter in den untersuchten Unternehmen haben zudem einen Meister- oder Technikertitel, auch wenn sie diesen formal nicht benötigen.

Benachbarte Tätigkeitsfelder sind die Maschinen- und Anlagenbedienung sowie das Industrial Engineering mit der Planung von Prozessen und Anlagen. Als ein mögliches Zukunftsfeld wurde in einem Fallbetrieb das Lieferantenmanagement benannt. Im konkreten Beispiel geht es darum, dass durch die Umstellung auf Elektromobilität mit neuen Zukaufteilen auch neue Lieferanten bewertet werden müssen, wofür Instandhalter in erheblichem Umfang Fachwissen aufweisen. Ein Abteilungsumbau im Werk eines Automobilherstellers ermöglichte dortigen Instandhaltern, sich werksintern neue Stellen zu suchen. So wurde eine Person zum Ausbilder für Elektronikberufe, während eine Weitere in die Industrialisierungsplanung neuer Produkte wechselte.

Die Gesprächspartner benennen Qualifizierungsbedarfe vor allem an der Schnittstelle zwischen Mechanik, Elektronik und IT/Programmierung. So ist die Instandhaltung häufig in zwei Teilbereiche unterteilt: Mechanik und Elektronik. Es wird erwartet, dass der Elektronik-Anteil künftig ansteigen wird und eine Kombination beider Fachgebiete förderlich sein kann. Andere Gesprächspartner sprachen sich hingegen für eine Aufteilung der Instandhalter in Spezialisten für Mechanik oder Elektronik aus, weil nur auf diese Weise die notwendige Tiefe des Fachwissens zu erreichen sei. Die

vorausschauende Schulung bei Anschaffung neuer Maschinen (Unterschiede in Bedienung, Programmiersprachen, etc.) wird als zwingend notwendig beschrieben.

In einem Report der AgenturQ (2021) wurden durch die Analyse von Stellenanzeigen so genannte Zukunftskompetenzen abgeleitet. Die folgende Tabelle zeigt in den Fallstudien festgestellte Beispiele für bereits vorliegende Zukunftskompetenzen bei Instandhaltern.

Tabelle 2: Beispiele für vorhandene »Future Skills« auf der Basis der AgenturQ-Studie 2021

Future Skill-Cluster (AgenturQ 2021)	Beispiel aus transform.by-Fallstudien (Instandhaltung)
Data Management	<ul style="list-style-type: none"> • Fehlermeldungen laufen oft über ein SAP-System; teilweise liegen die Wartungspläne dort ebenfalls ab
Data Science & KI	<ul style="list-style-type: none"> • Einige Instandhalter haben die Vermutung, dass sie mehr Programmierfähigkeiten benötigen werden, wenn sich ihr Unternehmen Richtung Predictive Maintenance bewegt
Nachhaltige & ressourcenschonende Technologien	<ul style="list-style-type: none"> • Verantwortung für Nachhaltigkeit liegt in einem Betrieb bei einem Instandhalter
Flexibilität	<ul style="list-style-type: none"> • Instandhalter müssen ihren Tagesablauf um Maschinenstörungen herum anpassen • Instandhalter müssen mit der Wartung und Instandhaltung neuer Maschinen vertraut sein – immer wenn sich etwas am Maschinenpark ändert, muss sich auch der Instandhalter verändern
Kommunikation / Überzeugungsvermögen	<ul style="list-style-type: none"> • Viele Maschinen werden nicht mehr selbst repariert, weswegen Rücksprachen mit dem Hersteller notwendig sind. • Instandhalter kommunizieren hierarchieübergreifend: vom Maschinenbediener (der die Fehlermeldung absetzt) bis zur hohen Führungskraft (die ihre Produktionsziele erreichen will)

Qualität der Arbeit

Insbesondere die Arbeit in der schadensabhängigen Instandhaltung geht mit einigen Belastungen einher. Genannt beziehungsweise beobachtet wurden in den Fallstudien die folgenden Faktoren:

- Schichtarbeit im Dreischichtbetrieb
- Wechsel zwischen Arbeiten in der Werkhalle und Bildschirmarbeit
- Laufwege von fünf bis zehn Kilometern pro Schicht
- Lärmbelastung durch Maschinen
- Unergonomisches Arbeiten in gebückter, hockender, kniender Stellung oder Arbeiten über Kopf
- Zeitdruck und Arbeitsverdichtung
- Mittlerer Handlungsspielraum in der Arbeitsdurchführung (z. B. teilweise Wahlmöglichkeit bzgl. der Annahme von Instandhaltungsaufträgen und dem Zeitpunkt der Erledigung)

4.2 Planende und steuernde Tätigkeiten

Bei planenden Tätigkeiten in der Automobilindustrie spielt die Digitalisierung ebenfalls eine zunehmend wichtige Rolle. Ähnlich wie bei der Instandhaltung von Anlagen und Maschinen streben Unternehmen eine effizientere und agilere Planung ihrer Arbeitsprozesse an, um Kosten zu senken und die Produktivität zu steigern.

Ein wichtiger Trend in diesem Bereich ist die Einführung von digitalen Planungstools und Produktionsmanagementsystemen. Diese ermöglichen es Unternehmen, Arbeitsabläufe in Echtzeit zu überwachen, Ressourcen effizienter zuzuweisen und Engpässe frühzeitig zu identifizieren. Durch die Integration von Maschinendaten, Produktionsdaten und anderen relevanten Informationen können Unternehmen eine präzisere Planung durchführen und flexibler auf Veränderungen in der Nachfrage reagieren (Gutermuth 2018).

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Implementierung von Lean-Prinzipien und Agilen Methoden in der Arbeitsvorbereitung und Steuerung. Unternehmen streben danach, Verschwendung zu minimieren, Prozesse kontinuierlich zu verbessern und die Flexibilität ihrer Produktionsplanung zu erhöhen (Butollo et al. 2018). Dies kann beispielsweise durch die Einführung von Kanban-Systemen, Lean Production-Techniken und regelmäßige Verbesserungssitzungen erreicht werden.

Darüber hinaus spielen auch die Zusammenarbeit und Vernetzung mit Lieferanten, Partnern und Kunden eine wichtige Rolle in der Arbeitsvorbereitung und Steuerung. Durch den Austausch von Informationen und Daten entlang der gesamten Wertschöpfungskette können Unternehmen Engpässe vermeiden, Lieferzeiten verkürzen und die Effizienz ihrer Arbeitsprozesse verbessern.

Oftmals findet sich in Industrie 4.0 Debatten auch das Konzept der Losgröße 1, womit die Produktion von Einzelprodukten basierend auf Kundenwünschen oftmals neben der regulären Serien- oder Massenproduktion gemeint ist (Lasi et al. 2014). Viele der oben beschriebenen Technologie- und Organisationstrends werden dabei als Vorbedingung gesehen. Da sich die Produktion individualisierter Produkte aufgrund weniger Standards und Routinen nur schwer planen lässt, hat sich diese Idee bisher in der industriellen Praxis allerdings kaum durchgesetzt.

Eingruppierung planender Tätigkeiten im ERA-TV

Je nach Umfang der zu verantwortenden Planungsprozesse wird diese Tätigkeit nach ERA-TV mit den Entgeltstufen 7 bis 11 entlohnt. Die Voraussetzung dafür ist eine dreijährige Berufsausbildung, z. B. zum Industriemechaniker, sowie einschlägige Berufserfahrung und Weiterbildung hinsichtlich Fertigungsabläufen, Materialwirtschaft oder Ähnliches. In den höheren Entgeltstufen ist der Industriemeister Metall oder eine Weiterbildung zum Techniker notwendig, sowie Zusatzqualifikationen in Methoden der Arbeitswirtschaft (z. B. REFA, MTM). Für sehr komplexe und umfangreiche Planungstätigkeiten kann auch ein Studium (Bachelor, Diplom) mit einem Schwerpunkt in Fertigungs-, Produktions- oder Verfahrenstechnik vorausgesetzt werden (vgl. IGM/VBM 2006).

Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit

Im Folgenden wird die Beschäftigungsentwicklung und -struktur der »Berufsgruppe 273 – Technische Produktionsplanung und -steuerung« aufgeführt. Berufsgruppe 273 beinhaltet Berufe der technischen Produktionsplanung und -steuerung, der technischen Qualitätssicherung sowie die dazugehörigen Aufsichts- und Führungskräfte. Allerdings beruhen diese Zahlen auf der branchenübergreifenden Beschäftigung und nicht nur auf Daten der Automobilbranche. Trotzdem bietet die Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit einen guten Indikator für die Entwicklung dieser Berufsgruppe.

Seit 2018 stieg die Beschäftigung der Berufsgruppe 273 um ca. ein Prozent und blieb damit weitgehend neutral (siehe Abbildung 2). In Bayern wuchs die Anzahl sozialversicherungspflichtiger Beschäftigter von 131.740 auf 133.180, in Gesamtdeutschland von 607.010 auf 612.070. Circa 21,7% aller deutschen Beschäftigten in dieser Berufsgruppe arbeiten in Bayern. Die Bundesagentur für Arbeit stellt für diese Berufsgruppe auf Expertenniveau in Bayern einen schwachen Engpass im Arbeitskräfteangebot fest.

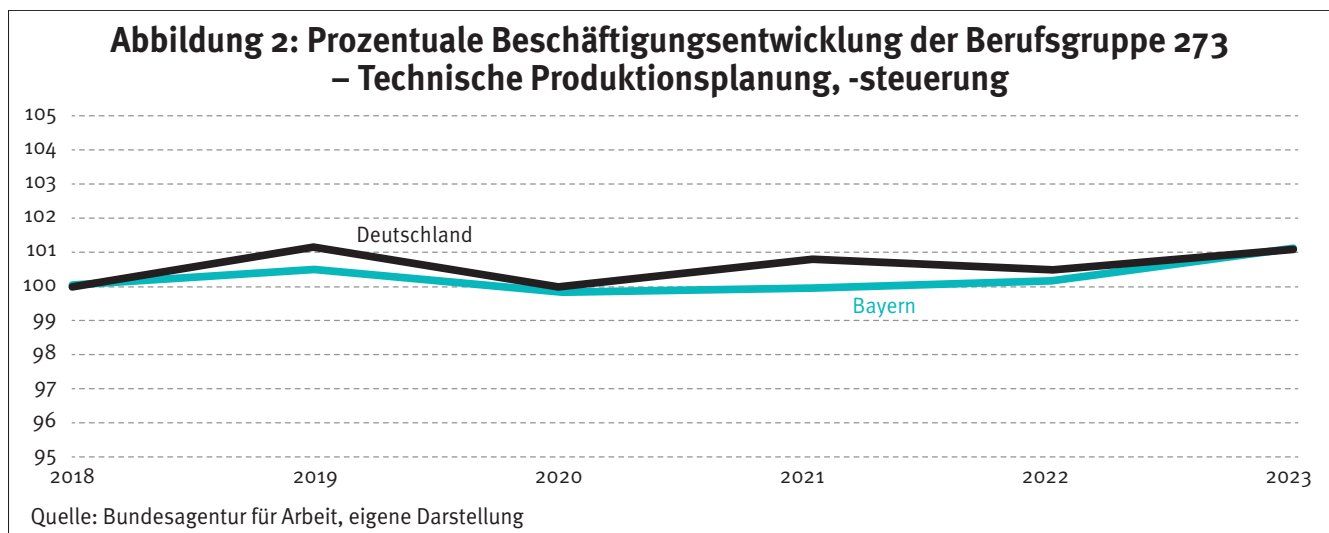


Tabelle 3: Altersgruppenverteilung der Berufsgruppe 273 im September 2023

Altersgruppe	Beschäftigtenzahl	Anteil
15 bis unter 25 Jahre	4.290	3,22%
25 bis unter 35 Jahre	28.260	21,22%
35 bis unter 45 Jahre	35.820	26,9%
45 bis unter 55 Jahre	31.770	23,85%
55 bis unter 65 Jahre	32.030	24,05%
65 Jahre und älter	1.010	0,76%

(Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Darstellung)

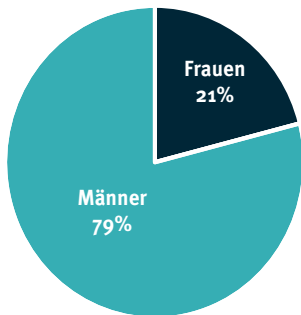
Tabelle 3 zeigt die Aufschlüsselung der Altersgruppen innerhalb der Berufsgruppe. Wenn man davon ausgeht, dass planerische und steuernde Tätigkeiten in der Regel angetreten werden, nach-

Abbildung 3: Beschäftigtenstruktur in der Berufsgruppe 273

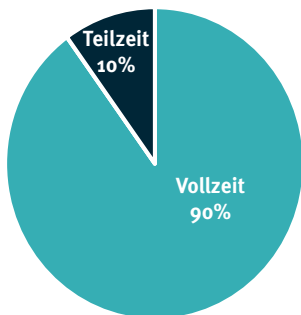
Anforderungsniveau



Geschlecht



Arbeitszeit



Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Darstellung

dem man bereits Berufserfahrung gesammelt hat, ist es logisch, warum nur wenige Berufsgruppenmitglieder unter 25 Jahre alt sind. Die Beschäftigten verteilen sich relativ gleichmäßig auf die Altersgruppen zwischen 25 und 65 Jahren, weswegen eine balancierte Altersstruktur vorherrscht. Nichtsdestotrotz muss angemerkt werden, dass ca. ein Viertel aller Berufsgruppenmitglieder in den nächsten zehn Jahren in den Ruhestand gehen wird.

Abbildung 3 zeigt die Strukturmerkmale innerhalb der Berufsgruppe 273 auf. Wie zu erwarten in einem Tätigkeitsfeld aus dem produzierenden Gewerbe liegt der Männeranteil nach wie vor sehr hoch, sowie auch der Anteil an Vollzeitbeschäftigten. Im Anforderungsniveau der verschiedenen Stellen innerhalb der Berufsgruppe herrscht eine Fragmentierung vor. Der größte Teil der Beschäftigten sind jedoch Spezialisten, während Helfertätigkeiten hier überhaupt nicht existieren. Spezialisten haben mindestens eine Qualifizierung auf Techniker-/Meisterlevel, Experten verfügen über ein abgeschlossenes Studium (Bundesagentur für Arbeit).

Betriebliche Arbeitskräftenachfrage

Betrieblich gesehen sind Arbeitskräfte mit Fachkenntnissen in der Arbeitsvorbereitung und Produktionssteuerung besonders in großen OEMs gefragt und haben oft Aufstiegsmöglichkeiten innerhalb des Unternehmens. In kleineren Betrieben und ländlichen Regionen kann die Personalbesetzung jedoch knapper sein, was zu einer höheren Arbeitsbelastung des übrigen Planungs- und Steuerungspersonals führen kann. Trotzdem bietet die Digitalisierung auch hier Potenzial zur Stressreduzierung und Effizienzsteigerung durch verbesserte Planungs- und Steuerungsprozesse.

Planungstätigkeiten in den transform.by Fallstudien Die Berufsgruppe der Technologen

Im Rahmen der transform.by-Fallstudien konnten in einem Zulieferbetrieb mit überwiegend verbrennerabhängiger Produktpalette zwei ausführliche Tätigkeitsanalysen für die Berufsgruppe der Technologen durchgeführt werden. In einem OEM wurde ein ähnliches Aufgabenfeld mit der Bezeichnung »Methodiker« beschrieben. Technologen planen neue Anlagen, schreiben Lastenhefte, begleiten Hochläufe, optimieren Anlagen im Serienbetrieb und erteilen Aufträge an den Maschinenbau (intern, extern). Sie sind im Fallunternehmen eine zentrale Tätigkeitsgruppe zur Bewältigung der Transformation von verbrennerabhängigen Produkten zur Elektromobilität.

Beschäftigungsentwicklung und Chancen-/Risiken für die Tätigkeitsgruppe

Der bisher schwerpunktmäßig auf Mechanik ausgerichtete Standort hat im Rahmen einer Neuausrichtung einen Auftrag zur Industrialisierung und Produktion eines Bauteils für die Elektromobilität

erhalten. Beteiligt an der Entwicklung sind sechs Technologen über drei Standorte. Aufgrund des hohen Spezialisierungsgrades ist die Abteilung arbeitsteilig organisiert. Es konnten Gespräche mit zwei Technologen geführt werden – eine Person hatte einen Arbeitsschwerpunkt auf der Montage, die zweite Person auf den Prozessschritt Schleifen. Für das Schleifen stellt sich die Situation anders dar als für den Schwerpunkt Montage. Aufgrund des Rückgangs der verbrennerabhängigen Produktion werden bestimmte Prozessschritte weniger oder gar nicht mehr gebraucht, beziehungsweise erfolgen keine neuen Entwicklungsaufträge. Es stellt sich also die Frage des künftigen Einsatzgebietes für Technologen mit dieser Spezialisierung, was gegebenenfalls zielgenaue Qualifizierungsmaßnahmen notwendig macht.

In den Gesprächen wurden aus Perspektive der Beschäftigten und der jeweiligen Führungskraft unterschiedliche Chancen und Risiken für Beschäftigungsentwicklung und Arbeitsqualität für die Tätigkeitsgruppe genannt, die in der Tabelle dargestellt sind.

Tabelle 4: Chancen und Risiken aus der Sicht von Technologen und Führungskräften

	Montage – Technologe	Schleifen – Technologe
Chancen	<ul style="list-style-type: none"> • Mobiles Arbeiten durch vernetzte Maschinen und Digitalisierung zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen • Zunehmende Bedeutung von Nachhaltigkeit des Maschinenparks (Bsp.: EcoMode) könnte eine Aufwertung der Tätigkeit bedeuten • Digitale Analysetools und Simulationssoftware verbessern die Prozesse und könnten eine Aufwertung der Tätigkeit bedeuten 	<ul style="list-style-type: none"> • Digitalisierung der Werkzeuglebensakte zur besseren Planbarkeit von Werkzeugwechseln • Schulungen in Robotik und Elektrotechnik zur Erschließung neuer Tätigkeitsbereiche
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> • Mehr Unsicherheit und Sparzwang mit ggf. negativen Folgen für Beschäftigung • Kürzere und schnellere Produktzyklen, Zunahme Komplexität der Anlagen können zu Arbeitsverdichtung führen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kaum neue Projekte und Anwendungen mit ggf. negativen Folgen für Beschäftigung

Kompetenzen, Qualifizierungsbedarfe und benachbarte Tätigkeitsfelder

Entsprechend des anspruchsvollen Tätigkeitsfeldes sind Technologen im Fallbetrieb Spezialisten mit abgeschlossener Techniker-/Meisterfortbildung oder einem Hochschulabschluss sowie einschlägiger Berufserfahrung. Trotz des hohen formalen Qualifikationsniveaus wird die Einarbeitungszeit je nach genauer Tätigkeit auf sechs Monate bis zwei Jahre geschätzt bis eigenständig ein Projekt übernommen werden kann.

Nach Veränderungen der Arbeitstätigkeit in den letzten Jahren gefragt, benennen die Gesprächspartner einen erhöhten Anteil an digitaler Kommunikation sowie steigende Anforderungen im Um-

gang mit digitalen Tools zur Koordination mit internen und externen Partnern. Insgesamt wird der Workflow als digitalisiert beschrieben und vernetzte Maschinen bieten die Möglichkeit zum Home Office. Nachhaltigkeit wird zunehmend mitgedacht bei der Produktentwicklung – so verfügen neue Maschinen über einen EcoMode (automatisiertes Abschalten nach gewisser Zeit) und auch Mehrwegverpackungen werden genutzt. Kreislaufwirtschaft und Rückbau werden bisher noch nicht berücksichtigt. Hier sind die Kompetenzen ausbaufähig und ggf. Qualifizierungsmaßnahmen notwendig.

Die Gesprächspartner führen darüber hinaus aus, dass die konzerninterne, standortübergreifende Abstimmung zunimmt. Hierfür wären vertiefende Englischkurse mit Fokus auf technischem Vokabular hilfreich. Für die tatsächliche Ausführung der Arbeit ergeben sich dadurch praktische Herausforderungen. So wurde der Einkauf zentralisiert und nach Polen verlagert – Bestellungen laufen nun über ein zentrales Bestellsystem. Aus Perspektive der Technologen ist dies von Nachteil für ihre Arbeit, da sie ihre Werkzeuge schnell brauchen und die persönliche Absprache mit dem Einkäufer/der Einkäuferin wichtig sein kann. Als weiteren Bedarf formulieren die Gesprächspartner Schulungen zum Thema Robotik und Elektrotechnik. Weitergehend werden Kompetenzen im agilen Projektmanagement als künftig wichtig benannt.

Tabelle 5: Beispiele für vorhandene »Future Skills« auf der Basis der AgenturQ-Studie 2021

Future Skill-Cluster (AgenturQ 2021)	Beispiel aus transform.by-Fallstudie (Technologe)
Nachhaltige & ressourcenschonende Technologien	<ul style="list-style-type: none"> • Umsetzung von EcoMode bei Maschinen und Mehrwegverpackungen
Industrial Engineering	<ul style="list-style-type: none"> • Planung, Automatisierung und Optimierung von Produktionsanlagen
Eigeninitiative	<ul style="list-style-type: none"> • Selbstständiges Suchen nach Lösungen zur Optimierung der Anlagen
Zielorientierung	<ul style="list-style-type: none"> • Am Beginn des Entwicklungsprozesses ist unklar, wie gut ein neues Produkt laufen wird. Dies wird bei der Industrialisierung des Produktionsprozesses berücksichtigt. Geplant wird mit einer geringen Stückzahl, wenig Automatisierung und Handarbeitsplätzen, die bestenfalls in automatische Linien integrierbar sind.
Weitere überfachliche Fähigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilität, Kreativität, Organisationsfähigkeit und Problemlösefähigkeit

Qualität der Arbeit

Die Arbeit der Technologen zeichnet sich im Fallbeispiel durch die folgenden Rahmenbedingungen aus:

- Gleitzeit mit Stundenkonto
- Unbefristete Verträge
- Relativ hohe Jobsicherheit
- Hohe Planungsautonomie
- Möglichkeit der gegenseitigen Urlaubsvertretung

- Diensthandy, -laptop

Berufsgruppe der Materialflussplaner

Im Rahmen einer Fallstudie bei einem konzerngebundenen Zulieferbetrieb mit überwiegend verbrennerbezogenen Produkten konnte ein Interview mit einer Führungskraft und einem Mitarbeitenden aus der Materialflussplanung durchgeführt werden. Die Ergebnisse werden im Folgenden beschrieben.

Beschäftigungsentwicklung und Chancen-/Risiken für die Tätigkeitsgruppe

Die Tätigkeit bewegt sich in der Darstellung der Gesprächspartner zwischen der klassischen Planung von Materialflüssen, die sehr stark an die Raumplanung angelehnt ist, und der Planung von Informationsflüssen. Hierbei geht es darum nachvollziehen zu können, welches Teil sich wann wo befindet, wie zum Beispiel beim digitalisierten Wareneingang. Die Planung von Informationsflüssen hat direkten Bezug zur Digitalisierung und der Umsetzung entsprechender Projekte – hier kommen die Aufträge entweder direkt aus der Zentrale oder es wurde werksintern ein neues Tool entwickelt, das ausgerollt wird. Einschätzungen zum Thema Beschäftigungswirkung wurden nicht direkt abgefragt. Die Darstellung der Komplexität der Tätigkeit sowie Themen wie Digitalisierung und Nachhaltigkeit, deren Umsetzung auch in der Verantwortung der Materialflussplaner liegt, lassen darauf schließen, dass es künftig eine mindestens konstante Beschäftigung geben wird.

Kompetenzen, Qualifizierungsbedarfe und benachbarte Tätigkeitsfelder

Materialflussplanung ist im untersuchten Betrieb eine akademisch geprägte Tätigkeit. Die Beschäftigten sind klassischerweise Betriebswirte und Wirtschaftsingenieure, die ein hohes räumliches und technisches Verständnis sowie eine hohe Detailorientierung aufweisen. Betriebswirtschaftliche Kenntnisse sind ebenso zwingend, wie Englischkenntnisse, eine ausgeprägte Kommunikationsfähigkeit, Lösungsorientierung und Kreativität. Darüber hinaus ist das in der Tätigkeit aufgebaute Erfahrungswissen nach Einschätzung der Gesprächspartner unverzichtbar. Flexibilität wird ebenfalls als zwingend beschrieben, da Materialflussplaner auch dann einbezogen werden, wenn zum Beispiel durch Naturkatastrophen Transportwege versperrt sind und Alternativen gefunden werden müssen.

Benachbarte Tätigkeitsfelder sind vielfältig, da Materialflussplaner standortintern und -extern an der Schnittstelle verschiedener Abteilungen arbeiten, zum Beispiel mit der Logistik, Produktion, Arbeitsschutz (Sicherheitsabstände, Laufwege, Gefahrstoffhandling), IT und Qualitätssicherung.

Vertiefende IT-Kenntnisse werden als immer wichtiger bewertet, da neue Projekte einen zunehmenden IT-Anteil haben und dabei hohe Komplexitäten aufweisen. Die Gesprächspartner benennen hier, dass sich aus ihrer Perspektive die Fähigkeiten von guten Materialflussplanern und guten IT-Fachkräften »beißen«: »Ich habe noch keinen guten Materialflussplaner gesehen, der ein guter Programmierer war.« Sie regen entsprechend an, dass es im Betrieb eine spezialisierte IT-Abteilung für die Umsetzung entsprechender IT-Projekte geben sollte. Kenntnisse zu den Möglichkeiten und Grenzen von Künstlicher Intelligenz werden ebenfalls als Zukunftsfeld genannt. So gibt es im Konzern erste Konzepte eines KI-gesteuerten Materialtransports, inklusive des automatischen Abladens und Einlagerns. Auch die Anforderungen an die Nachhaltigkeit steigen stetig, so dass Ma-

terialflussplaner hier über bessere Kompetenzen verfügen sollten. So gibt es im entsprechenden Betrieb seit 2023 ein CO²-Einsparziel für die Logistik. Das höchste Einsparpotenzial liegt hierbei in der physischen Logistik, so dass hier kreative Ideen gefragt sind.

Tabelle 6: Beispiele für vorhandene »Future Skills« auf der Basis der AgenturQ-Studie 2021

Future Skill-Cluster (AgenturQ 2021)	Beispiel aus transform.by-Fallstudie (Materialflussplanung)
Cybersecurity	<ul style="list-style-type: none"> • Bewertung von Cloud-Lösungen von externem Dienstleister, Sicherheitsaspekte beim Einsatz digitaler Devices (Tablets)
Nachhaltige & ressourcenschonende Technologien	<ul style="list-style-type: none"> • Einsparpotenziale für Treibhausgase müssen gefunden und umgesetzt werden
Flexibilität, Kreativität, Resilienz	<ul style="list-style-type: none"> • Kurzfristige Umplanung und Lösungsfindung bei versperrten Transportwegen durch Naturkatastrophen
Kommunikation / Überzeugungsvermögen	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenarbeit mit unterschiedlichen Abteilungen, standortintern & standortübergreifend
Problemlösungsfähigkeit, Zielorientierung, Organisationsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Planung von Materialflüssen bei begrenztem Platzangebot und unter Berücksichtigung von Voraussetzungen, z. B. Position der Anlieferung, Laufwegen, Mindestabständen

Tabelle 7: Beispiele für zukünftig wichtige »Future Skills« auf Basis der AgenturQ-Studie 2021

Future Skill-Cluster (AgenturQ 2021)	Beispiel aus transform.by-Fallstudie (Materialflussplanung):
Data Science & KI, Design	<ul style="list-style-type: none"> • Mensch-Maschine-Interaktion bei KI-basierten Logistiksystemen
Intelligente Hardware & Robotik, IT-Infrastruktur & Cloud	<ul style="list-style-type: none"> • Verstehen, wie Sensoren miteinander kommunizieren, Datenaustausch über die Cloud

Qualität der Arbeit

Die Arbeit der Technologen zeichnet sich im Fallbeispiel durch die folgenden Rahmenbedingungen aus:

- 35 bis 40 Stundenwoche
- Teilzeit möglich
- Gleitzeit
- Homeoffice (keine allg. Regelung im Unternehmen, sondern abhängig von der Führungskraft)
- Zusammenarbeit mit/an Schnittstellen (Raumplanung, Arbeitssicherheit, etc.)

Die Berufsgruppe der Disponenten

In einem Fallstudienbetrieb aus der Zuliefererindustrie wurde die Dispositionsabteilung näher betrachtet. Im Betrieb sind die Disponenten vor allem dafür zuständig, dass die Liefervereinbarungen

mit den OEMs eingehalten werden. Dabei ist eine große Herausforderung die Koordination der Serienfertigung mit dem ebenfalls angebotenen Ersatzteilgeschäft, das auf Nachfrage mit geringeren Losgrößen auch für ältere Automobilmodelle produziert.

Daneben sind die Disponenten im Betrieb zentrale Ansprechpartner für die meisten Abfragen von Daten und Zahlen, da die Abteilung im Umgang mit dem ERP-System sowie den noch vielfach verwendeten Excelprogrammierungen das meiste Umgangswissen besitzt. Zum Januar 2025 soll das bisher genutzte ERP-System, das eine Vielzahl von betriebsspezifischen Sonderlösungen beinhaltet, durch ein System ersetzt werden, welches Industriestandard ist. Da die Einführung des neuen Systems bereits ein hoher Kostenaufwand ist, wird zukünftig voraussichtlich ohne Sonderlösungen gearbeitet.

Beschäftigungsentwicklung der Disposition

Aufgrund des weitreichenden Aufgabenportfolios und der engen Bindung an die Kunden sehen die Disponenten ihre Stellen als zukunftssicher an. Auch ein betriebsinterner Changemanager teilt die Auffassung, dass die Disposition langfristig gesehen nicht von einem Stellenabbau betroffen sein wird.

Kompetenzen, Qualifizierungsbedarfe und benachbarte Tätigkeitsfelder

Um in der Disposition des Fallstudienbetriebs zu arbeiten, gibt es keinen Regelkarriereweg. Zwar rekrutierten sich die meisten Disponenten aus der Stammebelegschaft, doch haben sie unterschiedliche berufliche Hintergründe, z. B. aus der Fertigung oder aus der Logistikplanung. Auch ein Kollege mit einem akademischen Abschluss als Wirtschaftsingenieur arbeitet hier. Als zentrale Kompetenzen werden kaufmännisches und technisches Verständnis, sowie IT-Kenntnisse angegeben, da man mit einer Vielzahl unterschiedlicher Softwareprogramme umgehen können muss. Wichtig sind auch Softskills wie Belastbarkeit, soziales Feingespür, Durchsetzungsfähigkeit und die Kompetenz zum Selbstlernen. Da die Disponenten sehr geübt darin sind, sich selbst in neue Dinge einzuarbeiten, sehen sie keinen großen Qualifizierungsbedarf, wenn man von der Einführung in die Bedienung des neuen ERP-Systems einmal absieht.

Mit benachbarten Tätigkeiten arbeitet die Disposition eng zusammen, mit dem dispositiven Einkauf und der Materialwirtschaft teilen sie sich sogar das Büro. Der Vertrieb, die Fertigungssteuerung, der Versand und das Controlling sind weitere Abteilungen mit denen Aufgaben gemeinsam gelöst werden. Da sich das Aufgabenportfolio der Disposition mit so vielen Fachbereichen berührt, wurde sie von einem Mitglied des Projektteams zur neuen ERP-Systemeinführung auch als Herz des Betriebs beschrieben.

Qualität der Arbeit

In den letzten Jahren stieg die Regelarbeitszeit der Disponenten von 35 auf 40 Wochenstunden an. Dennoch müssen wöchentlich viele Überstunden geleistet werden, um den Arbeitsaufwand zu bewältigen. Dies hängt unter anderem damit zusammen, dass die Lieferketten störanfälliger geworden sind und man deshalb manchmal auf Material warten muss. Daneben erschwert auch die flexible Nachfrage im Ersatzteilgeschäft die Planungsprozesse, denn immer, wenn Ersatzteile produziert werden sollen, muss die Fertigung eines aktuellen Serienproduktes temporär eingestellt werden.

Da auch die Liefertermine der Serienfertigung eingehalten werden müssen, ist es nötig, Sonderschichten anzuberaumen, um beides zu gewährleisten. Die Disponenten werden nach eigener Aussage dann oft zum Sündenbock erklärt, wenn die Terminkoordination unter diesen erschwerten Bedingungen nicht funktioniert, obwohl sie regelmäßig aufzeigen, dass mehr Produktionspersonal benötigt wird, um sämtliche Aufträge bedienen zu können.

Da die Beziehungen zu den OEMs innerhalb des Dispositionsteams aufgeteilt sind, sehen sich die Einzelpersonen ein Stück weit als nur schwer zu ersetzen. Neben den persönlichen Kontakten mit den Verantwortlichen aus den Kundenunternehmen, verfügen sie auch über Wissen im Umgang mit den digitalen Portalen der Kunden, in die Liefertermine, Kennzahlen und Verzögerungen eingetragen werden müssen. Auf die Pflege und das Datenmanagement in diesen Portalen sowie in den eigenen Systemen entfällt ein großer Teil der Arbeitszeitkapazitäten. Bei der Einführung des neuen ERP-Systems wird deshalb auf eine Automatisierung bisher händisch durchzuführender Datenübertragungen gehofft. Für die Koordination von Serienfertigung und Ersatzteilgeschäft wird zukünftig aber ein deutlicher Mehraufwand erwartet, da ein dafür eigens entwickeltes Aufbautool für das neue System nicht erneut gekauft werden soll.

Mit der Verbreitung von MS Teams haben Onlinemeetings in der Abteilung stark zugenommen. Da die Disposition in einem offenen Büro mit zwölf Plätzen untergebracht ist, herrscht durch die zahlreichen Onlineterminale, Telefonate und persönlichen Absprachen ein hoher Geräuschpegel, der auch als belastend und bei der Arbeit hindernd beschrieben wird. Seit Corona haben die Disponenten allerdings die Möglichkeit 40% ihrer wöchentlichen Arbeitszeit aus dem Homeoffice zu arbeiten, was für die Konzentration förderlich ist.

4.3 Intralogistik

Die Intralogistik ist ein essenzieller Bestandteil der Automobilindustrie, der für die nahtlose Bewegung von Materialien und Komponenten innerhalb von Produktionsstätten verantwortlich ist. Sie befasst sich mit sämtlichen logistischen Aktivitäten, die innerhalb des Unternehmens stattfinden, von der Materialannahme über die Lagerung bis hin zur Bereitstellung der fertigen Produkte für den Versand.

Ein zentrales Ziel der Intralogistik ist die Optimierung des Materialflusses, um eine reibungslose und effiziente Produktion zu gewährleisten. Dies beinhaltet die Planung und Organisation von Lagerhaltung, Kommissionierung, Transport und Bereitstellung von Materialien entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Die Intralogistik strebt danach, die richtigen Materialien zur richtigen Zeit am richtigen Ort bereitzustellen, um Engpässe zu minimieren und Produktionsausfälle zu vermeiden (Matuschek 2016).

Um diese Ziele zu erreichen, setzt die Intralogistik auf verschiedene Technologien und Methoden. Dazu gehören automatisierte Lager- und Transportsysteme, fahrerlose Transportsysteme, Robotik und fortschrittliche Lagerverwaltungssysteme. Diese Technologien ermöglichen eine effiziente und präzise Materialbewegung sowie eine Echtzeitverfolgung von Materialströmen (Ten Hompel & Henke 2014).

Darüber hinaus spielt die Digitalisierung eine immer wichtigere Rolle in der Intralogistik. Unternehmen setzen vermehrt auf digitale Technologien wie RFID, Barcodescanner und IoT-Geräte, um den Materialfluss zu überwachen, Lagerbestände zu verwalten und Prozesse zu optimieren (Matuschek 2016). Die Vernetzung von Intralogistiksystemen mit anderen Unternehmensbereichen ermöglicht eine nahtlose Integration und verbessert die Effizienz der gesamten Lieferkette.

Die Intralogistik steht vor der Herausforderung, sich kontinuierlich an neue Anforderungen und Entwicklungen anzupassen. Dazu gehören sich ändernde Produktionsmuster, steigende Kundenanforderungen und technologische Innovationen. Unternehmen sollten daher verstärkt in die Weiterentwicklung ihrer Intralogistiksysteme und in die Qualifizierung ihrer Mitarbeiter investieren (Windelband et al. 2011), um den steigenden Anforderungen gerecht zu werden und Wettbewerbsvorteile zu erzielen.

Eingruppierung intralogistischer Mitarbeiter im ERA-TV

Zum größten Teil arbeiten innerhalb der Intralogistik Personen, die nach ERA-TV mit den Entgeltstufen 2 bis 4 entlohnt werden. Während die Fähigkeiten zum Arbeiten in den niedrigen Entgeltstufen durch Anlernen gewonnen werden, setzt die Stufe 4 Erfahrung oder eine zweijährige Ausbildung zum Fachlageristen voraus. In den anleitenden und führenden Positionen wird oft auch eine Weiterqualifizierung zum Logistikmeister voraus und wird auch höher vergütet (vgl. IGM/VBM 2006).

Beschäftigungsentwicklung der Intralogistik

Bezüglich der Beschäftigungsentwicklung innerhalb der Intralogistik gibt es widersprüchliche Auffassungen. Oftmals wird im Diskurs angeführt, dass durch die Automatisierung der Lagerwirtschaft in Zukunft weniger Hilfstätigkeiten und Einfacharbeit benötigt werden, da diese oft hoch routinisiert und deswegen einfach zu automatisieren sind (Matuschek 2016). So kommt das Fraunhofer IAO (2020) am Beispiel Volkswagen zur Schätzung, dass bis zu 10% der Beschäftigung bei den Mitarbeitergruppen »Abwickelnde Logistik« und »Mitarbeiter operative Logistik« entfallen könnten. Forschungsvorhaben, wie zum Beispiel durch Ittermann et al. (2019) oder Ortmann & Walker (2018), finden in qualitativen betrieblichen Fallstudien jedoch eher das Phänomen, dass die Beschäftigung in der Intralogistik nicht rückläufig ist, da die die Technisierungslösungen nicht umfassend genug sind und deshalb weiterhin durch menschliche Arbeit ergänzt werden müssen.

Besonders in der Logistik unterschiedlicher Formate gibt es Probleme bei einer vollständigen Automatisierung, da die Robotik bisher nicht weit genug fortgeschritten ist, um mittels Greifrobotern sämtliche Ladungsformate korrekt packen zu können. Darüber hinaus gestaltet sich die Automatisierung eines bereits bestehenden Lagers als herausfordernd, da man Sonderlösungen für die jeweilige Infrastruktur benötigt, falls man nicht das komplette Regal- und Wegesystem abändert. Anders gestaltet sich dies wahrscheinlich in Lagerhäusern, die neu errichtet werden, da hier bereits bei der Bauplanung das spätere technisierte Lagersystem berücksichtigt werden kann.

Eine weitgehende Substitution von Arbeit innerhalb der Intralogistik würde folglich hohe Transaktionskosten erfordern, sowohl bei der Anpassung bestehender Infrastruktur als auch beim Aufbau neuer Lagerhallen. Allerdings scheinen bisher keine belastbaren Studien vorzuliegen, welche potenzielle Umwälzungen der Lagerwirtschaft durch den Digitalisierungsschub, welcher der Corona-

pandemie unterstellt wird, untersucht hat. Die Arbeit innerhalb der Intralogistik scheint deswegen zumindest so lange weitgehend sicher zu sein, bis die Robotik und Automatisierungstechnik kostengünstigere und komplexere Lösungen bieten können.

Tätigkeitsperspektiven der Intralogistik

In der betrieblichen Praxis eines OEMs zeigte sich, dass Helfer aus anderen Tätigkeiten auch in der Intralogistik im Betrieb eingesetzt werden können. Vorher waren sie z. B. als Einleger tätig, welche die Maschinen in der Produktion mit Teilen bestücken. Die Weiterbeschäftigung bereits eingearbeiteter Helfer bietet den Vorteil, dass sie mit den betrieblichen Abläufen vertraut sind und daher keine separate Einarbeitung in diesen benötigen, sondern lediglich eine fachliche Unterweisung. Durch Erfahrungssammlung in der Helfertätigkeit gewinnen sie schließlich Fachwissen, sodass sie durch Weiterbildungen zu Fachkräften für Lagerlogistik entwickeln können.

Laut Berufenet der Bundesagentur für Arbeit, haben Mitarbeiter, die bereits auf Fachkraftniveau arbeiten, die Möglichkeit, durch kaufmännische Weiterbildungen zu Fachwirten für Logistiksysteme oder Handelsfachwirten aufzusteigen. Mit entsprechender Erfahrung können sie auch in Bereichen wie Materialdisposition oder Lagerwirtschaft eingesetzt werden. Mit dem Abschluss als Logistikmeister können Fachkräfte schließlich auch Führungs-, Leitungs- und Planungsaufgaben übernehmen. Zusätzlich bieten Studiengänge wie ein B.Sc. in Logistikmanagement akademische Aufstiegsmöglichkeiten.

Intralogistik in den transform.by Fallstudien

Die betrieblichen Erkenntnisse zum Thema Intralogistik im Projekt transform.by gehen auf sechs Fallstudien aus unterschiedlichen Zuliefererbetrieben sowie auf ein Autohaus zurück. Neben Workshops und Interviews mit Logistikkräften selbst, beruhen folgende Erkenntnisse auch auf Schilderungen von anderen Beschäftigten, die mit den Logistikkräften regelmäßig zusammenarbeiten.

Personalengpässe in angespannten Arbeitsmarktregionen

Logistikführungskräfte eines Zulieferunternehmens berichteten von Personalengpässen innerhalb ihrer Abteilung. Laut eigenen Aussagen gehen diese Engpässe vor allem darauf zurück, dass die im Tarifvertrag geregelte Bezahlung geringer als die Bezahlung in der Produktion ist sowie darauf, dass das Unternehmen generell nur befristete Arbeitsverträge bei Neueinstellungen schließt. Die interne Konkurrenz mit der Produktion erschwert die Personalgewinnung im ohnehin bereits angespannten Arbeitsmarkt der Region. Die betriebliche Logistik greift deswegen vermehrt auf Arbeitskräfte mit unterdurchschnittlichen Deutschkenntnissen zurück, was zu Sprachbarrieren mit den Kollegen führt und zu Schwierigkeiten bei der Bedienung der deutschsprachigen digitalen Logistiksysteme. Eine Einführung betriebsinterner Deutschkurse für diese Beschäftigtengruppe wäre eine Möglichkeit, um diese Arbeitskräfteressource effektiver und langfristig nutzen zu können. Auch in einem weiteren Zulieferbetrieb wird von Engpässen bei angelernten Logistikern berichtet. Da der Standort verbrennerabhängig ist und damit künftige Personalbedarfe unklar sind, wird diese Beschäftigtengruppe aktuell nur über Leiharbeit ersetzt.

Sparmaßnahmen in der Intralogistik

Aus der Zusammenarbeit mit Logistikkräften berichten Montage- und Werkstattarbeiter einiger Fallstudienbetriebe, dass es in den letzten Jahren zu Einsparungen bei logistischen Helfertätigkeiten kam. Diese umfassen zum Beispiel den Transport von Werkzeugen und Ersatzteilen aus dem Lager zum Arbeitsplatz der produzierenden Mitarbeiter, aber auch den Weitertransport der Produkte. Die Abwesenheit oder Unterbesetzung dieser Helfertätigkeiten kann im Umkehrschluss dazu führen, dass die direkten Produktionsmitarbeiter kompensieren müssen, indem sie selbst ins Lager gehen und Werkzeuge oder Ersatzteile suchen. In der hierfür benötigten Zeit kann der betroffene Mitarbeiter seinen Regelaufgaben nicht nachgehen, wodurch formal seine Produktivität sinkt. Als Kompromissvorschlag forderten die Montagearbeiter eines Zulieferers, dass man mittels digitaler Ortungslösungen wie RFID- oder NFC-Chips Werkzeuge und Ersatzteile leichter auffindbar macht, um wieder Zeitersparnisse zu erzielen. Wie oben über die Beschäftigungseffekte der Intralogistik geschildert, hängt ein Beschäftigtenabbau in der Intralogistik der transform.by-Fallbetrieben also nicht mit einer steigenden Automatisierung zusammen, sondern mit betrieblichen Sparmaßnahmen.

Tätigkeitsanalyse Kommissionierung

In einem Zulieferbetrieb ohne Verbrennerabhängigkeit konnten typische Kommissionierungstätigkeiten in zwei verschiedenen Bereichen analysiert werden: zum einen die Kommissionierung im Hochregallager und zum anderen die Kommissionierung im Musterbau. Bei beiden Tätigkeiten handelte es sich um Anlerntätigkeiten, zum Teil mit 18 Monaten Anlerndauer. Im Betrieb wird allerdings darauf Wert gelegt, dass auch bei Anlerntätigkeiten eine abgeschlossene Berufsausbildung in einem anderen Bereich vorliegt. Unterschiede zwischen den Arbeitsrealitäten der Tätigkeitsbereiche stellen wir im Folgenden dar.

Musterbau Kommissionierung

Tätigkeitsbeschreibung, Kompetenzen, Qualifizierungsbedarfe

Der Musterbau im Betrieb ist eine Art »Fabrik in der Fabrik«. So gibt es dort alle Bereiche in kleinerem Umfang, die im Serienbetrieb auch vorhanden sind. Die Aufgabe des Musterbaus ist es, Sonderaufträge, Ersatzteile, aber auch Vorserientwürfe bis hin zur Losgröße 1 nach Bedarf zu fertigen. Es handelt sich dabei um einen wachsenden Bereich. Die Kommissionierer arbeiten in einem kleinen Team von 4-6 Personen. Sie erhalten ihre Arbeitsaufträge über eine Pool-E-Mail-Adresse und stimmen sich intern ab, wer welchen Auftrag übernimmt. Im Einzelnen bestellen sie Waren, gleichen Bestellungen mit dem Buchungsschein ab, räumen Bauteile auf, legen ihre Arbeitsreihenfolge fest, bestätigen das Eintreffen der Bauteile, melden Aufträge als abgearbeitet und führen immer wieder Rüsttätigkeiten an den Anlagen durch. Jede Arbeitskraft hat ihren eigenen Schreibtisch mit eigenem Computer. Zusätzlich sind Schränke für die Bauteile, Paternoster sowie ein Automat zum Einlagern von Teilen vorhanden.

Für die Optimierung des Arbeitsablaufs ist es geplant, dass eine digitalisierte Auftragsvergabe umgesetzt wird, die auch den jeweiligen Auftragsstatus und den oder die Bearbeiterin anzeigt. Informationen, die heute noch in Excel-Listen sind, sollen künftig in ein Kanban-System überführt werden. Grundsätzlich handelt es sich um einen wachsenden Bereich im Betrieb. Zwingend vorausgesetzt als Kompetenz wird der Umgang mit dem PC. Die Führungskraft berichtet, dass durchaus schon Versetzungen in den Bereich an fehlenden PC-Kenntnissen gescheitert sind. Englische Sprachkennt-

nisse werden als nicht zwingend notwendig gesehen. Die Gesprächspartner verweisen darauf, dass im Bedarfsfall ein Übersetzungsprogramm zur Verfügung steht.

Tabelle 8: Beispiele für vorhandene »Future Skills« auf der Basis der AgenturQ-Studie 2021

Future Skill-Cluster (AgenturQ 2021)	Beispiel aus transform.by-Fallstudie (Kommissionierung Musterbau)
Digitale Kollaboration & Interaktion	<ul style="list-style-type: none"> • Aufträge gehen per E-Mail ein. Rückfragen und weitere Klärungsprozesse finden ebenfalls per E-Mail statt (Kollegiale digitale Zusammenarbeit)
Grundlegende IT-Fähigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> • Sicheres Beherrschen von Microsoft Office und Windows sind Voraussetzung für die Tätigkeit
Flexibilität, Organisationsfähigkeit, Problemlösefähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Abstimmung über die Aufträge im Team sowie Priorisierung der Auftragsreihenfolgen. Aus Erfahrung wissen die Beschäftigten, dass täglich ab 9 Uhr viele Aufträge reinkommen – daher organisieren sie selbstständig Aufräum- und Rüsttätigkeiten um diese Stoßzeiten herum.

Qualität der Arbeit

Die Tätigkeit zeichnet sich für eine produktionsnahe Anlern-Tätigkeit durch zum Teil recht flexible Arbeitsbedingungen aus:

- Gleitzeit, freiwilliger Beginn um 6:00 Uhr (Kernarbeit 9:00 bis 15:00 Uhr), Teilzeit möglich
- Mehrere Personen im Team: gewisse Autonomie darüber, wer wann welche Aufgaben erledigt
- Wahrgenommen wird eine geringe Planbarkeit der Tätigkeiten mit vielen Unterbrechungen
- Mitarbeitende empfinden Termindruck »alle Aufträge am gleichen Tag abzuarbeiten«, wohingegen die Führungskraft berichtet, dass am nächsten Tag auch noch Zeit sei und man versuche die Kolleg:innen einzubremsen
- Grundrauschen an Geräuschen, Höhe der Dezibel unklar
- Konstante Wärme von 26 Grad Celsius
- Gefährdungsbeurteilung liegt vor und ergab keine besonderen Risiken

Kommissionierung Behälterlager

Tätigkeitsbeschreibung, Kompetenzen, Qualifizierungsbedarfe

Aufgabe der Kommissionierer am Hochregallager ist zum einen die Entnahme von bestellten Teilen in der korrekten Anzahl aus so genannten Kleinladungsträgern (KLT), das Abscannen der Teile sowie die Ablage in das Put-to-light-Regal. Der Abtransport der Teile erfolgt automatisiert über ein fahrerloses Transportsystem. Zum anderen lagern die Kommissionierer neue KLT in das Hochregallager ein, wenn ein Lagerplatz freigeworden ist. Hierfür scannen sie den KLT in das Warenkontrollsystem ein. Der Abtransport an den Lagerplatz erfolgt automatisiert. Es handelt sich somit um eine hochgradig standardisierte und repetitive Tätigkeit. Allerdings rotieren die Mitarbeitenden in der Abteilung selbstorganisiert zwischen sechs Arbeitsplätzen und zum Teil auch darüber hinaus (nach Einteilung der Führungskraft). Der Arbeitsplatz ist werksintern auch bei Produktionsmitarbeitenden als Zielbereich gefragt, da es sich um »saubere Arbeit« handelt, die im Vergleich zu anderen Anlern-

tätigkeiten höher vergütet wird. Neue Arbeitsumfänge ergeben sich aus einfachen Wartungs- und Betriebstätigkeiten für Roboter und fahrerlose Transportsysteme. Nach Auskunft der Führungskraft würde dies allerdings eine zusätzliche Schulung sowie gegebenenfalls eine Anpassung bei der Eingruppierung voraussetzen. Grundsätzlich besteht das Risiko der Substitution menschlicher Arbeit in der Kommissionierung durch Automatisierung, wobei es dafür keine konkreten Pläne gibt. Die Führungskraft nennt jedoch auch ein Beispiel, bei dem sich vorübergehend aus Kostengründen für den Einsatz menschlicher Arbeit anstelle einer automatisierten Lösung entschieden wurde.

Tabelle 9: Beispiele für vorhandene »Future Skills« auf der Basis der AgenturQ-Studie 2021

Future Skill-Cluster (AgenturQ 2021)	Beispiel aus transform.by-Fallstudie (Kommissionierung Behälterlager)
Resilienz	<ul style="list-style-type: none"> • Durchhaltevermögen, Belastbarkeit (Schichtarbeit, repetitive Tätigkeit)

Qualität der Arbeit

Die Rahmenbedingungen der Tätigkeit zeichnen sich durch recht typische, produktionsnahe Faktoren aus:

- Dreischicht-Betrieb
- Teamorganisierte Job Rotation innerhalb des Logistikbereichs (sechs Arbeitsplätze)
- Hochstandardisierte Prozesse
- Digitale Unterstützung durch Handscanner, SAP, Warenkontrollsystem, Put-to-light-Regal, fahrerlose Transportsysteme
- Entgeltgruppen 2b bis 4c (Anlerndauer bis zu 18 Monate)

5. Hinweise für die betriebliche Gestaltung

Im Folgendem geben wir Hinweise darauf, wie Industriebetriebe an den oben aufgezeigten Ergebnissen anknüpfen können, um eine zukunftsfähige Gestaltung der indirekten, produktionsnahen Bereiche zu fördern. Dabei orientieren wir uns an den Gestaltungsfeldern der Qualifizierung, Innovation, Beschäftigung und Arbeitsgestaltung.

Qualifizierung

Bei den meisten Veränderungen im Betrieb gilt, dass die Mitarbeitenden für die Arbeit unter den geänderten Bedingungen adäquat geschult werden müssen. Besonders bei der Einführung von Digitalisierungslösungen steht man dabei vor der Herausforderung, dass die Mitarbeitenden die neuen Technologien eigenständig nutzen können müssen, um im Nachhinein keine Produktivitätseinbußen zu erzeugen. Deshalb sollten Schulungen bereits vor der Scharfschaltung stattfinden, egal ob es sich um die Einführung von MS-Teams oder eines neuen ERP-Systems handelt.

Unternehmen mit einem hohen Anteil an Arbeitskräften, deren Deutschkenntnisse sich nicht auf Muttersprachniveau befinden, können betriebsinterne Sprachkurse nutzen, die Kommunikation zwischen den Mitarbeitenden zu verbessern. Ferner trägt so ein Angebot auch zur Mitarbeiterbindung bei, da die Beschäftigtenzufriedenheit steigt.

Innovation

Softwarelösungen sollen oft die Standardisierung im Produktionsprozess erhöhen und somit Komplexität und Unsicherheit senken. Nichtsdestotrotz hat jeder Betrieb verschiedene Anforderungen an Software, um ihre spezifischen Prozesse abbilden zu können. Eine zu starke Standardisierung kann im Nachgang dazu führen, dass man umständlich um die Software herum arbeiten muss, um seine Aufgaben zu bewältigen. Deshalb sollten Mitarbeitende, die über umfassendes Prozesswissen verfügen, in die Planung von Softwarelösungen einbezogen werden. Dadurch kann gewährleistet werden, dass die Lösung auch zu den betrieblichen Anforderungen passt. Dieses Prozesswissen findet sich in allen Beschäftigtengruppen, ist aber vor allem in planenden oder steuernden Tätigkeiten besonders ausgeprägt.

Beschäftigung

Wie oben bereits geschildert, haben Mitarbeitende auf allen Ebenen sowie Leiharbeitende neben ihren erworbenen tätigkeitsspezifischen Kompetenzen auch erhebliches Wissen über betriebliche Abläufe. Während Restrukturierungsprozessen, wie etwa Abteilungsabbauten aufgrund von Produktwegfällen, ist es deshalb sinnvoll, die bereits vorhandenen Arbeitskräfte zu nutzen und in andere Bereiche des Unternehmens zu transformieren. Eine fachliche Einarbeitung ist zwar meistens unerlässlich, aber andere typische Inhalte von Onboarding-Verfahren können hierdurch vermieden werden. Zum Beispiel können Helfer und Leiharbeiter in andere einfache Tätigkeiten verlegt werden oder durch geförderte Weiterbildung zu benötigten Facharbeitern entwickelt werden. Die Vorteile in diesem Verfahren liegen im Erhalt von Erfahrungswissen sowie in der Bindung der Belegschaft an den Betrieb.

Arbeitsgestaltung

Viele Beschäftigte aus den indirekten Bereichen arbeiten überwiegend oder vollständig in Büros. Im Vergleich zu den Produktionsarbeitsplätzen scheinen hier weniger häufig Gefährdungsbeurteilungen durchgeführt zu werden. Durch die Digitalisierung von Kommunikationsprozessen finden mehr Onlinemeetings statt als früher, wodurch der Geräuschpegel in Büros steigt. Das ist vor allem dann problematisch, wenn sich mehrere Personen ein Büro teilen, da sie sich durch die Gespräche gegenseitig ablenken. Daher ist es empfehlenswert, ein verstärktes Augenmerk auf die Belastungsfaktoren an diesen Arbeitsplätzen zu legen, auch um die störungsfreie Produktivität der Mitarbeitenden zu fördern. Statt Großraumbüroflächen könnte man wieder auf kleinere Büros setzen, was zwar höhere Kosten bedeutet, aber für eine ruhigere, konzentrationsförderliche Umgebung sorgt. Auch Regelungen zur Möglichkeit mobilen Arbeitens können hier anknüpfen, da sie den Beschäftigten ermöglichen, an Onlinemeeting-reichen Tagen von zuhause aus zu arbeiten, um die Kollegen vor Ort nicht zu stören.

Instandhalter wechseln häufig zwischen ihrem Büro und den Maschinen, die zu warten oder reparieren sind. Je nach Betriebsgröße kann es hierbei zu langen täglichen Fußwegen zu kommen.

Daher wäre es eine Zeit- und Aufwandsersparnis, wenn Instandhalter mit mobilen Geräten ausgestattet werden, mit denen sie Dokumentationen anfertigen, Emails schreiben und Wartungspläne aufrufen können, ohne dass sie dafür ins Büro zurückzumüssen. Hierbei wäre insbesondere darauf zu achten, dass die gegebenenfalls entstehende Arbeitsverdichtung nicht zu einer höheren Arbeitsbelastung führt. Ferner besitzen die meisten mobilen Geräten Kamerafunktionen, mit denen die Instandhalter Fotodokumentationen von Schäden anfertigen und diese direkt an die Hersteller übermitteln können, sollte dies notwendig sein.

6. Literaturverzeichnis

- acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.) (2015): Smart Maintenance für Smart Factories. Mit intelligenter Instandhaltung die Industrie 4.0 vorantreiben, acatech-Position Oktober 2015, München.
- acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.) (2019): Smart Maintenance – Der Weg vom Status quo zur Zielvision (acatech Studie), München.
- AgenturQ - Agentur zur Förderung der beruflichen Weiterbildung in der Metall- und Elektroindustrie Baden-Württemberg e.V. (2021): Future Skills: Welche Kompetenzen für den Standort Baden-Württemberg heute und in Zukunft erfolgskritisch sind. 2109091_Broschüre-Future-Skills_FINAL.pdf (agenturq.de) (Zugriff 27.03.2024).
- Baethge-Kinsky, V.; Marquardson, K. & Tullius, K. (2018): Perspektiven industrieller Instandhaltungsarbeit, in: WSI-Mitteilungen 3/2018, S. 174-181.
- Barthel, K.; Böhler-Baedeker, S.; Bormann, R.; Dispan, J.; Fink, P.; Koska, T.; Meißner, H. & Pronold, F. (2010): Zukunft der deutschen Automobilindustrie. Herausforderungen und Perspektiven für den Strukturwandel im Automobilsektor. Bonn (= Diskussionspapier der Arbeitskreise Innovative Verkehrspolitik und Nachhaltige Strukturpolitik der Friedrich-Ebert-Stiftung).
- Butollo, F.; Jürgens, U.; & Krzywdzinski, M. (2018): Von Lean Production zur Industrie 4.0: Mehr Autonomie für die Beschäftigten? AIS-Studien, 11(2), 75-90.
- Fraunhofer IAO (2020): BESCHÄFTIGUNG 2030 - Auswirkungen von Elektromobilität und Digitalisierung auf die Qualität und Quantität der Beschäftigung bei Volkswagen.
- Gutermuth, O.; Dadashnia, S.; Houy, C. & Fettke, P. (2018): Process-Mining-unterstützte Ad-hoc-Produktionsplanung-Konzept und prototypische Implementierung.
- Ten Hompel, M. & Henke, M. (2014): Logistik 4.0. Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung· Technologien· Migration, 615-624.
- IGM/VBM (2006): Orientierungsbeispiele IGM/VBM 26.05.200.
- Ittermann, P.; Ortmann, U.; Virgillito, A.; & Walker, E. M. (2019): Hat die Digitalisierung disruptive Folgen für Einfacharbeit? Kritische Reflexion und empirische Befunde aus Produktion und Logistik. Industrielle Beziehungen. Zeitschrift für Arbeit, Organisation und Management, 26(2), S. 150-168.
- Lasi, H.; Fettke, P.; Kemper, H. G.; Feld, T. & Hoffmann, M. (2014): Industrie 4.0. Wirtschaftsinformatik, 56, S. 261-264.
- Matuschek, I. (2016): Industrie 4.0, Arbeit 4.0-Gesellschaft 4.0. Eine Literaturstudie, 2, 2016.
- Ortmann, U. & Walker E. (2018): Arbeitsgestaltung jenseits von Automations- und Werkzeugszenario: Betriebliche und überbetriebliche Bedingungen der Technisierung von Einfacharbeit in der Lagerwirtschaft. (FGW-Studie Digitalisierung von Arbeit, 10) Düsseldorf: Forschungsinstitut für gesellschaftliche Weiterentwicklung e.V. (FGW).
- Pfaff, M.; Grimm, A. & Clausen, J. (2022): Wie beeinflussen Landscape-Veränderungen die Automobilbranche? Eine Analyse der Auswirkungen von Digitalisierung, Globalisierung sowie Klima- und Umweltschutz, Working Paper Forschungsförderung, No. 236, Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf.
- Schröder, B.; Moormann, U.; Reichle, F. & Deutgen, F (2015): Future Profitability – Einfluss globaler Megatrends auf Produktkosten und Wettbewerbsfähigkeit, Mieschke Hofmann und Partner (MHP) Gesellschaft für Management- und IT-Beratung mbH.
- Thomas, W. & Hemmers, K. (1981): Zeit- und Kapazitätsplanung in indirekten Bereichen – Eine Studie in deutschen Industriebetrieben. Fortschrittliche Betriebsführung und Industrial Engineering, 30(6), 433-439.
- Windelband, L.; Fenzl, C.; Hunecker, F.; Riehle, T.; Spöttl, G.; Städtler, H.; Hribernik, K. & Thoben, K. D. (2011): Zukünftige Qualifikationsanforderungen durch das Internet der Dinge in der Logistik. In: Frequenz.net (Hrsg.): Qualifikationserfordernisse durch das Internet der Dinge in der Logistik. Zusammenfassung der Studienergebnisse. Bremen, pp. 5-9.