

ABSCHLUSSBERICHT

VERBUNDPROJEKT:

Assistenzsystem zum demografiesensiblen betriebsspezifischen Kompetenzmanagement für Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft (ABEKO)

FÖRDERPROGRAMM:

Arbeiten - Lernen - Kompetenzen entwickeln. Innovationsfähigkeit in einer modernen Arbeitswelt Bekanntmachung: Betriebliches Kompetenzmanagement im demografischen Wandel

FÖRDERVOLUMEN: 1,87 Mio. € (davon 66% Förderanteil durch BMBF)

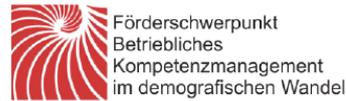
LAUFZEIT: 01. Januar 2014 – 31. Januar 2017



Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 02L12A100 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.



„Arbeit – Lernen – Kompetenzen entwickeln. Innovationsfähigkeit in einer modernen Arbeitswelt“



Ersteller

Univ. Prof. Dr. Michael Henke (Technische Universität Dortmund, LFO)

Dr.-Ing. Tobias Hegmanns (Technische Universität Dortmund, LFO)

Dipl.-Logist. Natalia Straub (Technische Universität Dortmund, LFO)

Dipl.-Päd. Sandra Kaczmarek (Technische Universität Dortmund, LFO)

Dominik May (Technische Universität Dortmund, zhb)

Dr. Tobias Härtel (Technische Universität Dortmund, zhb)

Birte Rudolph, M.A., B.Eng. (Materna TMT GmbH)

Dipl.-Inf. (FH) Dirk Sobiech (Materna TMT GmbH)

Sören Müller (Materna TMT GmbH)

Dipl.-Psych. Johanna Dehler (Materna TMT GmbH)

M. Eng., B. Sc. Adrian Möllmann (Mahle Aftermarket GmbH)

Dr. Boris Zaremba (Mahle Aftermarket GmbH)

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abkürzungsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis.....	V
1 Kurze Darstellung.....	1
2 Aufgabenstellung	3
2.1 Ausgangssituation	3
2.2 Zielsetzung	4
2.3 Planung und Ablauf des Vorhabens	5
3 Voraussetzungen unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde.....	7
4 Wissenschaftlicher und technischer Stand.....	8
4.1 Logistikprozesse in Logistik- und Produktionssystemen.....	8
4.2 Aufgabenfelder in der operativen Logistik	10
4.3 Modellierung von Logistikprozessen	11
4.4 Kompetenzorientierung in der betrieblichen Weiterbildung.....	13
4.4.1 Betriebliches Kompetenzmanagement und Herausforderungen im Kontext der Industrie 4.0	13
4.4.2 Kompetenzmodellierung in der beruflichen Bildung	15
4.4.3 Kompetenzmessung in der beruflichen Bildung	19
4.4.4 Kompetenzentwicklung in der beruflichen Bildung.....	20
4.4.5 Technische Lösungen für das Kompetenzmanagement	22
5 Erzieltes Ergebnis	24
5.1 Logistik 4.0.....	24
5.1.1 Zukunftstrends in der Produktion und Logistik.....	24
5.1.2 Logistische Prozesse und Zukunftsszenarien	28
5.1.3 Arbeit 4.0 und Analyse zukünftiger Kompetenzbedarfe in der Logistik.....	36
5.2 Kompetenzmodell für die operative Logistik in der Arbeitswelt 4.0.....	38
5.2.1 Anforderungen an das ABEKO-Kompetenzmodell.....	38
5.2.2 Methodische Entwicklung des Kompetenzmodells.....	40
5.2.3 Struktureller Aufbau und Nutzung des Kompetenzmodells.....	42

5.3	Demografiesensible Kompetenzentwicklung.....	45
5.4	Betriebliches, demografiesensibles Kompetenzmanagement in der operativen Logistik 4.0.....	48
5.4.1	ABEKO – Kompetenzmanagement-Assistenzsystem.....	48
5.4.2	Betriebsspezifische Einführung und Nutzung des ABEKO-Kompetenzmanagement-Assistenzsystems.....	60
6	ABEKO: Kompetenzmanagement-Assistenzsystem in der Praxis	64
6.1.1	Anwendungsfall - Die MAHLE Aftermarket GmbH.....	64
6.1.2	Untersuchung der Trends und Einflussgrößen	66
6.1.3	Analyse der Unternehmensstrategie	68
6.1.4	Prozessaufnahme und –beschreibung eines Zukunftsprozessszenarios am Beispielwarenprozess Filter.....	68
6.1.5	Arbeits- und Anforderungsanalyse.....	71
6.1.6	Betriebsspezifische Anpassung des Kompetenzkatalogs im System .	72
6.1.7	Kompetenzmodellierung: Erstellung von SOLL-Kompetenzprofilen (Prozess-Kompetenzprofile).....	74
6.1.8	Kompetenz-Gap-Analyse	74
6.1.9	Kompetenzentwicklung am Beispiel MAHLE.....	77
7	Verwertung des Ergebnisses	82
7.1	TU Dortmund	82
7.2	MAHLE Aftermarket GmbH	83
7.3	Materna TMT GmbH	83
8	Zusammenarbeit mit anderen Stellen oder außerhalb des Verbundprojektes	85
9	Darstellung des während des Vorhabens bekannt gewordenen Fortschritts auf diesem Gebiet bei anderen Stellen.....	86
10	Veröffentlichungen, Vorträge und Transferveranstaltungen	87
10.1	Veröffentlichungen.....	87
10.2	Konferenz- und Tagungsbeiträge	88
10.3	Transferveranstaltungen, Vorträge.....	89
10.4	Abschlussarbeiten.....	90
11	Literaturverzeichnis	92
12	Anhang: Prozessketten Kommissionierung	102
	Anhang A: Referenzprozess Kommissionierung.....	102

Anhang B: Ist-Prozess Kommissionierung.....	103
Anhang C: Zukunftsprozess Kommissionierung.....	104

Abkürzungsverzeichnis

ABEKO	Assistenzsystem zum demografiesensiblen betriebspezifischen Kompetenzmanagement
BIBB	Bundesinstitut für berufliche Bildung
LFO	Lehrstuhl für Unternehmenslogistik
IML	Frauenhofer-Institut für Materialfluss und Logistik
PKI	Prozessketteninstrumentarium
Zhb	Zentrum für Hochschulbildung
KMU	Kleine- und mittelständische Unternehmen
KMK	Kultusministerkonferenz
OJT	On-the-job Training
DBMS	Datenbank-Management-Systeme
LMS	Learning-Management-Systeme
HR	Human Resource
SCOR	Supply-Chain-Reference-Model
ELOQ	E-Learningbasierte Logistik Qualifizierung
SK	Standard-Kompetenzkatalog
BK	Betriebspezifischer Kompetenzkatalog
ZTS	Zellulares Transportsystem

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Methodische Vorgehensweise und Arbeitsteilung im Projekt (eigene Darstellung)	6
Abbildung 3-1: Projektstruktur und –laufzeit (eigene Darstellung)	7
Abbildung 4-1: Prozesse im Lagerbereich [i. A. a. Schmidt 2008].....	8
Abbildung 4-2: PKI - Prozesskettenelement und Potenzialklassen [Kuhn 1995]	12
Abbildung 4-3: Prozesskettenmodell [Käppner et al. 2002].....	13
Abbildung 4-4: Einordnung des betrieblichen Kompetenzmanagementsystems als IT-basierte Unterstützung der Personalprozesse [Kauffeld 2010].....	15
Abbildung 4-5: Vergleich der Kompetenzmodelle [Straub et al. 2016c].....	18
Abbildung 5-1: Megatrends und Einflüsse auf Logistikprozesse [Straub et al. 2014a].	24
Abbildung 5-2: Wirkdiagramm Megatrends auf Produktions- und Logistiksysteme [Straub et al. 2014a].....	26
Abbildung 5-3: Referenzprozess der Auftragsabwicklung im Lager – Kommissionierlager [i. A. a. ten Hompel & Schmidt 2008, VDI 2005]...	29
Abbildung 5-4: Technologiescreening (1) [Straub et al. 2017a]	30
Abbildung 5-5: Technologiescreening (2) [Straub et al. 2017a]	31
Abbildung 5-6: Zukunftsszenario – Prozess „Kommissionieren“ [Straub et al. 2017a]	34
Abbildung 5-7: Analyse zukünftiger Kompetenzbedarfe [Straub et al. 2017a]	36
Abbildung 5-8: Methodische Entwicklung des ABEKO Kompetenzmodells [i. A. a. Straub et al. 2016a].....	40
Abbildung 5-9: ABEKO-Kompetenzmodell für die operative Logistik [Straub et al. 2016b].....	44
Abbildung 5-10: ABEKO Kompetenzeinstufungsschlüssels im Bereich der operativen Logistik [Straub et al. 2016b].....	45
Abbildung 5-11: ABEKO Kompetenzmanagementassistenzsystem [Straub et al. 2014a].....	48
Abbildung 5-12: Aufbau und Zusammenspiel der technischen Bausteine (eigene Darstellung)	49
Abbildung 5-13: Benutzeroberfläche des prozessorientierten Kompetenzkatalogs (Prozess-Kompetenz-Matrix)	50
Abbildung 5-14: Kompetenzkatalog-Oberfläche mit aufgeklappten Einträgen.....	51
Abbildung 5-15: Kompetenzprofil-Oberfläche mit aufgeklappten Einträgen.....	51
Abbildung 5-16: Beispiel einer Suchanfrage für die Personenzuordnung	52
Abbildung 5-17: Kontextmenü in Kompetenzprofilmaske	53
Abbildung 5-18: Kompetenzerfassung durch Selbst- oder Fremdeinschätzung	54
Abbildung 5-19: Auswertung nach Clustern als Spinnendiagramm	55

Abbildung 5-20: Auswertung auf der Items-Ebene als Balkendiagramm.....	56
Abbildung 5-21: ABEKO-Lerntaxonomie und –Lernpfade (eigene Darstellung)	58
Abbildung 5-22: Lernpfadberechnung (eigene Darstellung).....	59
Abbildung 5-23: Beispielhafter Lernpfad in der Lernplattform	60
Abbildung 5-24: ABEKO-Ansatz zur betriebspezifischen Anpassung des Kompetenzmodells [i. A. a. Gausemeier & Plass 2014]	61
Abbildung 6-1: MAHLE Prozess „Kommissionierung“	65
Abbildung 6-2: MAHLE Motivation und Bedarf.....	66
Abbildung 6-3: Ausbildungsstand im Anwendungsfall [Straub et al. 2015].....	67
Abbildung 6-4: Altersstruktur im Anwendungsfall [Straub et al. 2015]	67
Abbildung 6-5: Beispielhafter Auszug aus dem betriebspezifischen Kompetenzkatalog bei MAHLE Aftermarket GmbH [Hegmanns et al. 2017b]	73
Abbildung 6-6: Beispielhafte Darstellung der E-Learning-Einheit zur Kommissionierung	79
Abbildung 6-7: Beispielhafter E-Learning-Kurs „Auftragsbearbeitung“.....	80

1 Kurze Darstellung

Aus den Wechselwirkungen von demografischem Wandel und moderner Arbeitswelt entstehen anspruchsvolle Herausforderungen für Wirtschaft und Gesellschaft. Unternehmen sind gefordert, bei schnell wechselnden Technologien und Marktlagen durch demografisch heterogene Belegschaften zu sichern, dass das erforderliche Wissen und die notwendigen Kompetenzen schnell und am richtigen Ort zur Verfügung stehen. Dem betrieblichen Kompetenzmanagement kommt hier eine Schlüsselfunktion zu. Mit einer berufsbegleitenden, in den Arbeitsprozess integrierten und professionell unterstützten Kompetenzentwicklung werden eine hohe Leistungsfähigkeit der Beschäftigten im gesamten Erwerbsleben und eine lernförderliche Erwerbsarbeit ermöglicht. Wesentliche Ansätze bestehen in neuen Modellen der Arbeitsorganisation, Konzepten lebenslagenorientierter Personalpolitik und Strategien unternehmensspezifischen Kompetenzmanagements. Sie sind Garanten dafür, dass Unternehmen ihre Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit wirksam ausbauen und zur Stärkung der Wirtschaftskraft und zum gesellschaftlichen Wohlstand in Deutschland beitragen.

Interaktion Mensch – Technik wird zentrale Herausforderung

Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft werden hochinteraktive sozio-technische Systeme sein. Intelligente Objekte, wie Behälter, Packstücke oder Container sowie intelligente Arbeits- und Betriebsmittel, werden durch Internettechnologien vernetzt, können interagieren und revolutionieren die Produktionssteuerung. Der Aufgabenfokus der Mitarbeitenden verschiebt sich von ausführenden Tätigkeiten hin zur Steuerung und Überwachung, Störungs- und Fehlerbehebung. Hohe Wissensintensivierung, Komplexität sowie ständiger Wandel prägen diese neuen Aufgaben. Für Unternehmen der Produktions- und Logistikbranche erzeugen diese Entwicklungen hohen Handlungsbedarf in der Kompetenzentwicklung der Mitarbeitenden. Gleichzeitig fehlen den Unternehmen Werkzeuge und Instrumente, um die betrieblichen Prozesse in Produktion und Logistik systematisch zu analysieren und Entwicklungsbedarfe für das Kompetenzmanagement rechtzeitig zu erkennen. Im Sinne eines durchgängigen Ansatzes sollten solche Analyseinstrumente integriert, mit Systemen und Werkzeugen zur Personalplanung und -entwicklung verbunden und in Lernplattformen eingesetzt werden.

Assistenzsystem zum Kompetenzmanagement im Produktion und Logistikbereich

Ziel des Forschungsprojektes ist, die methodische sowie informationstechnische Konzeption und Entwicklung eines Assistenzsystems, zum demografiesensiblen,

betriebsspezifischen Kompetenzmanagement (ABEKO) für Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft.

Dazu werden werkzeuggestützte Methoden entwickelt, mit denen betriebliche Prozesse aufgenommen (Prozessmodellierung), ihre Kompetenzanforderungen modelliert (katalogbasiertes Prozess-Kompetenzstrukturmodell für Fach-, Sach- Methoden- und Sozialkompetenzen) und in die Zukunft projiziert werden können. Heutige und zukünftige Kompetenzanforderungen werden erkennbar. Über einen Abgleich mit den Kompetenzen der Belegschaft wird die Identifizierung möglicher Kompetenzlücken unterstützt (Kompetenz-Gap-Analyse). Abgestimmt auf diese werkzeugtechnische Entwicklung erarbeitet das Projekt geeignete, demografiesensible Qualifizierungs- und Lernkonzepte, als Grundlage für die Gestaltung von betriebsspezifischen Programmen zur individuellen Kompetenzentwicklung der Mitarbeitenden. Die entsprechenden Werkzeuge, wie auch die Lerninhalte, werden technisch in eine gemeinsame IT-Plattform zur Verwaltung, Abwicklung und Steuerung betrieblicher Qualifikations- und Lernprogramme integriert.

Breite Nutzung der Lern- und Qualifizierungsplattform

Das Assistenzsystem reicht erstmals von der Kompetenzmodellierung über die Kompetenzdiagnostik, bis zur Planung und Administration von Kompetenzentwicklungsangeboten im Unternehmen. Im Projekt entstehen eine Referenzanwendung des Assistenzsystems im Anwendungsfall des Automobilzulieferers MAHLE sowie ein Show-Case für die Vermarktung der Lern- und Qualifizierungsplattform. Gemeinsam mit den Umsetzungspartnern und ihrem breiten Zugang zu potenziellen Anwendern wird der Aufbau einer Anbieterplattform für das Bereitstellen von Lösungen verfolgt. MATERNA TMT wird die Ergebnisse in ihr Software- und Dienstleistungsangebot für betriebsspezifisch gestaltete Corporate Academies aufnehmen. Die Forschungsstellen der TU Dortmund werden zusammen mit den Umsetzungspartnern passende Beratungsdienstleistungen auf Basis der methodischen Projektergebnisse anbieten.

2 Aufgabenstellung

2.1 Ausgangssituation

Die demografische Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland wirkt unmittelbar auf die Erwerbstätigenstruktur und hat gravierende Auswirkungen auf das Arbeitskräfteangebot. Laut den aktuellen Studien ist der Fachkräftemangel in der Wirtschaft bereits heute deutlich zu spüren und wird sich durch diese Entwicklung deutlich verstärken. [BMI 2011, Pfeiffer & Kaiser 2009]

Des Weiteren steht die Wirtschaft an der Schwelle zur vierten industriellen Revolution, welche durch das BMBF-Programm IKT 2020 im Rahmen der Hightech-Strategie forciert wird [BMBF 2007]. Der fortschreitende technologische Wandel und Megatrends, wie Globalisierung, Individualisierung der Produkte, Streben nach Nachhaltigkeit und hohe Flexibilität, führen zu ständigen Anpassungen und signifikanten Veränderungen von Produktions- und Logistiksystemen [Spath et al. 2012, Wirth et al. 2011, Wirth et al 2012].

Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft sind als hochinteraktive, sozio-technische Systeme zu verstehen. Intelligente Objekte, wie Behälter, Packstücke oder Container bzw. intelligente Erzeugnisse, werden durch Internettechnologien vernetzt, können interagieren und revolutionieren die Produktionssteuerung. Es werden neue Formen von hybriden Produktions- und Logistiksystemen in hochflexiblen, dezentral gesteuerten und wandelbaren Wertschöpfungsstrukturen entstehen. [Spath et al. 2012]

Daher sind Arbeitsinhalte der Mitarbeitenden durch eine hohe Wissensintensivierung, Komplexität, Kundenindividualität sowie unregelmäßige Wiederholbarkeit geprägt und führen zunehmend zu steigenden Kompetenzanforderungen [Spath et al. 2012, Kurz 2012]. Der Aufgabenfokus der Mitarbeitenden verschiebt sich von ausführenden Tätigkeiten hin zur Steuerung und Programmierung sowie Störungs- und Fehlerbehebung. Vor allem die Bedeutung von fachübergreifendem Wissen wird weiter zunehmen. Es werden erhöhte Komplexitäts-, Abstraktions- und Problemlösungsanforderungen an die Beschäftigten gestellt werden. [Kurz 2012, Kagermann et al. 2013]. Deswegen reicht einmal erworbenes Wissen für ein ganzes Berufsleben immer seltener aus. Eine ständige Anpassung von Kompetenzen und Qualifikationen ist notwendig. Hierzu sind gezielte Anstrengungen für die „Bildung in der zweiten Lebenshälfte“ erforderlich [BMI 2011].

Unternehmen und insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) stehen vor der Herausforderung, die Leistungsfähigkeit der Beschäftigten langfristig über die

gesamte Lebensarbeitszeit zu erhalten. Ein wesentliches Handlungsfeld bildet in diesem Zusammenhang ein demografiesensibles und betriebsspezifisches Kompetenzmanagement. Aufgrund dieser Tatsache sind die Unternehmen angehalten, sich die Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft vorzustellen und die damit einhergehenden Kompetenzanforderungen prozessspezifisch zu modellieren. Vorausschauende SOLL-Kompetenzprofile, an denen sich eine nachhaltige Kompetenzentwicklung der Mitarbeitenden orientieren kann, sind betriebsspezifisch zu entwickeln. Dies erfordert Methoden und Werkzeuge für die fortlaufende Kompetenzdiagnose der betrieblichen Prozesse heute und in der Zukunft sowie Methoden und Werkzeuge zur Erfassung der vorhandenen Kompetenzen der Mitarbeitenden bzw. deren Projektion in die Zukunft. Für den gezielten Kompetenzaufbau sind weiterhin demografiesensible Qualifizierungskonzepte von essentieller Bedeutung. Für all diese Aufgaben ist eine informationstechnische Unterstützung in Form von IT-Werkzeugen und -Systemen zur operativen Dokumentation, Analyse, Planung und Verwaltung des betrieblichen Kompetenzmanagements erforderlich. Es gilt den gesamten Prozess von der Kompetenzmodellierung über die Kompetenzdiagnostik hin zu einer Kompetenzentwicklung methodisch und informationstechnisch in einem Kompetenzmanagement-Assistenzsystem (ABEKO) abzubilden.

2.2 Zielsetzung

Das Verbundprojektziel ist die methodische sowie IT-technische Konzeption und Entwicklung eines Assistenzsystems (ABEKO) zum demografiesensiblen betriebsspezifischen Kompetenzmanagement für Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft. Das ABEKO stellt einen webbasierten, plattformunabhängigen Methodenbaukasten dar und soll den Anwender von der Kompetenzmodellierung über die Kompetenzdiagnostik hin zu einer Kompetenzentwicklung, methodisch und informationstechnisch, durchgängig unterstützen.

Folgende Ziele werden im Vorhaben verfolgt:

- Analyse und Projektion zukünftiger technologischer sowie organisatorischer Entwicklungen von Produktions- und Logistiksystemen als Ausgangspunkt für die Kompetenzbedarfsermittlung
- Entwicklung eines Kompetenzstrukturmodells, welches für typische Tätigkeiten und Prozessabläufe in Produktions- und Logistiksysteme die notwendigen Fach-, Sach- Methoden- und Sozialkompetenzen, in Form von Kompetenzkatalogen, konkretisiert.

- Entwicklung einer Methode zur prozessbezogenen Modellierung und Formalisierung von betriebsspezifischen Kompetenzbedarfen in einer Prozess-Kompetenz-Matrix
- Entwicklung einer werkzeuggestützten Methode zur Aufnahme betriebsspezifischer Mitarbeiter-Kompetenzen (Kompetenzerhebung)
- Entwicklung einer Methode für die Kompetenzdiagnostik, welche eine operationalisierbare Kompetenz-GAP-Analyse zwischen Prozess-Kompetenz-Matrix und Mitarbeiter-Kompetenz-Matrix unterstützt sowie die Ableitung der Kompetenzentwicklungsbedarfe und individueller Kompetenzentwicklungsszenarien (z. B. Alters- und Qualifikationsgruppen, unterschiedliche Lebens- und Bildungssituationen) ermöglicht
- Didaktische, organisatorische und inhaltliche Konzeption von demografiesensiblen und betriebsspezifischen Kompetenzentwicklungskonzepten für Mitarbeitende im Tätigkeitsfeld von Produktions- und Logistiksystemen (beispielhafte Umsetzung für den Bereich Lean-Management)
- Konzeption und prototypische Realisierung einer Kompetenzmanagementplattform zum Einsatz in Unternehmen: Integration der Methodenwerkzeuge und deren Ergebnisse, Verwaltung von Belegschafts-/MA-Daten, Verwaltung von Qualifizierungsprogrammen, Anbindung an Lernmanagement- und HR-Systeme.

2.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Konsortium wurde derart gebildet, dass die beteiligten Projektpartner sämtliche notwendigen Kompetenzen zur Erreichung der Projektziele aufweisen.

Die Aufgaben der Projektpartner in der Umsetzungskette sind:

- Technische Universität Dortmund, Lehrstuhl für Unternehmenslogistik und Zentrum für Hochschulbildung: Wissenschaftliche Methoden- und Werkzeugentwicklung
- MAHLE Aftermarket GmbH: Anwendungsfall und praxisinduzierte Anforderungen
- MATERNA GmbH TMT: Technologieentwicklung und demografiesensible Kompetenzentwicklungskonzepte

Die methodische Vorgehensweise und Arbeitsteilung im Projekt sind in Abbildung 2-1 dargestellt. Im Rahmen der Projektbearbeitung gab es keine Planabweichungen bzw. Probleme der Durchführung.

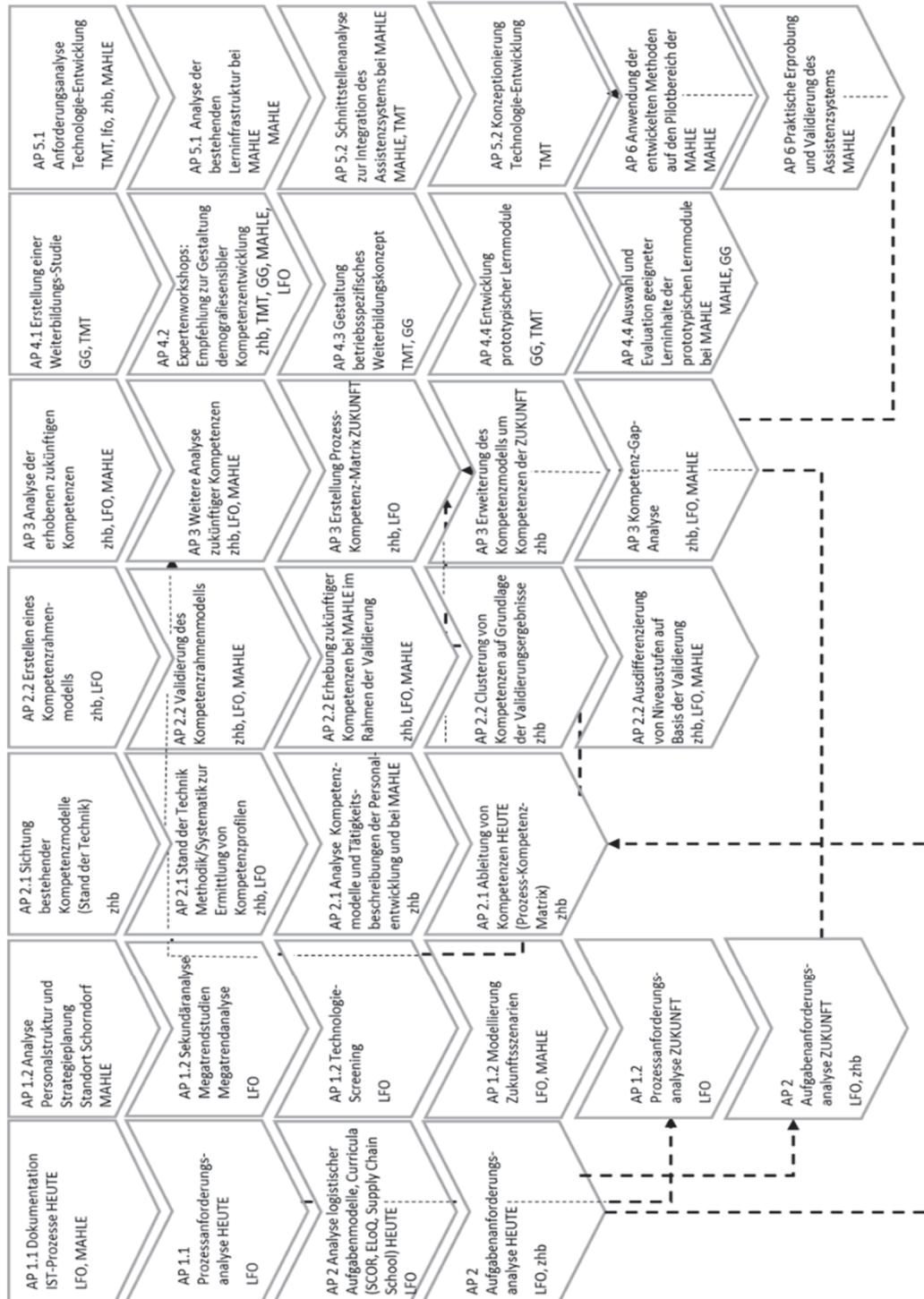


Abbildung 2-1: Methodische Vorgehensweise und Arbeitsteilung im Projekt (eigene Darstellung)

3 Voraussetzungen unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Das Projekt wurde im Rahmen des Programms „Arbeiten - Lernen - Kompetenzen entwickeln. Innovationsfähigkeit in einer modernen Arbeitswelt. Bekanntmachung: Betriebliches Kompetenzmanagement im demografischen Wandel“ beantragt und durchgeführt. Während der Projektbearbeitung wurden Projekterfahrungen und Ergebnissen im Rahmen von Förderschwerpunkttagungen und Fokusgruppentreffen mit anderen Projekten des Förderschwerpunkts geteilt sowie im Rahmen des Wissenstransfers über weitere fachwissenschaftliche Veranstaltungen, Messen und Publikationen kontinuierlich verbreitet (vgl. Kapitel 10). Die Abbildung 3-1 zeigt die detaillierte Projektstruktur und –laufzeit.



Abbildung 3-1: Projektstruktur und –laufzeit (eigene Darstellung)

Für die Verwertung der Projektergebnisse werden vorrangig die Einrichtungen, Gremien und Veranstaltungen der TU Dortmund, des EffizienzClusters Logistik Ruhr sowie des Kompetenzzentrums „KMU Digital Dortmund“ genutzt. Die Partner dieses Projektes wurden mit 1,87 Mio. € (davon 66% Förderanteil durch BMBWF) gefördert.

4 Wissenschaftlicher und technischer Stand

4.1 Logistikprozesse in Logistik- und Produktionssystemen

Logistik ist definiert als „Planung, Ausführung und Steuerung der Bewegung und der Bereitstellung von Menschen und/oder Waren und der unterstützenden Tätigkeiten in Bezug auf diese Bewegung und Bereitstellung innerhalb eines zum Erreichen spezieller Ziele organisierten Systems“ [DIN EN 14943 2006, S. 67]. Die Aufgabe der Logistik ist, die bedarfsgerechte Gestaltung, Steuerung, Koordination, Überwachung und Optimierung von Material-, Informations-, Personen- und Energieflüssen mit definierten Ausgangs- und Zielorten [Bretzke 2010; ten Hompel & Heidenblut 2011]. In diesem Zusammenhang werden logistische Ziele als „Sechs-R-Regel“ formuliert und lauten „die richtige Ware zur richtigen Zeit am richtigen Ort in der richtigen Menge in der richtigen Qualität und zu den richtigen Kosten“ bereit zu stellen. [ten Hompel & Heidenblut 2011, S. 277]

Unter einem logistischen System ist „jede Anordnung von mindestens zwei Einzelelementen von Gegenständen der Logistik zu verstehen, um Aufgabenstellungen der Planung, Steuerung und Überwachung in solchen Systemen auszuführen“ [Jünemann & Schmidt 2000, S. 2].



Abbildung 4-1: Prozesse im Lagerbereich [i. A. a. Schmidt 2008]

Im Rahmen des Projekts werden die innerbetrieblichen Logistiksysteme fokussiert, deren Aufgabe es ist, die Materialflüsse und Materialbereitstellungen in den innerbetrieblichen Logistikprozessen zu sichern. Entsprechend große Bedeutung haben die innerbetrieblichen Informations- und Kommunikationssysteme [Arnold 2008]. Die

Aufgabenbereiche und die einzelnen Prozesse sind in Abbildung 4-1 dargestellt und werden im Folgenden genauer erläutert.

Nach *Jünemann* und *Schmidt* bewirken logistische Prozesse „im Rahmen eines Transformationsprozesses eine Veränderung des Systemzustandes von Gegenständen der Logistik hinsichtlich Zeit, Ort, Menge, Zusammensetzung und Qualität“ [Jünemann & Schmidt 2000, S. 2], wobei Ressourcen in Anspruch genommen werden.

Zu den logistischen Prozessen zählen neben Transport, Umschlag und Lagerung, die Kommissionierung und die weiteren Prozesse des Dienstleistungsbereichs sowie die Informations- und Kommunikationsprozesse [Fleischmann 2008, Arnold 2008, Filz 2008]:

- Transportprozesse werden nach innerbetrieblichen und außerbetrieblichen Transporten unterschieden. Der innerbetriebliche Transport findet, unterstützt durch diverse Fördertechniken, zwischen den Arbeitsstationen, den Lagern, dem Wareneingang und Warenausgang eines Betriebsstandortes statt. Der außerbetriebliche Transport bezieht sich auf Transportvorgänge zwischen unterschiedlichen Betriebsstandorten, zwischen dem Lieferanten und dem Betrieb, zwischen dem Betrieb und den Kunden sowie zwischen Betrieb und Entsorgungseinrichtung.
- Umschlagprozesse finden sowohl zwischen innerbetrieblichen als auch zwischen außerbetrieblichen Transportabschnitten statt. Der Umschlag wird durch Beladungs-, Entladungs-, Sortier-, Einlagerungs- und Auslagerungsvorgänge realisiert.
- Lagerprozesse sind die Einlagerung, Auslagerung und das Lagern selbst, ggf. durch technische Unterstützung, nach entsprechenden Lagerstrategien.
- Kommissionierungsprozesse dienen der Bündelung von Lagerartikeln, mithilfe von entsprechenden Kommissionierungstechniken, zu Aufträgen. Dabei bündeln sie die Materialbereitstellung für Produktionsstellen und Kundenaufträge für den Versand.
- Informations- und Kommunikationsprozesse sind für die Planung und Steuerung logistischer Inhalte notwendig. Durch Informations- und Kommunikationsprozesse (IK-Prozesse) werden alle oben genannten logistischen Prozesse, durch u.a. mobile Erfassung, Bereitstellung und mobilen Austausch von Daten, wie Auftrags-, Auftragsfortschritts-, Absatz-, Produktions-, Kapazitäts- und Bestandszahlen, unterstützt.

- Versorgungsprozesse in der Produktion und Distribution haben die Aufgabe, die Versorgung und Entsorgung der Maschinen- und Handarbeitsplätze zwischen Wareneingang und Warenausgang sicherzustellen. Diese fördertechnische Aufgabe wird mit den üblichen Fördermitteln (Kran, Flurförderzeug, Stetigförderer) gelöst. Die Arbeitsweise – kontinuierlich, takt- oder chargenweise – an den Arbeitsplätzen, in Verbindung mit den im Wareneingang ankommenden und den im Warenausgang bereitzustellenden Mengen, führt zum Auf- und Abbau innerbetrieblicher Bestände mit anlagentypischer Größe und Zeitcharakteristik.
- Veredelungsprozesse sind zusätzliche Aktivitäten innerhalb einer Lageroperation, welche nicht zu den primären Lagerprozessen zählen und durch entgeltete Dienstleistungen den Wert einzelner Warenstücke oder Warenkombinationen erhöhen. Beispiele hierfür sind: Qualitätskontrollen, kundenindividuelle Umpackvorgänge, Auszeichnung von Gütern, Sortierung und Konsolidierung zur Bildung von Sortimenten etc.

Im Kontext der Digitalisierung wird sich insbesondere die innerbetriebliche Prozesslandschaft in der Logistik und im produktionslogistischen Umfeld durch die „Zukunftstechnologien“, wie autonome Transportsysteme, intelligente Behälter oder Paletten sowie die Roboter- und Automatisierungstechnik, in allen Bereichen stark verändern [Straub et al. 2017b]. Diese Veränderungen werden anhand beispielhafter Zukunftsszenarien im Kapitel 5.1 erläutert.

4.2 Aufgabenfelder in der operativen Logistik

Der Aufgabenbereich der operativen Mitarbeitenden in der Logistik umfasst neben der Durchführung innerbetrieblicher Transportprozesse auch logistische Planungs-, Organisations- und Steuerungsprozesse [Berufenet 2015]. Neben ausgebildeten Fachkräften für Lagerlogistik bzw. Lagerfachkräften werden in Lager- und Produktionshallen nahezu aller Wirtschaftsbereiche ebenfalls gering- bis gar nicht qualifizierte Mitarbeitende beschäftigt. [Straub et al. 2016a]

Das Aufgabenspektrum der Mitarbeitenden im operativen Logistikgeschäft umfasst die elementaren Logistikprozesse des Wareneingangs, der Qualitätssicherung, den Ein-, Aus- und Umlagerungsprozessen im Lager, der Kommissionierung, der Verpackung, der Versorgung der Produktionsprozesse, der Versandbereitstellung, der Entsorgung von Materialien und der transportsicheren Verladung. Durch die immer wichtiger werdende Effizienz der Logistikprozesse hat sich das Aufgabenspektrum der operativen Mitarbeitenden in den letzten Jahren um die Erfassung und Auswertung von Kennzahlen erweitert, um so den innerbetrieblichen Informations- und Materialfluss von der

Beschaffung bis zum Vertrieb kontinuierlich zu verbessern. [VDI 2005, Bichler et al. 2013, Straub et al. 2016a]

Durch den immer höher werdenden Wertschöpfungsanteil logistischer Prozesse hat eine weitere Aufgabenerweiterung der Lagermitarbeitenden stattgefunden. Neben der Prozessoptimierung fallen nun immer mehr Veredelungsprozesse von Produkten als operative Aufgabe im Lager an. Dazu gehören Prozesse, die den Wert des Lagergutes steigern, wie z. B. die kundenindividuelle Verpackung oder Montage von Gütern. [Bichler et al. 2013, VDI 2005, Straub 2016a]

4.3 Modellierung von Logistikprozessen

Für die Modellierung logistischer Prozesse existieren zahlreiche Methoden [vgl. bspw. Günther & Schneider 2011]. Im Rahmen des Projekts wird das Prozessketteninstrumentarium (PKI) nach Kuhn [Kuhn 1995] eingesetzt und nachfolgend beschrieben.

Das PKI wird zur „Visualisierung, Analyse und Gestaltung von Auftragsdurchlaufzeiten [...] eingesetzt“ [Kuhn 1995, S. 13 f.]. Bei der Untersuchung des Auftragsdurchlaufes mit Hilfe des PKI folgt der Betrachter dem Auftrag entlang dessen Abwicklung durch das Unternehmen.

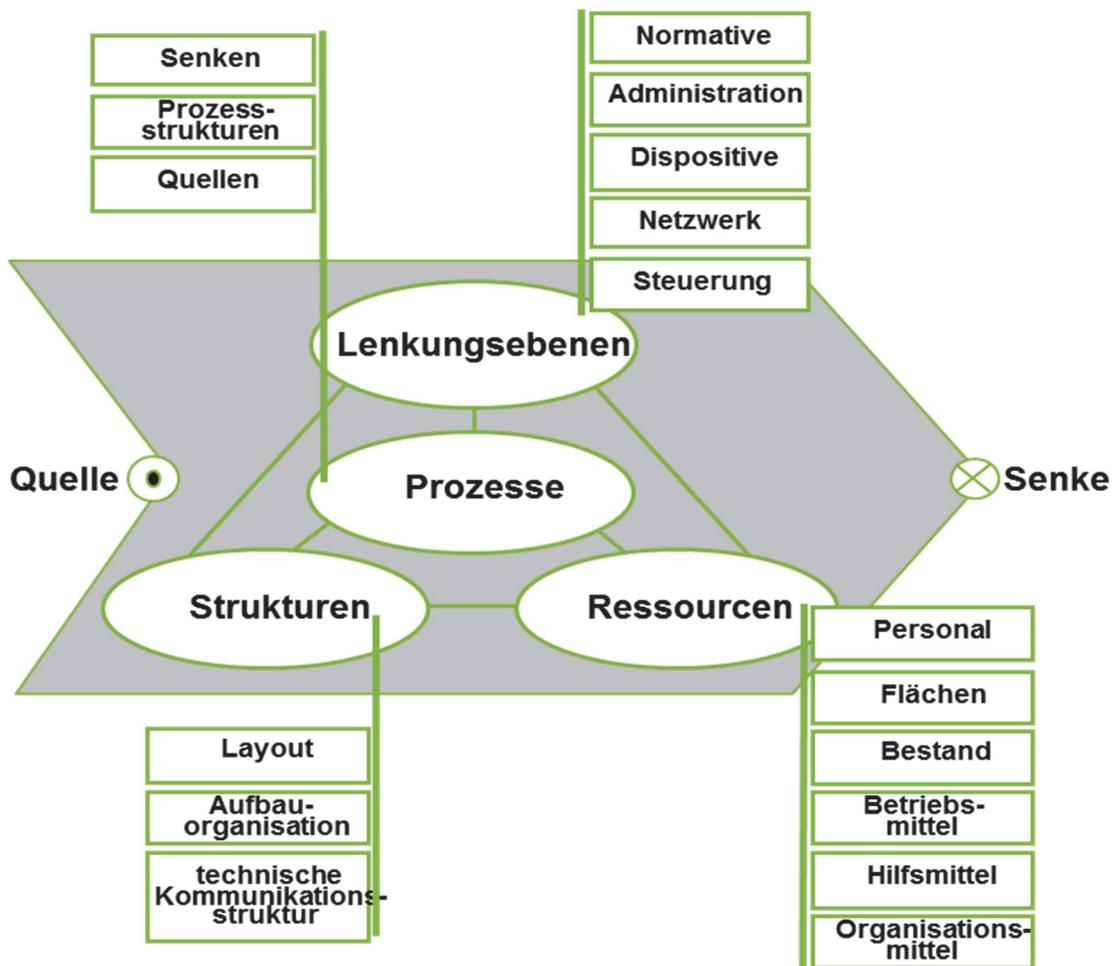


Abbildung 4-2: PKI - Prozesskettenelement und Potenzialklassen [Kuhn 1995]

Das zentrale Element des Prozesskettenmodells ist das Prozesskettenelement, welches die logistischen Prozesse mit Hilfe der Gestaltungselemente Systemlast (Quellen und Senken), Prozessablauf (Prozesse), Lenkungebenen, Ressourcen und Strukturen beschreibt [Winz & Quint 1997]. Die Gestaltungselemente werden in Abbildung 4-2 durch ihre jeweiligen Potenzialklassen beschrieben.

Das Ziel ist, die Prozesse im Lager von Wareneingang bis Warenausgang in Gänze zu erkennen und unter Betrachtung der Abhängigkeiten gemeinsam in Prozessketten, welche die Prozesskettenelemente entlang der Zeitachse darstellen, abzubilden. Die vollständige Abbildung dieser Prozessketten beinhaltet den Materialfluss und den ihn koordinierenden Informationsfluss. Die Prozessketten aus dem Hauptmodell werden, wie in Abbildung 4-3 dargestellt, selbständig in Untermodellen detailliert beschrieben. [Winz & Quint 1997]

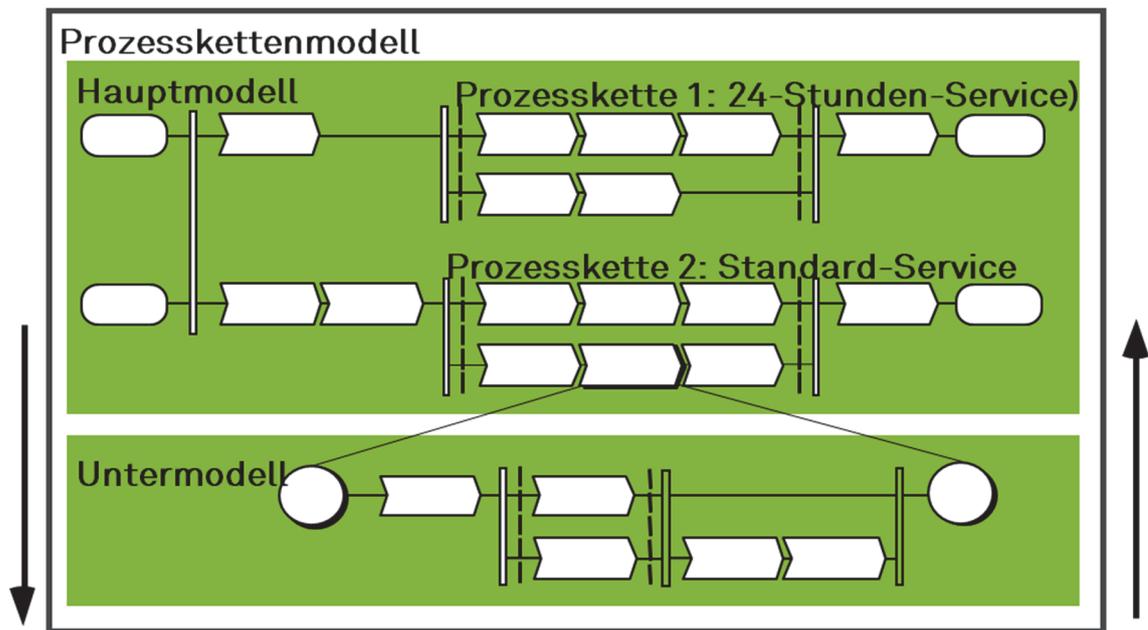


Abbildung 4-3: Prozesskettenmodell [Käppner et al. 2002]

Zur detaillierten Beschreibung der einzelnen Potenzialklassen wird auf [Kuhn 1995] verwiesen.

4.4 Kompetenzorientierung in der betrieblichen Weiterbildung

4.4.1 Betriebliches Kompetenzmanagement und Herausforderungen im Kontext der Industrie 4.0

Aus den Wechselwirkungen der demografischen Entwicklung und dem Wandel der Arbeitswelt in der Industrie 4.0 entstehen insbesondere für Unternehmen der Produktions- und Logistikbranche anspruchsvolle Herausforderungen. Sie sind gefordert, bei schnell wechselnden Technologien und mit einer demografisch heterogenen Belegschaft sicherzustellen, dass das erforderliche Wissen und die notwendigen Kompetenzen konstant am richtigen Ort zur Verfügung stehen. Ein demografiesensibles, betriebliches Kompetenzmanagement nimmt hierbei die Schlüsselrolle ein [Hegmanns et al. 2017b]. Dabei geht „betriebliches Kompetenzmanagement [...] als Kernaufgabe wissensorientierter Unternehmensführung über das traditionelle Verständnis von Aus- und Weiterbildung hinaus, indem Lernen, Selbstorganisation, Nutzung und Vermarktung der Kompetenzen integriert werden.“ [North et al. 2013, S. 22]

Kompetenz selbst wird definiert als ein erlernbares Set von Fähigkeit, Fertigkeiten und anderen Merkmalen sowie situationsbedingt und selbständig zu handeln [Weinert 2001].

Dabei werden kognitive Elemente, wie etwa Kenntnisse, Wissensstrukturen, Fertigkeiten und Strategien mit motivationalen, volitionalen, wie auch sozial-kommunikativen Komponenten verbunden [North et al. 2013]. Eine kompetente Person ist daher in der Lage, die ihr gestellten Aufgaben oder Problemstellungen adäquat, erfolgreich und effizient zu lösen [Schaper 2009; Klieme et al. 2003]. Für den Aufbau von Kompetenz sind Lern- und Erfahrungsprozesse notwendig, welche ebenfalls im Kompetenzmanagement Berücksichtigung finden müssen.

In der beruflichen Bildung wird bezugnehmend auf *Roth* [Roth 1971] in die Kompetenzbereiche Sozialkompetenz, Sachkompetenz bzw. Fachkompetenz, Selbstkompetenz und (in Ergänzung zu Roth) Methodenkompetenz unterteilt. Das Zusammenspiel dieser vier Bereiche führt zur übergeordneten beruflichen Handlungskompetenz [vgl. auch Wildt 2006]. In dem hier vorliegenden Fall kann logistische Gestaltungskompetenz als dieses übergeordnete Kompetenzziel betrachtet werden.

Mit einem Kompetenzmanagementsystem erfolgt eine inhaltliche Ausrichtung der Personalarbeit – und damit auch der Personalentwicklung – auf Kompetenzen (vgl. Abbildung 4-4). Ein Kompetenzmanagementsystem unterstützt dabei eine Organisation beim Personal-, Bewerber- und Talentmanagement. Mitarbeiterkompetenzen werden darin beschrieben, systematisch erfasst und bewertet. Die Beschäftigung mit und die Definition von Kompetenzen mündet üblicherweise in ein unternehmensbezogenes Kompetenzmodell. Damit soll ein einheitlicher Sprachgebrauch zu Kompetenzen über Organisationseinheiten und Bereiche hinweg sichergestellt werden. Konkret umfasst ein Kompetenzmanagementsystem ein betriebliches Kompetenzmodell, die Möglichkeit individueller Kompetenzeinschätzungen bzw. -messungen sowie auf das Kompetenzmodell ausgerichtete Instrumente der Personalgewinnung und -entwicklung [Kauffeld 2010, Straub et al. 2016b].

In Abbildung 4-4 wird das betriebliche Kompetenzmanagementsystem wie folgt zusammengefasst:

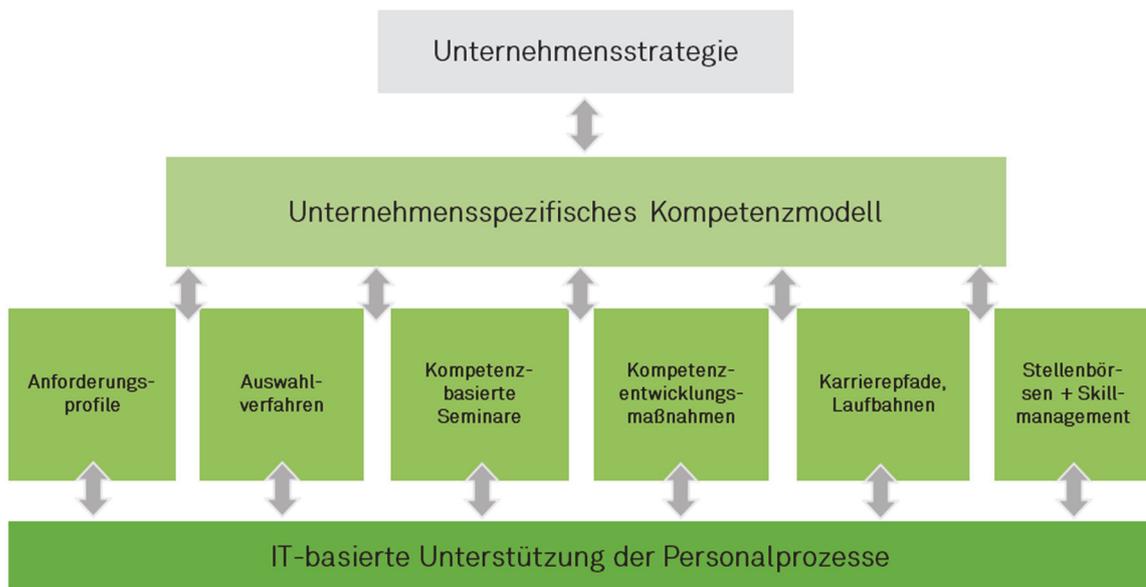


Abbildung 4-4: Einordnung des betrieblichen Kompetenzmanagementsystems als IT-basierte Unterstützung der Personalprozesse [Kauffeld 2010]

Ausgehend von der Unternehmensstrategie und unter Berücksichtigung der fachlichen Kontexte des Unternehmens, wird ein unternehmensspezifisches Kompetenzmodell aufgebaut. Dieses Modell bildet dabei den Kern des Kompetenzmanagementsystems, da sich alle weiteren Prozesse darauf beziehen. Diese Prozesse umfassen sowohl die Personalgewinnung als auch die Personalentwicklung. Im konkreten Fall hat das Kompetenzmodell somit Einfluss auf die Gestaltung von Anforderungsprofilen, Auswahlverfahren, Weiterbildungsseminare, Kompetenzentwicklungsmaßnahmen, Laufbahnen und Stellenbörsen. Alle Personalprozesse werden IT-basiert unterstützt. Die Herausforderung für die Gestaltung des IT-gestützten Kompetenzmanagement liegt darin, diese Prozesse in einheitlicher, konsistenter und übersichtlicher Weise mit Daten abzubilden und handhabbar zu machen.

4.4.2 Kompetenzmodellierung in der beruflichen Bildung

4.4.2.1 Definition und Einordnung

Kompetenzmodellierung ist der Prozess zur Bestimmung von aufgabenspezifischen Kompetenzen. Ziel ist die Definition relevanter Kompetenzen für ein aufgabenspezifisches Kompetenzmodell, welches im Rahmen des Kompetenzmanagements verwendet werden kann. [Schepers 2014]

Die Bestimmung aufgabenspezifischer Kompetenzen geht mit der Erhebung von unternehmens- bzw. domänenspezifischen Kompetenzbedarfen einher. Zwar geben Trend-, Technologie- und Konkurrenzbeobachtungen erste Aufschlüsse darüber, welche

zukünftigen Entwicklungen zu erwarten sind. Der Glaube, dass die heute beherrschten Technologien und Prozesse auch in Zukunft die Bedürfnisse der Kunden decken, führt jedoch möglicherweise zu Fehleinschätzungen in der langfristigen Planung der Geschäftsfelder und den dafür erforderlichen Fähigkeiten bei den Mitarbeitenden. Mit der technologischen Entwicklung verändern sich auch Berufsbilder. Ist die Kompetenzlücke erkannt, dauert es jedoch eine gewisse Zeit, Fach- und Führungspersonal auf ein adäquates Kompetenzniveau zu bringen. [North et al. 2013, Hegmanns et al. 2017b].

Insbesondere im Kontext der Industrie 4.0 werden neue Kompetenzbedarfe entstehen. Daher müssen Unternehmen lernen, ihre Kompetenzbedarfe bzw. die der Mitarbeitenden realistisch und zeitnah zu beurteilen, um derzeitige und zukünftige Entwicklungen besser einschätzbar machen zu können [Hegmanns et al. 2017b].

Darüber hinaus muss definiert werden, welche Methoden und Konzepte zu einer langfristigen und stabilen Verbesserung des Kompetenzbestandes und der Reduktion der Kompetenzdefizite führen können. Ein unausgewogenes Kompetenzportfolio des gesamten Unternehmens kann eine große Gefahr darstellen. [North et al. 2013].

Die Aktualität und die betriebsspezifische Anpassung der Kompetenzmodelle spielt entsprechend der obigen Ausführungen eine entscheidende Rolle. Im ABEKO Kompetenzmanagementassistenzsystem wird ein detailliertes Kompetenzstrukturmodell für den Bereich der operativen Logistik sowohl auf Ebene der Kompetenzbereiche als auch auf Ebene der Kompetenzniveaus bereitgestellt und in Kapitel 5.2 erläutert.

4.4.2.2 Allgemeine Kompetenzmodelle und bestehende Kompetenzmodelle in der Logistik

Um ein validierbares und operationalisiertes Kompetenzmodell zu entwickeln, welches sowohl aktuelle IST-Kompetenzen als auch die zukünftigen SOLL-Kompetenzen erfasst, wurden bestehende Kompetenzmodelle sowie die formellen Vorgaben an Weiterbildungs- und Qualifizierungsprogramme in die Entwicklung des ABEKO-Kompetenzmodells miteinbezogen. Hierfür wurden die bestehenden Modelle im Hinblick auf die inhaltlichen und strukturellen Aspekte analysiert. Die Ergebnisse dieser Untersuchung stellen eine wichtige Basis zur Entwicklung des ABEKO-Kompetenzmodells dar. [Straub et al. 2016a; Straub et al 2016b]

Über das oben erläuterte Modell von Roth bzw. Wildt hinaus existieren noch weitere allgemeine Kompetenzmodelle, welche die Kompetenzen in unterschiedliche Bereiche untergliedern und zu einer Handlungskompetenz führen. Weitere Modelle für die Binnenstruktur von Kompetenzen bieten daher z. B. auch Erpenbeck und Heyse [Erpenbeck & Heyse 2007a] sowie Kuhlmann und Sauter [Kuhlmann & Sauter 2008].

Diese unterscheiden jedoch in personale, fachlich-methodische, sozial-kommunikative sowie aktivitäts- und handlungsbezogene Kompetenzen:

Personale Kompetenzen: In Bezug auf die eigene Person reflexives und selbstorganisiertes Handeln. Dies ist die Fähigkeit, sich selbst gegenüber klug und kritisch zu sein, produktive Einstellungen, Werthaltungen und Ideale zu entwickeln und Begabungen sowie Motivation zu entfalten.

Fachlich-methodische Kompetenzen: Damit ist die Befähigung gemeint, mit fachlichem und methodischem Wissen gut ausgerüstet zu sein und auch zunächst unlösbar erscheinende Probleme schöpferisch zu bewältigen. Diese Kompetenzen versetzen jemanden in die Lage, geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln bzw. Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch zu gestalten und selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Sozial-kommunikative Kompetenzen: Dies beschreibt die Fähigkeit, sich selbstorganisiert mit anderen auseinanderzusetzen, kreativ zu kooperieren und zu kommunizieren und dabei Gruppen- bzw. beziehungsorientiert Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Aktivitäts- und handlungsorientierte Kompetenzen: Diese Komponente beschreibt die Fähigkeit, aktiv und selbstorganisiert zu handeln. Darüber hinaus umfasst sie die Fähigkeit alles Wissen und Können sowie die Ergebnisse sozialer Kommunikation, persönliche Werte und Ideale willensstark und aktiv umsetzen zu können und dabei alle anderen Kompetenzen zu integrieren.

Die Qualifizierungs- und Kompetenzanforderungen in der operativen, innerbetrieblichen Logistik werden beispielsweise durch den Kultusministerkonferenz-Rahmenplan [KMK 2004] (folgend als KMK-Rahmenplan genannt) formalisiert. Der KMK-Rahmenplan beschreibt inhaltlich die Qualifizierungs- und Kompetenzanforderungen im operativen Bereich der innerbetrieblichen Logistik und geht dabei im Einzelnen auf die Ausbildungsinhalte für die Lehrberufe im Logistikbereich ein. Inhaltlich skizziert der KMK-Rahmenplan insgesamt elf Kompetenzbereiche und stellt die normative Grundlage jetziger betrieblicher Aus- und Weiterbildungsprogramme dar. Der KMK-Rahmenplan ist vergleichsweise offen formuliert und fokussiert primär die fachlich-methodischen Anforderungen und die Lerninhalte. [KMK 2004; Straub et al. 2016a]

Eine weitere Grundlage für die Entwicklung des ABEKO-Kompetenzkatalogs bildet das Konzept, welches im EU Projekt „ELOQ: E-Learningbasierte Logistik Qualifizierung“ für die Berufe des Lagerfachhelfers/in und Fachlageristen/in entwickelt wurde. Das entwickelte Qualifizierungs-Konzept umfasst die Qualifizierung von Menschen mit Behinderungen mittels barrierefreier Bildungstechnologien. Das Qualifizierungsprojekt

orientierte sich thematisch an den Berufen Lagerfachhelfer/in und Fachlagerist/in und fokussiert das selbständige und selbstgesteuerte Lernen im Ausbildungs- bzw. Arbeitskontext sowie die integrierte Vermittlung von Medienkompetenz und wurde auch bei der Entwicklung des ABEKO-Kompetenzmodells berücksichtigt. [Biermann et al. 2012; Straub et al. 2016a] Die verschiedenen Modelle werden in der Abbildung 4-5 verglichen:

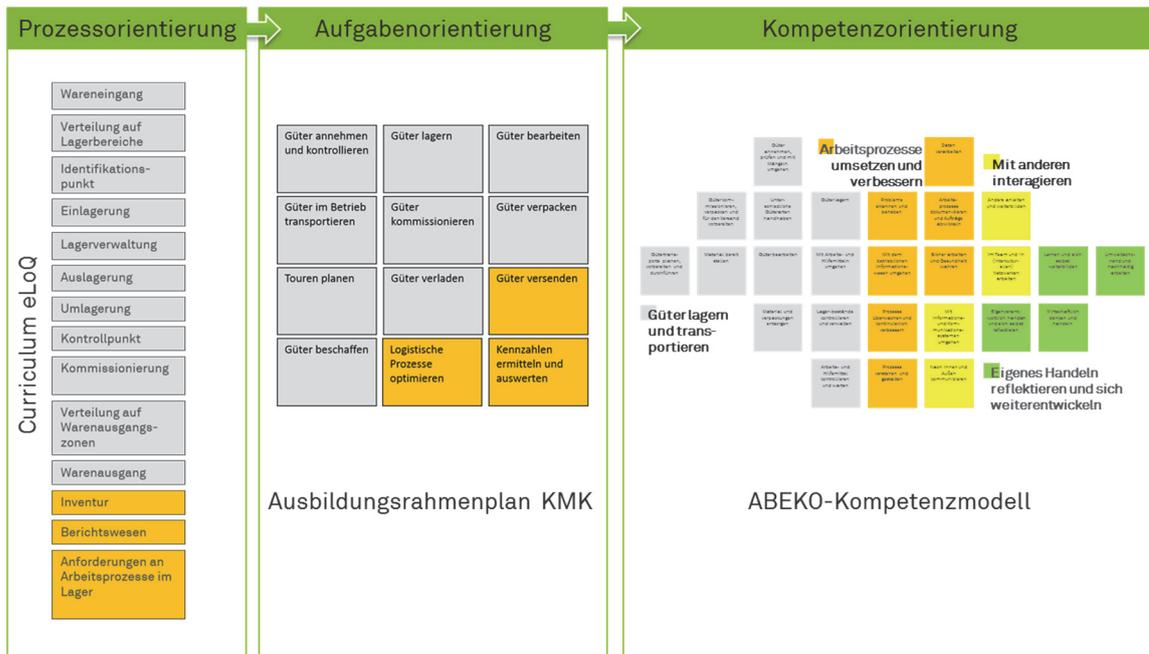


Abbildung 4-5: Vergleich der Kompetenzmodelle [Straub et al. 2016c]

Außerdem wird ein für den Bereich Logistik relevantes Kompetenzmodell im Supply Chain Reference Model (SCOR) ab Version 10 beschrieben. Der Kompetenzkatalog des SCOR Modells umfasst dabei 161 Kompetenzcluster, um eine effektive Supply Chain zu managen, die auf Prozess- und Praxisreferenzen fußen. Das Kompetenzmodell beinhaltet auch die Referenzmaße und dient als Instrument zum strategischen Abgleich der Unternehmensziele und der Mitarbeiterkompetenzen. [SCC 2010, Straub et al. 2016a]

Die Untersuchungen bestehender Kompetenzmodelle im Logistikbereich haben gezeigt, dass die existierenden Kompetenzmodelle starken Fokus auf die Beschreibung der Fach- und Methodenkompetenzen legen, während die sozial-kommunikativen und persönlichkeitsbezogenen Kompetenzen nur rudimentär berücksichtigt werden. Des Weiteren sind aktuelle Modelle aufgaben- bzw. prozessorientiert formuliert und bei inhaltlichen Erstellung wird die Kompetenzorientierung nicht adressiert. [Straub et al. 2016a]

Dass aber vor allem diese Kompetenzen in Zukunft immer wichtiger werden, zeigen vor allem die aktuellen und zukünftigen Entwicklungen sozio-technischer Systeme in Unternehmen. Diese neuen Entwicklungen fordern vor allem im organisationalen Rahmen, auf Grund der Veränderungen in zukünftigen Unternehmensstrukturen durch immer flexibler werdende Arbeitsorganisationsformen im Kontext der Industrie 4.0, eine erhöhte soziale, kommunikative und persönlichkeitsbezogene Kompetenz von den verschiedenen Mitarbeitenden im Unternehmen. [Kreimeier et al. 2014; Lorenz et al. 2015; Straub et al. 2016a]

Die vorhandenen Kompetenzmodelle in der Logistik müssen deshalb besonders um die Kompetenzanforderungen im sozialen und kommunikativen Bereich erweitert werden. Aber auch Kompetenzanforderungen, die durch neue technologische Lösungen im operativen Bereich entstehen, sollten durch Kompetenzmodelle in der Logistik modelliert sowie diagnostiziert werden können, um zukünftige Befähigungsdefizite der Mitarbeitenden auszuschließen. [Straub et al. 2016a]

4.4.3 Kompetenzmessung in der beruflichen Bildung

Kompetenzmessung ist ein Verfahren, die Kompetenzen eines Mitarbeitenden mit Hilfe verschiedener qualitativer und/oder quantitativer Methoden zu identifizieren sowie diese erfassbar, in Kennzahlen ausdrückbar und verwertbar zu machen. Im Kontext von ABEKO besteht hierbei die Aufgabe diese Kompetenzen entlang des entwickelten logistikspezifischen Kompetenzmodells zu betrachten. Eine besondere Herausforderung bilden hier nicht-technische Kompetenzbereiche und Kompetenzbereiche, welche sich auf zukünftige Logistikprozesse beziehen. Gerade für die nicht-technischen Kompetenzbereiche stellt sich eine zahlenmäßige Quantifizierung bzw. Messung von Kompetenzen häufig als herausfordernd heraus, da hier der Spielraum für die Selbst- bzw. Fremdeinschätzung, inwiefern ein Mitarbeitender über eine Kompetenz verfügt oder eben nicht verfügt, besonders groß und zudem im besonderen Maße situationsabhängig ist. Daher ist eine klare, eindeutige und möglicherweise bereits unternehmensspezifische Definition der einzelnen Kompetenzen im Vorfeld besonders wichtig. Gleiches gilt für Kompetenzbereiche, welche sich auf Logistikprozesse in der Zukunft beziehen. Auch hier existiert Interpretationsspielraum in der Bewertung, welcher durch eine eindeutige Definition im Vorfeld der Messung möglichst geringgehalten werden muss.

Die Kompetenzmessung selbst besteht im Wesentlichen aus der Beschreibung von Tätigkeiten, der Ermittlung von Fähigkeiten sowie ihrer abschließenden Bewertung [Preißler & Völzke 2007]. In der Praxis vielfach angewandte Instrumente der Kompetenzdiagnostik sind beispielsweise Selbsteinschätzung, Fremdeinschätzung (beide

auf Basis von Fragebögen oder Reflexionsberichten), Paper-Pencil-Tests (schriftlich oder digitalisiert), Arbeitsproben (real oder im Rahmen einer Simulation) und holistische Abschätzungen beruflicher Handlungskompetenzen (mit Hilfe von Kompetenzrastern) [Strauch et. al. 2009]. Alle Verfahren weisen sowohl Vor- als auch Nachteile in Bezug auf Reliabilität, Validität und Objektivität der Kompetenzmessung auf. Selbsteinschätzung ist vor allem aufgrund von erhebungsökonomischen Gründen weit verbreitet, hat jedoch das Problem, dass die dadurch gewonnenen Erkenntnisse nicht immer durch die Fremdeinschätzung bestätigt werden können. Fremdeinschätzung kommt maßgeblich bei der Beurteilung von praktischen Arbeitsleistungen und im Rahmen von Assessment Centern zum Einsatz, stößt jedoch an ihre Grenzen, wenn der Betrachtungskontext zunehmend komplexer wird und vom Beobachter zunächst operationalisiert werden muss. Paper-Pencil-Tests sind ein sehr ökonomisches und facettenreiches Messverfahren, welches in kurzer Zeit sehr objektive Messergebnisse hervorbringen kann. Dennoch sind auch hierbei Einschränkungen in Bezug auf die Komplexität und Verschränkungen der zu diagnostizierenden Kompetenzbereiche zu machen. Arbeitsproben (real oder in der Simulation) bieten sich vor allem für die Messung von Kompetenzen in Bezug auf praktische Tätigkeiten an. Sofern die Arbeitsproben standardisiert sind, weisen sie ein hohes Maß an Objektivität und Validität in Bezug auf die gezeigte Arbeitstätigkeit auf. Im Allgemeinen sind Arbeitsproben aufwendig durchzuführen und bei der Beurteilung der Ergebnisse muss sehr explizit auf die Reliabilität geachtet werden.

Unter Berücksichtigung der oben erläuterten Vielfalt von Messmethoden war es von besonderer Bedeutung, die für den ABEKO-Anwendungskontext passendsten Methoden zu identifizieren und zur Anwendung zu bringen. Hier musste auch ein geeignetes Mittelmaß zwischen der Messgenauigkeit der angewandten Methode und der Praktikabilität dieser im späteren Unternehmenskontext gefunden werden. Das Ergebnis dieses Aushandlungsprozesses spiegelt sich in der genutzten Methode wieder, welche maßgeblich auf dem Ansatz der Fremdeinschätzung beruht. Details hierzu werden im Späteren noch beschrieben.

4.4.4 Kompetenzentwicklung in der beruflichen Bildung

Kompetenzentwicklung ist als integrativer Bestandteil von Weiterbildung zu betrachten, welcher auf Basis einer systematischen Kompetenzerfassung erfolgen sollte [Bohn 2007]. Sie beschreibt den Prozess der Veränderung des Leistungspotenzials eines Individuums, um eine umfassende berufliche Handlungskompetenz als Einheit von Fach-, Methoden-, Sozial- und Selbstkompetenz herausbilden und, um ihn zu befähigen,

Leistungsanforderungen bestmöglich zu erfüllen [Beck 2004; Erpenbeck & Heyse 2007a]. Die Aufgabe der Kompetenzentwicklung ist es, durch gezielte Maßnahmen im Rahmen der Qualifizierung Kompetenzen zu erweitern und die Potenziale der Menschen zur Entfaltung zu bringen [Bretschneider 2006]. Kompetenzen müssen durch emotions- und motivationsaktivierende Lernprozesse und Erfahrungen erlebt werden, um nachhaltig in eigene Handlungen integriert werden zu können [Heyse & Erpenbeck 2009]. In Unternehmen wird dabei zunehmend auf die Ausbildung der Mitarbeitenden entlang der täglichen Geschäftsprozesse gesetzt. Dies bedeutet, dass Kompetenzen nicht nur durch organisierte Ausbildung, z. B. in gesonderten Kursen, entwickelt werden, sondern im Rahmen der täglichen Arbeit stattfinden (On-the-job Training; OJT). Gekennzeichnet ist die Kompetenzentwicklung hier durch selbstorganisiertes Lernen, Lernen in der Praxis und kontinuierliches berufs- bzw. karrierebezogenes Lernen. Allerdings vollzieht sich der Erwerb von Kompetenzen oftmals auch außerhalb institutionalisierter Lernorganisationen in informellen Lernprozessen während bestimmter Handlungsausübungen. Als informeller Lernprozess wird verstanden, dass dieser am Arbeitsplatz oder im Alltag in Bezug auf Lernziele und Lernzeit unstrukturiert sowie meist beiläufig und ohne Absicht abläuft.

Im Rahmen der methodischen Gestaltung der Qualifizierung gilt es Lernsysteme zu entwickeln und Rahmenbedingungen zu schaffen, die es den Mitarbeitenden und Führungskräften ermöglichen, neben den formalisierten Qualifizierungsmaßnahmen auch selbstgesteuerte, individuelle Lernprozesse arbeitsnah optimal zu gestalten. Zur Erreichung der Qualifizierungsziele sind im betrieblichen Umfeld unterschiedliche Qualifizierungsmethoden verbreitet: Fort- und Weiterbildungen, Projektarbeit, Lernen im Austausch mit Kollegen, Messen, Kongresse und letztlich das Lernen durch die Arbeitsaufgabe selbst.

Die Wahl geeigneter Qualifizierungsmethoden bzw. -formate hat einen erheblichen Einfluss auf die Effizienz und Zielerreichung betrieblicher Qualifizierungsmaßnahmen und ist stark von der betrieblichen Lernkultur, -infrastruktur, der Komplexität der Arbeitsaufgaben, der Personalsituation und des Lernstils, des Lernstands, der Lernbereitschaft und -motivation der Mitarbeitenden abhängig [Jäckel et. al 2006].

Eine zunehmend große Verbreitung finden in der Praxis die Blended Learning-Arrangements, die eine Kombination aus Präsenz- und E-Learning-Phasen beinhalten. Dabei werden E-Learning und Lernen in Tandems, Gruppen oder in Workshops mit Elementen des Web 2.0, z. B. Blogs als Lerntagebücher oder Wikis für die Erarbeitung gemeinsamer Gruppenergebnisse, zielgruppengerecht kombiniert. [Kuhlmann & Sauter 2008] Voraussetzung für den Einsatz von E-Learning- und Blended Learning-

Maßnahmen ist eine ausgeprägte Medienkompetenz der jeweiligen an der Qualifizierungsmaßnahme beteiligten Personen. Daher sind die Qualifizierungsmaßnahmen und die entsprechend angewandte Methode nicht separiert voneinander zu betrachten, sondern immer im Gesamtkontext der Zielsetzung, Inhalte sowie des aktuellen Lern- bzw. Kompetenzstand der Mitarbeitenden und deren persönlichen Interessen und Eigenschaften.

4.4.5 Technische Lösungen für das Kompetenzmanagement

In vielen Bereichen findet eine Software nur dann große Akzeptanz, wenn sie mobil und plattformunabhängig verfügbar ist. Webbasierte Systeme setzen sich in allen Bereichen durch, in denen der Anwenderkreis von Software fluktuiert und örtlich nicht begrenzt ist. Eine angemessene technische Realisierung ist mit dem entsprechenden Aufwand verbunden: Denn auch wenn die Erstellung simpler Webseiten durch die Verwendung entsprechender Software mittlerweile deutlich einfacher geworden ist – sobald eine Geschäftslogik abgebildet werden soll, die über simple Plausibilitäten bei der Dateneingabe oder die Aufbereitung von Daten zur Anzeige im Diagramm hinausgeht, muss zusätzlicher Aufwand betrieben werden, um Logik serverorientiert zu implementieren und eine responsive und interaktive webbasierte Benutzungsoberfläche zu schaffen.

Im Gegensatz zu Anwendungen deren Anspruch auf Mobilität und Geräteunabhängigkeit liegt, nutzen die, für das Kompetenzmanagement ihrer Mitarbeitenden verantwortlichen Personalabteilungen vieler Unternehmen, häufig Software, die nach dem klassischen Client-Server-Modell oder einer hybriden Variante funktionieren. Hierbei liegt die Geschäftslogik ganz, oder zu großen Teilen, im Client des Systems, also einer, auf der Workstation des Nutzers installierten, Software. Solange das Fehlen einer webbasierten Benutzungsoberfläche sich nicht negativ auf die Geschäftsprozesse auswirkt, wird häufig auf eine kostenintensive Umstellung verzichtet.

In beiden Fällen besteht jedoch die Notwendigkeit zur Datenhaltung. Zumeist werden hierzu relationale Datenbank Management Systeme (DBMS) eingesetzt. Häufig teilen sich unterschiedliche Systeme (z. B. Human-Ressource-System und Learning Management System) Datenbereiche eines Datenschemas oder sind über Schnittstellen bzw. Synchronisierungsmechanismen miteinander gekoppelt.

Um eine nach außen einheitliche Plattform zu schaffen, muss die Entscheidung getroffen werden, ob es erforderlich ist, alle Komponenten von Grund auf neu und webbasiert aufzusetzen oder vorhandene Teile bestehen zu lassen, um sie durch die nur als webbasiert zu realisierende Programmteile zu ergänzen. Ersteres ist dann zu empfehlen, wenn keine oder nur eine peripher relevante, den Geschäftsbereich betreffende Software,

im Betrieb existiert. Die Entscheidung für Letzteres ist wahrscheinlicher, wenn bereits Learning-Management-Systeme (LMS) oder Human-Ressource-Systeme (HR-Systeme) im Einsatz sind, die entweder eine spezifische Weboberfläche bieten oder nach Client-Server-Methodik funktionieren. Aufgaben, die von Mitarbeitenden der Personalabteilung im Backoffice-Betrieb umgesetzt werden können, brauchen nicht komplett erneuert zu werden, solange das einheitliche Bild einer Online-Plattform davon nicht betroffen ist. Im Rahmen von ABEKO wurde die Entscheidung für Einbeziehung existierender Komponenten und den Einsatz von Schnittstellen und Datenteilung mit HR-Systemen und LMS getroffen.

5 Erzieltes Ergebnis

5.1 Logistik 4.0

5.1.1 Zukunftstrends in der Produktion und Logistik

Megatrends, wie Globalisierung, Individualisierung und Wissensintensivierung sowie insbesondere die demografische und technologische Entwicklung, üben einen enormen Einfluss auf die Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft und die Gestaltung der Arbeitswelt von Morgen aus. Mensch und Technik sowie ihr Zusammenwirken werden zum maßgeblichen Treiber und Gestalter des Wandels [Straub 2014a].

Nach *Spath et al.* gehört die Zukunft „...nicht Mensch oder Maschine, sondern Mensch und Maschine“ [Spath et al. 2013, S. 50]. So wird sich die Arbeitswelt von morgen, vor allem durch den Einsatz von intelligenten Technologien sowie der voranschreitenden Digitalisierung wandeln, doch der Mensch muss weiterhin Teilhabe und Gestaltungsmöglichkeiten an diesem Wandel der Industrie 4.0 haben. Nur so können neue Geschäfts- und Wertschöpfungsmodelle entstehen, die Unternehmen voranbringen. [Botthof 2015; Kaufmann 2015; Zeller et al. 2012, Hegmanns et al. 2017a]

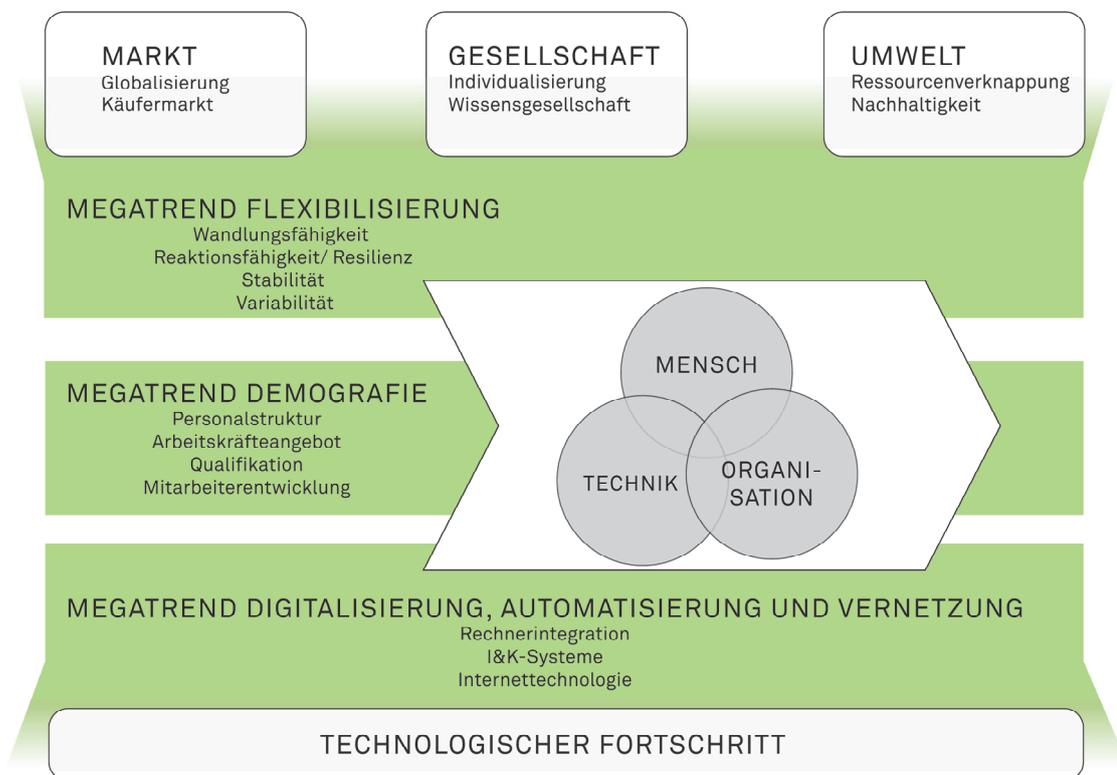


Abbildung 5-1: Megatrends und Einflüsse auf Logistikprozesse [Straub et al. 2014a]

Die Industrie sieht sich heute und in Zukunft in einem stetigen und unaufhaltsamen Wandlungsprozess, der es erfordert, das Bewusstsein für Megatrends zu schärfen und insbesondere die Unternehmensstrukturen und -prozesse kontinuierlich, flexibel und weitsichtig den globalen Veränderungen anzupassen [Straub et al. 2014a].

Globalisierung, Individualisierung, Klimawandel und Wissensintensivierung sowie die demografische und technologische Entwicklung sind in einer umfassenden Sekundäranalyse von insg. 16 Trend- und Zukunftsstudien nur einige der am häufigsten genannten Aspekte in einer unübersichtlichen Fülle weiterer identifizierter Megatrends, wie in Abbildung 5-1 zu sehen ist. [Straub et al. 2014a].

Der Trend hin zu individualisierten Produkten auf Basis von Kundenwünschen sowie die dadurch bedingte Ausrichtung zum Käufermarkt, stellen durch eine Zunahme der Produktvarianten, die Verkürzung der Produktlebenszyklen, sowie die geforderte Verkürzung der Lieferzeiten, neue Anforderungen an die Flexibilität von Unternehmen und ihre Produktions- und Logistiksysteme [Abele & Reinhart 2011, Straub et al. 2014a]. Eine Befragung zu den Anforderungen an zukünftige Produktions- und Logistiksysteme im kurzfristigen Zeithorizont von fünf Jahren zeigt, dass 98,6 % der Unternehmen daran glauben, dass die schnelle Reaktion auf Kundenanforderungen wichtiger oder sehr wichtig sein wird. [Spath et al. 2013]

Aber auch die damit einhergehende und verlangte Flexibilität an die Mitarbeitenden dieser Produktions- und Logistiksysteme wird in Zukunft an Bedeutung gewinnen. Ein Grund dafür ist das Werben um qualifizierte Arbeitskräfte – ein Handlungsdruck der sich insbesondere durch die demografische Entwicklung weiter verstärkt. [Straub et al 2014a]

Des Weiteren werden vor allem digitale Technologien für Unternehmen zukunftsweisend, da deren zeitnahe Einführung als ein ausschlaggebender Faktor für die langfristige Wettbewerbsfähigkeit gesehen wird. Wissen wird durch die Einführung von Informations- und Kommunikationstechnik zunehmend orts- und zeitunabhängig. Die so entstehenden methodischen und technologischen Verbesserungspotenziale müssen von Unternehmen genutzt werden, um die innerbetrieblichen Produktions- und Logistikprozesse kontinuierlich zu optimieren und zu entwickeln sowie die notwendigen Mitarbeiterkompetenzen sinnvoll zu nutzen. [Straub et al. 2014a].

Die grundlegende Motivation zur strukturellen Veränderung stellt stets die Vision einer vollständig automatisierten Auftragsabwicklung dar, welche durch digitale Lösungen realisiert werden kann. Informations- und Kommunikationstechnologien haben dabei Einfluss auf die Informationsbereitstellung in technischen und organisatorischen Prozessen, die Vernetzung der Prozessketten, die interaktive Arbeitsgestaltung, die

Visualisierungsmöglichkeiten und die Verbindung der realen mit der virtuellen Welt im Unternehmen. [Westkämper et al. 2013, Straub et al 2014a]

Abbildung 5-2 zeigt die Vielzahl und Komplexität der wechselseitigen Wirkbeziehungen zwischen einzelnen Megatrends auf unterschiedlichen Einflussebenen.

Durch die heterogene Vielzahl sowie die Komplexität der wechselseitigen Wirkbeziehungen ist eine Systematisierung der Megatrends unerlässlich. [Straub et al. 2014a]

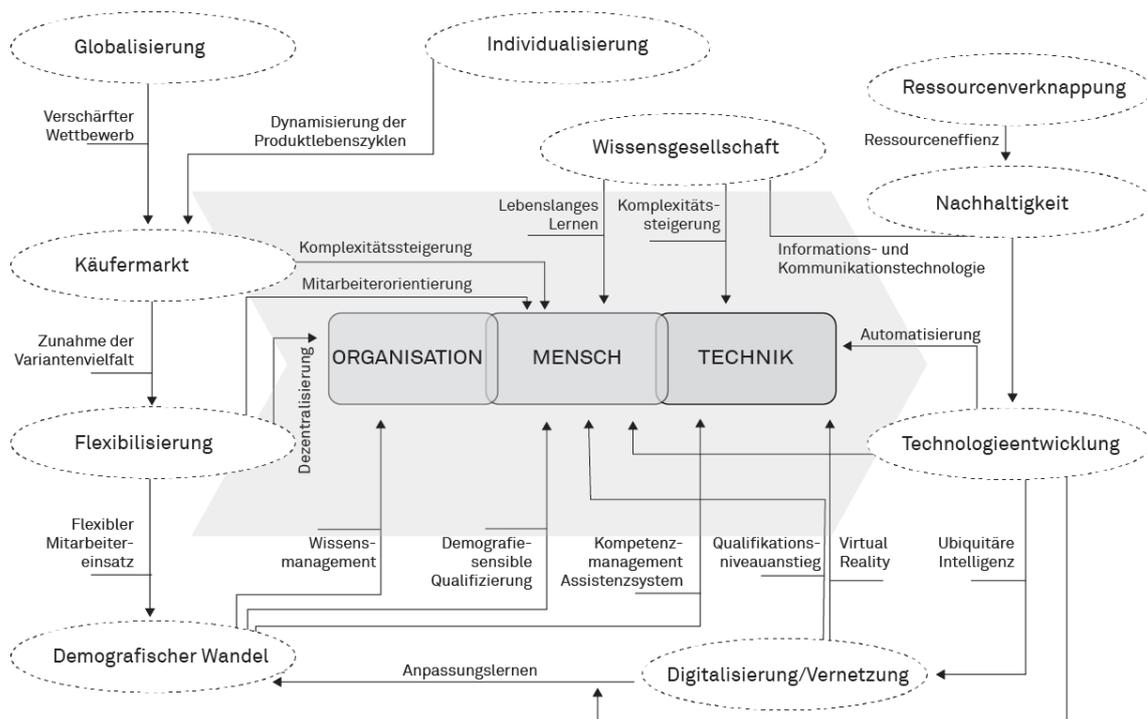


Abbildung 5-2: Wirkdiagramm Megatrends auf Produktions- und Logistiksysteme [Straub et al. 2014a]

Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass eine Vielzahl von bedeutenden Megatrends und deren Wirkungszusammenhänge einen großen Einfluss auf Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft haben, dazu zählen zum einen die technologischen Entwicklungen von Betriebs- und Kommunikationsmitteln und zum anderen die Ressource Mensch als Wandlungsbefähiger auf der einen und Wandlungsgestalter auf der anderen Seite. Auf die Produktions- und Logistiksysteme von Unternehmen wirken die identifizierten Megatrends demnach direkt oder indirekt, insbesondere auf die Menschen und die Technik sowie auf deren innerbetriebliche Organisation. [Straub et al. 2014a]

Die Logistik gilt als herausragende Anwendungsdomäne dieser vierten industriellen Revolution und den damit einhergehenden technologischen Entwicklungen, denn laut ten

Hompel und Henke wird „in keiner anderen Branche [...] in naher Zukunft ein so grundsätzlicher Wandel erwartet“ [ten Hompel & Henke 2014, S. 615].

Die Zukunft der Logistik wird von hochinteraktiven sozio-technischen Systemen geprägt sein, in denen intelligente Objekte durch eingebettete Systeme kommunikationsfähig gemacht und durch Internettechnologien vernetzt werden. Daraus resultieren weiterhin neue Wertschöpfungsstrukturen, die durch diese neuen Formen von hybriden Produktions- und Logistiksystemen hochflexibel und dezentral gesteuert werden. [Straub et al 2014a, Hegmanns et al. 2017a]

So werden Logistiksysteme in der Industrie 4.0 modular, skalierbar und flexibel veränderbar sein. Die Logistik- und Produktionssysteme der Zukunft werden sich so mit Hilfe von smarten Produkten und intelligenten Hilfsmitteln autark steuern und sich strukturell mehr und mehr zu einer dezentralen Selbstorganisation entwickeln. [Kagermann et al. 2013, ten Hompel & Kerner 2015, Straub et al. 2017a]

Insbesondere die Arbeitsprozesse im operativen Bereich (in) der Logistik sowie im produktionslogistischen Umfeld, wird sich durch den Einsatz sogenannter „Assistent Devices“ stark wandeln. Über diese Devices wird der Mensch permanent mit den sozialen Netzwerken von Menschen und Maschinen verbunden sein und sowohl mit anderen Menschen als auch mit Cyber-Physical-Systems (CPS) kommunizieren. Im Fokus hierbei stehen Mensch-Maschine-Schnittstellen, welche sich durch diese technologischen Neuerungen stark verändern werden. [Pieringer 2016, Straub et al 2017a]

Der arbeitsorganisatorische Rahmen in der Logistik wird sich durch die zunehmende Digitalisierung von Beschäftigten und Maschinen in vernetzten Arbeitssystemen, beispielsweise durch „Schicht-Doodle“-Systeme und Remote-Arbeit, flexibilisieren. [Pfeiffer & Suphan 2016, Straub et al. 2017a]

Dieser Veränderungsprozess im Sinne einer Industrie 4.0 wird am Standort Deutschland verstärkt durch die demografische Entwicklung begleitet. Die darauf basierenden Beeinflussungen sind: verstärkter Wettbewerb um geeignete Nachwuchskräfte, die Verlängerung der Lebensarbeitszeit sowie eine Veränderung der Personalstruktur. Diese Thematik wird in Kapitel 5.3 weiter ausgeführt. [Pfeiffer & Suphan 2016, Hegmanns et al. 2015]

Gerade die beschriebenen technologischen Entwicklungen im Bereich der mobilen Assistenzsysteme können ältere Arbeitsnehmende im Arbeitsalltag entlasten. Entweder durch die Verringerung von physischen Belastungen oder aber als Unterstützung bei der Bedienung von komplexen Anlagen. [Elkmann et al. 2015, Hegmanns et al 2017a]

Die neuartige Mensch-Maschine Interaktion, ohne schutzdienliche Trennung, wird durch neuartige Sensor- und Kamerasysteme ermöglicht, sodass Arbeitnehmende in diesen Arbeitssystemen nicht zu Schaden kommen. Dazu müssen aber genauso die Mitarbeitenden in solchen Produktions- und Logistiksystemen die nötigen Kompetenzen besitzen, um mit diesen sozio-technischen Veränderungen umzugehen. Sie müssen die Neuerungen in Logistiksystemen handhaben können und über ausreichend Kompetenzen verfügen, um intelligente Assistenzsysteme zu bedienen sowie durch die Automatisierung und Autonomisierung von Prozessen neu entstehende Arbeitsinhalte zu bewältigen. [Elkmann et al. 2015, Hegmanns et al. 2017a]

Die Nutzung und Weiterentwicklung der notwendigen Mitarbeiterkompetenzen, insbesondere auf operativer Ebene, sind somit für eine erfolgreiche Umsetzung der Industrie 4.0 im Unternehmen maßgeblich. [Kagermann et al. 2013, Spath et al. 2013, Ruppel 2016, Friedl 2013, Straub et al. 2017a]

5.1.2 Logistische Prozesse und Zukunftsszenarien

Die erfolgreiche Umsetzung der Industrie 4.0 hängt insbesondere von der Handlungsfähigkeit der operativen Fachkräfte ab, mit dieser zunehmenden Systemkomplexität umzugehen, intelligente Betriebs- und Hilfsmittel sowie Assistenzsysteme zu bedienen, um durch die Automatisierung und Autonomisierung von Prozessen neu entstehende Arbeitsinhalte bewältigen zu können [Kerner 2016, Kagermann et al. 2013, ten Hompel & Kerner 2015].

Vor diesem Hintergrund wurden im Rahmen des Forschungsprojekts „Assistenzsystem zum demografiesensiblen betriebsspezifischen Kompetenzmanagement für Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft (ABEKO)“ folgende Fragestellungen untersucht:

Wie sehen die Logistikprozesse der Zukunft aus und inwiefern werden sich die Anforderungen an den Menschen und sein Arbeitsvermögen in der operativen Logistik im Kontext der Industrie 4.0 verändern?

Um diese Frage zu beantworten wurden folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

1. Modellierung und Beschreibung der Referenzprozesse der innerbetrieblichen Logistik

Die Möglichkeiten die logistischen Prozesse (vgl. Kapitel 4.1) zu gestalten sowie die Auswahl der eingesetzten Technik in der Systemgestaltung sind ebenso vielfältig, wie die Anforderungen an ein solches System. Aus diesem Grund bestehen individuelle Unterschiede zwischen einzelnen Lager- und Ausführungsvarianten. Eine vollständige Beschreibung der komplexen logistischen Abläufe in einer Produktion bzw. in

Lagersystemen, mit einem einzigen Modell, ist weder sinnvoll noch möglich. Daher ist eine Problemzerlegung in elementare Referenzprozesse notwendig.

Als Referenzprozesse sind grundsätzlich Muster oder Vorlagen für Abläufe, die auf Basis bewährter interner und/oder externer Praktiken entwickelt werden, zu verstehen [Lenhardt & Boudinova 2009]. Grundlage bietet hier unter anderem die VDI-Richtlinie 3629 [ten Hompel & Schmidt 2008, VDI 2005].



Abbildung 5-3: Referenzprozess der Auftragsabwicklung im Lager – Kommissionierlager [i. A. a. ten Hompel & Schmidt 2008, VDI 2005]

In Anlehnung an die typischen Aufgabenfelder der intralogistischen Prozesse entlang des Auftragsabwicklungsprozesses (vgl. Kapitel 4.3), wurde die Referenzprozesskette in Abbildung 5-3 erstellt und in weiteren Schritten mit Hilfe des PKI in weitere Teilprozesse detailliert. Im Anhang A ist beispielhaft der Referenzprozess für den Prozess „Kommissionierung“ dargestellt.

2. Durchführung eines Technologiescreenings

Bezogen auf die logistischen Referenzprozesse wird ein Technologiescreening durchgeführt, bei welchem aktuelle Technologieentwicklungen auf ihren Entwicklungsstand und ihre Funktionsweise sowie auf die aktuellen und zukünftig geplanten Einsatzbereiche im logistischen Auftragsabwicklungsprozess hin analysiert und beschrieben werden.

Abbildung 5-4 und Abbildung 5-5 geben einen Überblick über die wichtigsten Technologieentwicklungen in den Logistikprozessen. Die einzelnen Technologien sind den Kategorien Hilfsmittel, Identifikationsmittel, Betriebsmittel und Assistenzsysteme zugeordnet.

Bezeichnung	Beschreibung	Funktion	Prozess	Entwickler	Internetadresse
Hilfsmittel	E-Ink-Display	Einsteckkarte mit Display zum Anzeigen von Pick-Informationen	Kommissionierung	Fraunhofer IML	www.ima.fraunhofer.de
	InBin	Intelligenter Lagerbehälter	Lagerung, Kommissionierung	Fraunhofer IML	www.ima.fraunhofer.de
	smart Resuable Transport Items (smartRTI)	Intelligente Ladungsträger verbunden mit Softwarearchitektur für AutoID-Technologien	Prozessübergreifender Einsatz	Fraunhofer IML	www.smart-rti.de
Identifikations-Systeme	PalletCube	Drei Infrarot Kameras, die Ober- und Seitenflächen von Paletten erfassen	Warenausgang	Heidler Strichcode GmbH	www.heidler-stichcode.de
	3D Konturen Check	Informationen zum Beladungszustand eines Ladungsträgers mittels 3D Kamera	Wareneingang, Qualitätskontrolle, Warenausgang	Fraunhofer IML	www.ima.fraunhofer.de
	Master Data Analyzer	Stammdatenerfassung von Objekten in Intralogistikprozessen	Wareneingang	Sick AG	www.sick.com
	InventAIRy	Autonomes Flugroboter-System (Drohne) zur Erfassung von Ware im Lager	Inventur	Fraunhofer IML + Alibotix	www.inventory.de
	Bin:Go	Drohne, die rollend und fliegend Ware transportiert	Lagerung	Fraunhofer IML	www.ima.fraunhofer.de
Betriebsmittel	cubexX	Autonomer Stapler, der auch mitarbeitergeführt verfahren kann	Wareneingang, Lagerung, Warenausgang	Still GmbH	www.still.de
	LogiMover	Automatisches fahrerloses Doppelpuffsystem zum Transport von Paletten	Wareneingang, Lagerung, Warenausgang	Eisenmann SE	www.eisenmann.com
	Automatische Kettenförder-systeme	Automatisches LKW Lade- und Entladesystem	Wareneingang, Warenausgang	ANCRA SYSTEMS B.V.	www.ancra.nl
	MSequence	Automatisierte Verladebereitstellung	Warenausgang	MLOG Logistics GmbH	www.kardex-mlog.de
	KARIS PRO	Flexibles, automatisiertes Materialversorgungssystem	Lagerung, Kommissionierung, Wertschöpfung	Karlsruher Institut für Technologie	www.karispro.de
	Grid Sorter	Modular, dezentral gesteuertes Fördersystem	Wareneingang, Lagerung, Warenausgang	GEBHARDT Intralogistic Group	www.gehardt-foerdertechnik.de
	FlexConveyor	Plug & Play Conveyor	Wareneingang, Lagerung, Warenausgang	GEBHARDT Intralogistic Group	www.gehardt-foerdertechnik.de
	Rack Racer	Shuttle, das sich selbstständig horizontal und diagonal im Regal bewegen kann	Lagerung	Fraunhofer IML	www.ima.fraunhofer.de
	Multi Shuttle Move	Zelluläres Transportfahrzeug zur Kleinteilelagerung	Kommissionierung, Lagerung	Fraunhofer IML	www.ima.fraunhofer.de
			Schwarm autonomer Fahrzeuge, der Lager- und innerbetriebliche Transportprozesse abdeckt		

Abbildung 5-4: Technologiescreening (1) [Straub et al. 2017a]

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

Abbildung 5-5: Technologiescreening (2) [Straub et al. 2017a]

3. Modellierung von Zukunftsszenarien

Auf Grundlage des Technologieskatalogs, ergänzt durch eine weitere Analyse arbeitsorganisatorischer und sozialer Veränderungen in der logistischen Arbeitswelt 4.0, sind beispielhaft insgesamt 15 Prozessszenarien unterschiedlicher Reifegrade modelliert worden, die aktuelle Entwicklungen der Branche aufnehmen und konsequent weiterdenken. Des Weiteren wurden darauf aufbauend konkrete Fallbeispiele beschrieben, die sich anhand ihres Automatisierungsgrades der logistischen Teilprozesse

und der Arbeitsorganisation im Arbeitssystem unterscheiden, um darauf aufbauend Kompetenzen zu ermitteln, die für Mitarbeitende in diesen Systemen an Bedeutung gewinnen.

Im Folgenden werden beispielhafte, prozessspezifische Zukunftsszenarien beschrieben [Straub et al. 2017a]:

Warenein und -ausgang

Aktuell werden die Prozesse des Warenein- und ausgangs, dazu gehören das Entladen, die Wareneingangsprüfung, die Bildung von Transporteinheiten sowie das Verladen der Ware, von den operativen Mitarbeitenden im Lagerbereich geplant, gesteuert und durchgeführt [ten Hompel & Schmidt 2008].

Die typischen Mitarbeiteraufgaben im Wareneingang beziehen sich auf das Entladen sowie die Wareneingangsprüfung, welche die physische Prüfung und den Abgleich der eingegangenen Ware mit den Lieferpapieren beinhaltet. Im Warenausgang finden u. a. die Bildung der Transport- bzw. Versandeinheiten sowie das Verladen statt. Diese Teilprozesse werden zurzeit meist durch Mitarbeitende gesteuert und durchgeführt [ten Hompel & Schmidt 2008].

Neue technologische Entwicklungen erlauben die teilweise oder komplette Automatisierung dieser Prozesse. Das Be-, Entladen und die Wareneingangsprüfung können durch autonome Transportsysteme bzw. mit Hilfe von automatischen Verladebühnen, sowie mit einem, mit dem Warehouse Management System verbundenen, Kamerasystem, z. B. dem 3D-Konturencheck“ mittels PMD-Sensor, automatisiert werden. Bei der technologischen Lösung des 3D-Konturenchecks wird die Prüfung per Sichtkontrolle abgelöst, indem, im Fall einer Abweichung vom vorgegebenen Packmuster, Mitarbeitende benachrichtigt werden und diese die Qualitätssicherungs- bzw. Reklamationsprozesse anstoßen können. Andere technologische Lösungen hierfür sind in Abbildung 5-4 aufgeführt. [Straub et al. 2017a]

Lagerung

Die Prozesse des Ein-, Um- und Auslagerns in den verschiedenen Lagerbereichen erfolgen in nicht automatisierten Lägern durch die operativen Lagermitarbeitenden. In der Regel geschieht dies mit Hilfe von verschiedenen Fördermitteln. Die Lagerplatzvergabe erfolgt hierbei durch ein Warehouse Management System, das die Ware nach bestimmten Lagerplatzvergabestrategien automatisch den Lagerplätzen zuordnet. [ten Hompel & Schmidt 2008] Durch die technologischen Entwicklungen der Industrie 4.0 können die Lagerprozesse in zukünftigen Lagerbereichen von autonomen

Transportsystemen übernommen werden. [ten Hompel & Kerner 2015, Straub et al. 2017a]

Dazu gehört der autonome Lager- und Transportprozess von Paletten, aber auch der Transport von Kleinladungsträgern mittels sogenannter zellularer Fördersysteme. Zellular bedeutet, dass diese Transportsysteme den Warentransport untereinander vernetzen und abstimmen können. Entsprechende Sensoren ermöglichen dabei einen reibungslosen und optimierten Transport der Ware. So erfolgt ein autonomer weg- und zeitoptimierter, innerbetrieblicher Transport der Ware zu den verschiedenen Verbrauchsstellen im Unternehmen. Ein Beispiel für ein zellulares Transportsystem ist das „MultiShuttle Move“ des Fraunhofer Instituts für Materialfluss und Logistik (IML). Es kann beispielsweise bis zu 40 kg transportieren und sich im Schwarm organisieren. Der autonome Transport von Paletten kann in zukünftigen Logistiksystemen bspw. von dem innovativen Gabelstapler „Cube XX“ durchgeführt werden. Dieser kann sowohl autonom Waren verfahren und lagern als auch manuell durch einen Mitarbeitenden gesteuert werden. Des Weiteren vereint der Stapler mehrere Funktionen von Fördermitteln und kann auch die Einlagerung in ein Palettenhochregallager übernehmen. Auch das Bestandsmanagement und die Nachschubprozesse im Lager können zukünftig z. B. von intelligenten Behältern mittels integrierter Kamerasysteme, wie bspw. das „InBin“ des Fraunhofer IML, gesteuert werden. [ten Hompel & Kerner 2015, Straub et al. 2017a]

Kommissionierung

Die Kommissionierung dient der auftragsgerechten Zusammenstellung von mehreren verschiedenen Artikeln. Oft wird dieser Vorgang manuell nach dem „Mann zu Ware“ Prinzip durchgeführt. [ten Hompel & Schmidt 2008, Martin 2014, Straub et al. 2017a] In Abbildung 5-6 ist exemplarisch ein mögliches Zukunftsszenario eines Kommissionierungsprozesses abgebildet. Eine größere Darstellung des Prozesses findet sich im Anhang A-3.

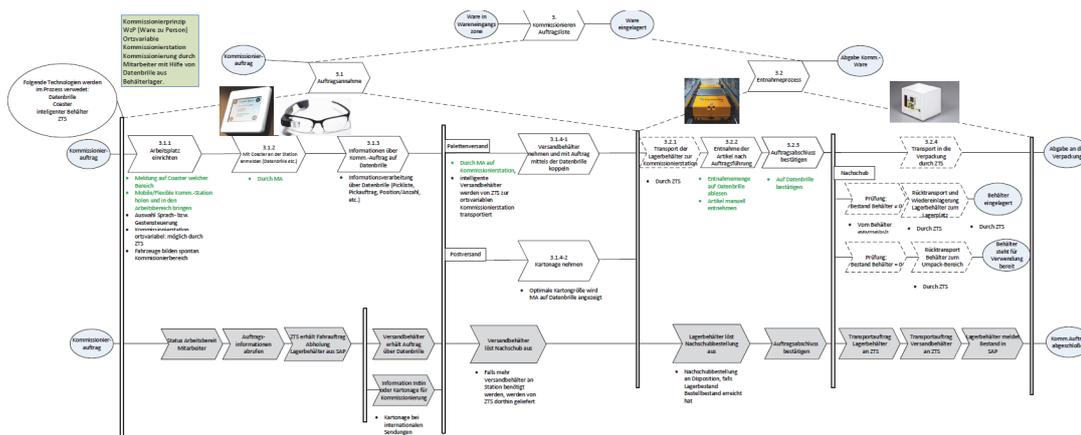


Abbildung 5-6: Zukunftsszenario – Prozess „Kommissionieren“ [Straub et al. 2017a]

Das Prinzip „Ware zu Person“ bietet zahlreiche Optimierungspotenziale, vor allem im Hinblick auf die Reduzierung von Fahrwegen und Suchzeiten. Im zukünftigen Kommissionierungsprozesse können autonome Transportsysteme bzw. Systeme wie „Carry Pick“ von Swisslog oder der „Amazon Kiva Roboter“, welcher mobile Regale verfährt, zum Einsatz kommen. In diesem Zukunftsszenario können flexible und multifunktionale Kommissionierstationen und eine bedarfsorientierte Anpassung des Layouts realisiert werden. [ten Hompel & Kerner 2015, Straub et al. 2017a]

Allerdings kann auch die mitarbeitergeführte Kommissionierung weiter optimiert werden. Mitarbeitende können durch ein „Pick-by-Vision System“ z. B. von der Firma picavi, mit dem Einsatz einer sogenannten AR-Datenbrille, unterstützt werden, indem Entnahmestellen sowie optimale Fahrwege angezeigt werden. Der Kommissionierungsprozess kann aber auch vollends automatisiert werden, indem Robotersysteme für die Kommissionierung eingesetzt werden. Dies kann frei verfahrbar, wie bspw. mit dem „TORUFlex“ bzw. ortsfest mit einem Robotiksystem, wie dem „Automated Item Pick“ realisiert werden. [Straub et al. 2017a, ten Hompel & Kerner 2015, KUKA 2016]

Verpackung

Artikel, welche durch Kommissioniervorgänge zusammengeführt wurden, müssen im Zuge der Versandvorbereitung verpackt werden. Falls die Sendung auf einer Palette gelagert ist, geschieht dies durch Stretch- und Umreifungsmaschinen. Bei kleineren Sendungsvolumina wird oft ein Karton als Versandeinheit gewählt. Es können auch mehrere Sendungskartons auf einer Palette zusammengefasst werden. Diese

Arbeitsvorgänge erfolgen in der Regel manuell durch einen Mitarbeitenden. [ten Hompel & Schmidt 2008, Straub et al. 2017a]

Da durch die demografische Entwicklung die Ergonomie am Arbeitsplatz eine immer wichtigere Rolle spielt, ist das manuelle Zusammenfassen von Sendungen im Hinblick auf die arbeitsphysiologische Belastungsgrenze in Zukunft möglichst zu vermeiden. [Gerlach 2014]

Das Zusammenfassen von Sendungsteilen und die Palettierung kann zukünftig von sogenannten „Palettierrobotern“ durchgeführt werden. Diese packen die Sendungsteile nach einem vorgegeben optimierten Packmuster auf die Palette. Dieses optimierte Packmuster wird von einem computergestützten Programm je nach Waren- bzw. Kartonbeschaffenheit ermittelt und an den Roboter übermittelt. Ist die Palette fertig gepackt kann das spezifische Packmuster auf einem RFID- oder Mikrochip, welcher an der Palette befestigt ist, gespeichert werden. Diese Daten können nachher im Wareneingang das Verfahren des 3D-Konturenchecks unterstützen (s. Wareneingang). [KUKA 2016, Straub et al. 2017a]

Wertschöpfung im Lager

Die Prozesslandschaft von Logistiksystemen beinhaltet zunehmend einen wertschöpfenden Anteil. Es kommen Veredelungsprozesse hinzu, welche einen Mehrwert des Lager- und Versandgutes generieren, dazu gehören z. B. die Prozesse kundenindividuelle Montage bzw. Verpackung. [Straub et al. 2016b, Thomas et al. 2016, Straub et al. 2017a]

Aber auch die Entwicklungen im Bereich der generativen Fertigungsverfahren werden die Produktions- und Logistikprozesse der Zukunft stark verändern. Dies hat zur Folge, dass dadurch auch die zukünftige Gestaltung der Supply Chain und die Entwicklung neuer Geschäftsprozesse stark beeinflusst werden. Beispielsweise kann im Ersatzteilmanagement zukünftig eine direkte und bedarfsorientierte Herstellung der Ersatzteile mittels der additiven Fertigungstechnologie erfolgen, um die kostenintensive Lagerung und Bevorratung der Ersatzteile zu reduzieren. [Thomas et al. 2016, Khajavi et al. 2014, Straub et al. 2017a]

4. Durchführung der Arbeits- und Anforderungsanalyse

Die erfolgreiche Umsetzung der Industrie 4.0 hängt vor allem von der Handlungsfähigkeit der operativen Fachkräfte ab, mit dieser zunehmenden Systemkomplexität umzugehen, intelligente Betriebs- und Hilfsmittel sowie Assistenzsysteme zu bedienen, um durch die

Automatisierung und Autonomisierung von Prozessen neu entstehende Arbeitsinhalte bewältigen zu können [Kerner 2016, Kagermann et al. 2013, ten Hompel & Kerner 2015]

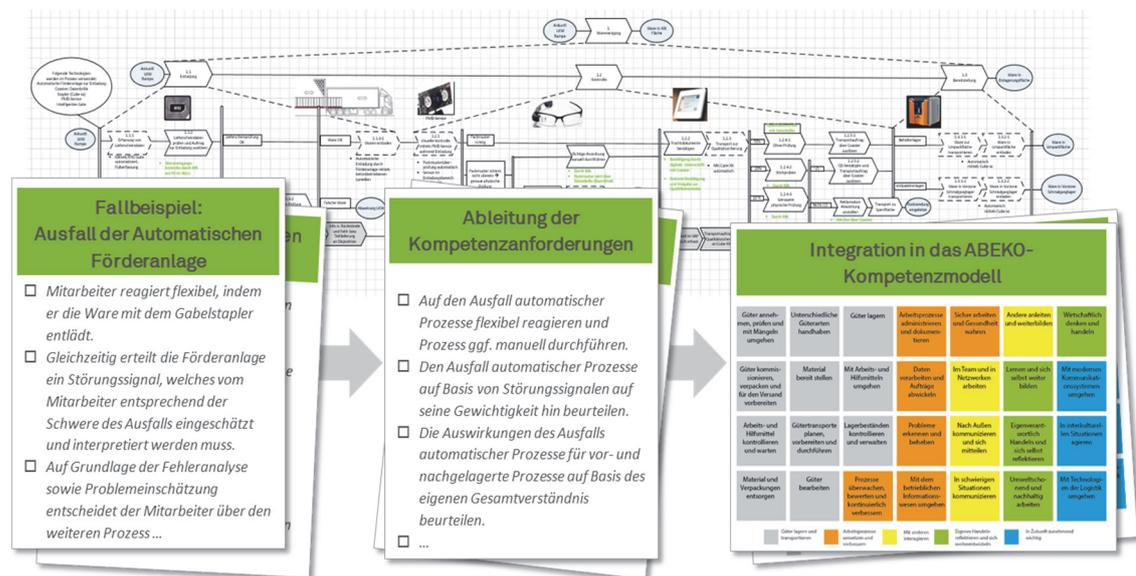


Abbildung 5-7: Analyse zukünftiger Kompetenzbedarfe [Straub et al. 2017a]

Vor diesem Hintergrund wird im Projekt untersucht, welche Kompetenzen von Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen in Logistiksystemen in der Arbeitswelt 4.0 verlangt und wie stark diese von vorhandenen Kompetenzprofilen abweichen werden. Hierfür wird, basierend auf den Zukunftsszenarien und Fallbeispielen, die Arbeits- und Anforderungsanalyse durchgeführt, vgl. Abbildung 5-7. Die Ergebnisse daraus fließen in das zukunftsorientierte ABEKO Kompetenzmodell für operative Logistik und werden im weiteren eingehend erläutert.

5.1.3 Arbeit 4.0 und Analyse zukünftiger Kompetenzbedarfe in der Logistik

In den Arbeitssystemen der Zukunft, werden Mensch und Maschine in einer „Social Networked Industry“ vernetzt arbeiten. „Social Networked Industry“ beschreibt den Menschen als Teil des Arbeitssystems, in dem er selbst gleichermaßen mit anderen Menschen wie mit Maschinen zusammenarbeitet. Die wachsende Flexibilisierung des arbeitsorganisatorischen Rahmens der Logistik sowie die fortschreitende Digitalisierungen in den Arbeitsprozessen unterstützen hierbei die Vernetzung von Mensch und Maschine im Arbeitssystem. [ten Hompel et al. 2017, Kaczmarek et al. 2017]

Besonders im operativen Bereich der Logistik werden sich die technologischen und organisatorischen Veränderungen auf den Arbeitsalltag der Mitarbeitenden stark auswirken. [Kagermann et al. 2013, Kaczmarek et al. 2017]

Die Veränderungen im Kontext der Industrie 4.0 und deren Einfluss auf die Arbeitswelt, Arbeitsorganisation, -aufgaben und Kompetenzanforderungen werden zurzeit in vielen Publikationen untersucht, bspw. [Ahrens & Spöttl 2015] und Studien bspw. [Spath et al. 2013, bayme vbm 2016, Ittermann et al. 2015, Lichtbau et al. 2015, Lorenz et al. 2015, acatech 2016].

Aufgrund einer Literatur- und Studienanalyse konnten folgende Auswirkungen der Digitalisierung und Autonomisierung der Logistikprozesse auf die Kompetenzanforderungen in der Industrie 4.0 identifiziert werden [Straub et al. 2017b]:

1. Routinetätigkeiten im operativen Umfeld, wie z. B. die Erfassung, Dokumentation von Güterbewegungen oder die Ermittlung von Frachtgewicht und – volumen für den Versand, werden im Zuge der Automatisierungsmöglichkeiten abnehmen.
2. Die fortschreitende Digitalisierung der Produktion wird den entsprechenden fachgerechten Umgang, z. B. mit mobilen Geräten oder Assistenzsystemen, erforderlich machen.
3. Prozessverständnis und Problemlösungskompetenzen werden zu wichtigen Schlüsselkompetenzen der operativen Mitarbeitenden.
4. Sozial- und Kommunikationskompetenzen werden zu entscheidenden Voraussetzungen für „Social Manufacturing and Logistics“.
5. Die bisherigen Arbeitsprozesse erfahren eine Aufgabenerweiterung um wertschöpfende Tätigkeiten (z. B. Montagetätigkeiten oder Durchführung von additiven Fertigungsprozessen) sowie Aufgaben des Störungsmanagements und der Instandhaltung erweitert.
6. Informationskompetenz wird zur Voraussetzung für den optimierten Umgang mit Assistenzsystemen und somit einer schnellen Entscheidungsfindung
7. Tiefgreifendes technisches Verständnis wird das Anforderungsprofil an Berufsbilder im Lager- und Produktionsbereich, wie „Fachkraft für Lagerlogistik“ erweitern.
8. Mitarbeitende werden im arbeitsorganisationalen Rahmen flexibler eingesetzt.
9. Der Prozess des selbständigen Lernens und die Bereitschaft dazu, wird an Bedeutung gewinnen.
10. Der Anteil an innovativen Arbeitsformen, der dezentrale Verantwortungsverteilung und der Kollektivarbeit im Arbeitsprozess wird zunehmen. [Straub et al. 2017b]

Die Veränderungen des Arbeitssystems sind auf der einen Seite die Voraussetzung für die effektive Umsetzung und Beherrschung der Industrie 4. 0 im Unternehmen. Auf der

anderen Seite ziehen diese jedoch einen deutlichen Wandel der notwendigen Mitarbeiterkompetenzen nach sich. Der Überblick über die gesamte Prozesslandschaft, sowie die Wechselwirkung von Prozess, Technik und Organisation, sind Enabler für die kompetente Durchführung der neuen Aufgaben im Arbeitssystem 4.0. [Kaczmarek et al. 2017]

Die technologischen Entwicklungen der Industrie 4.0 werden die Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft schrittweise durchdringen, die Einführung wird auf keinen Fall ad hoc geschehen. Manuelle, automatisierte und autonome Produktions- und Logistikprozesse in verschiedensten Ausprägungen und Reifegraden werden nebeneinander existieren und nach und nach auch zusammen agieren. Um diese Entwicklungen mitzutragen, ist die proaktive Umsetzung des betrieblichen demografiesensiblen Kompetenzmanagements auch in den operativen Bereichen heute wichtiger denn je [Engelbert 2014, Straub et al. 2015, Straub et al. 2017b]. Die Aktualität der betriebspezifischen Kompetenzmodelle zur Auswahl, Evaluierung, Entwicklung, Bilanzierung und Normierung von Kompetenzen im Unternehmen übernimmt dabei eine Schlüsselrolle. [Gessler 2006, Straub et al. 2017b]

Die detaillierte Beschreibung der Kompetenzveränderungen ist in [Hegmanns et al. 2017b] zu finden. Das im Projekt „Assistenzsystem zum demografiesensiblen betriebspezifischen Kompetenzmanagement für Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft (ABEKO)“ entwickelte Kompetenzmanagement-Assistenzsystem hilft Unternehmen proaktiv zu handeln, um die erforderlichen Kompetenzen zu identifizieren, in SOLL-Profilen zusammenzufassen und mit den Mitarbeitenden zu entwickeln.

5.2 Kompetenzmodell für die operative Logistik in der Arbeitswelt 4.0

5.2.1 Anforderungen an das ABEKO-Kompetenzmodell

Der „Kompetenzbegriff“ hat sich, trotz einer jahrzehntelangen Diskussion, erst in den letzten Jahren zu einem Schlüsselkonzept in der Bildungsforschung entwickelt und gewann seine Bedeutung gerade vor dem Hintergrund grundlegend veränderter Anforderungen in der Lebens- und Arbeitswelt [Klieme & Leutner 2006]. Kompetenzen beschreiben kontextspezifische Leistungsdispositionen für Situationen und Anforderungen in bestimmten Domänen (ebd.). Die Entwicklung von Kompetenzmodellen, Kompetenzniveaustufen und Konzepten zur Kompetenzentwicklung zählen in diesem Zusammenhang zu den zentralen Aufgaben der

Forschung (ebd.), die [Schaper 2009, Schaper et al 2012] in drei unterschiedliche Arten von Kompetenzmodellen unterteilt:

1. Kompetenzstrukturmodelle beschreiben, welche Kompetenzfacetten und –dimensionen zur Bewältigung unterschiedlicher Anforderungen in einer Domäne benötigt werden. Es bildet die Kompetenzen strukturiert ab und zeigt dabei deren Zusammenhänge auf.
2. Kompetenzniveaumodelle beschreiben, was unterschiedliche Personen in einer Domäne können und welche spezifischen Anforderungen sie auf unterschiedlichen Niveaus bewältigen können (bspw. PISA Assessment).
3. Kompetenzentwicklungsmodelle beschreiben die Entwicklungsstufen beim Kompetenzerwerb in einer Domäne.

Im beruflichen Kontext erfassen die Kompetenzmodelle die Anforderungen an die Mitarbeitenden zur Erreichung der Arbeitsleistung und stellen somit das wesentliche Kernelement des betrieblichen Kompetenzmanagementsystems dar. Kompetenzmodelle legen ein einheitliches Verständnis und einen einheitlichen Sprachgebrauch zu Kompetenzen über Organisationseinheiten und Bereiche fest und werden z.B. zur Erstellung von Anforderungsprofilen, zur Personalplanung und -rekrutierung sowie zur Planung der Kompetenzentwicklungsmaßnahmen eingesetzt. [Gessler 2006, Kauffeld 2010]

Wesentliches Charakteristikum von Kompetenzmodellen ist der Kontextbezug [KMK 2004], sodass auch für den oben beschriebenen Logistikbereich eigene, kontextualisierte Kompetenzmodelle zu entwickeln sind. Da bereits bestehende Kompetenzmodelle in der Logistik (z. B. das SCOR-Modell „Supply Chain Operations Reference-Modell“) wegen des dynamischen technischen und organisationalen Wandels zu statisch erscheinen, bestand eine zentrale Anforderung im ABEKO-Projekt an die Entwicklung eines kontextualisierten, dynamischen Kompetenzmodells. Das zu entwickelnde Modell sollte dementsprechend [Hegmanns et al. 2017a]:

1. Domänenspezifischen, aber betriebsunabhängigen Charakter haben,
2. aktuelle und zukünftige Kompetenzanforderungen im Kontext der Industrie 4.0 in der operativen Logistik erfassen,
3. prozessorientiert angelegt sein (Entwicklung einer Prozess-Kompetenz-Matrix, die eine Zuordnung der einzelnen Kompetenzitems zu Referenzprozessen der Logistik ermöglicht und somit die Erstellung und Anpassung der Kompetenzprofile operationalisiert),
4. ein Kompetenzniveau-Modell zur Kompetenzdiagnostik enthalten,

5. modular und mit der Möglichkeit zur Erweiterung aufgebaut sein,
6. eine betriebspezifische Anpassung und Erweiterbarkeit des Modells ermöglichen und
7. ein Modell zur Kompetenzentwicklung enthalten.

Das ABEKO Kompetenzmodell soll demnach sowohl ein Kompetenzstrukturmodell als auch ein Modell zum Kompetenzniveau und zur Kompetenzentwicklung enthalten. Im folgenden Abschnitt wird die methodische Vorgehensweise zur Erreichung dieses Ziels in ABEKO erläutert.

5.2.2 Methodische Entwicklung des Kompetenzmodells

Im Rahmen des Aufkommens der Industrie 4.0 und dem damit verbundenen Wandel der Arbeitswelt stehen Mitarbeitende der operativen Logistik vor neuen Herausforderungen, wie beispielsweise der Notwendigkeit des Umgangs mit neuen Technologien und der Flexibilisierung von Arbeitsprozessen. Das Kompetenzmodell für die operative Logistik soll der Frage nachgehen, welche strategisch bedeutsamen Kompetenzen von Mitarbeitenden in Logistiksystemen in Zukunft verlangt werden und wie diese von den vorhandenen Kompetenzprofilen abweichen. Dieser Abschnitt gibt einen Einblick in die methodische Entwicklung des Kompetenzmodells, das im Rahmen des Verbundprojekts ABEKO entwickelt wurde.

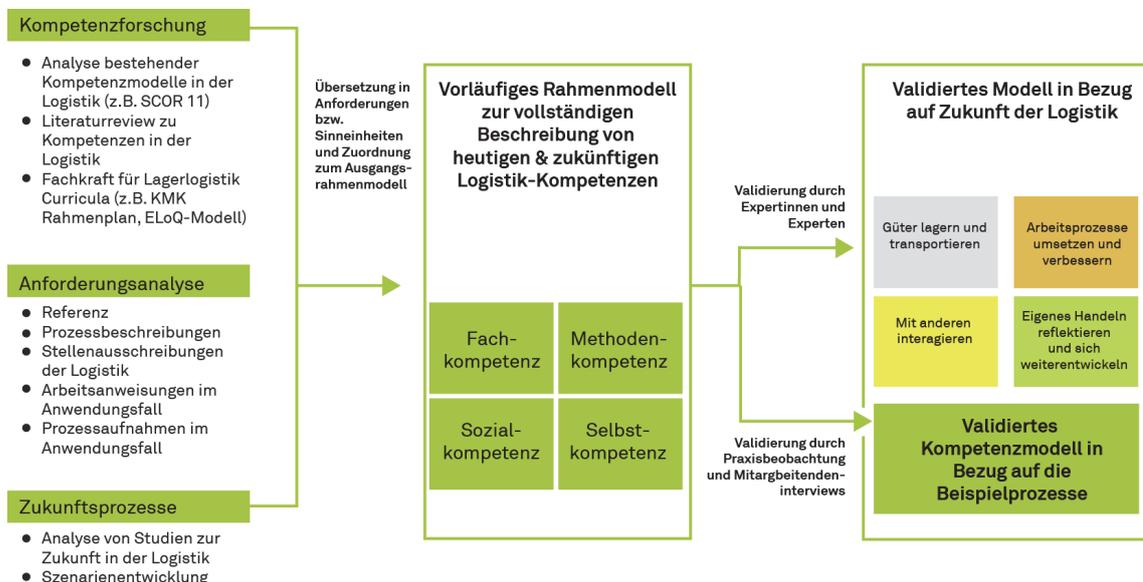


Abbildung 5-8: Methodische Entwicklung des ABEKO Kompetenzmodells [i. A. a. Straub et al. 2016a]

Im Projekt wurde die Herangehensweise für die Entwicklung von Kompetenzprofilen von Schaper als methodische Grundlage genutzt und um die berufsbildbezogene

Spezifizierung des Modells für die Logistik sowie um zukunftsorientierte Kompetenzen im Kontext der Industrie 4.0 erweitert. [Schaper & Horvath 2009] Um einen praxisinduzierten Einblick in die aktuellen Kompetenzanforderungen zu erhalten, wurden neben den bestehenden Kompetenzmodellen und Prozessanalysen im Anwendungsfall auch Stellenausschreibungen für den Arbeitsbereich der operativen Logistik bei der Datenerhebung berücksichtigt.

Dementsprechend sieht das Vorgehensmodell drei sequentielle Schritte vor (visualisiert in Abbildung 5-8) [Hegmanns et al. 2017a]:

1. Entwicklung eines allgemeinen Rahmenmodells zur Beschreibung von Kompetenzen auf Basis der Analyse der Anforderungen in der Praxis und der damit verbundenen Literatur,
2. Übersetzung der gefundenen Anforderungen in Kompetenzen sowie die Entwicklung eines vorläufigen Rahmenmodells und abschließend
3. Validierung der Ergebnisse und Erstellung eines logistikspezifischen Kompetenzmodells.

Der Input für die Entwicklung des allgemeinen Rahmenmodells stammte aus drei Bereichen [Hegmanns et al. 2017a]:

1. **Beiträge aus der Kompetenzforschung:** Bestehende Kompetenzmodelle in der Logistik (s. Kapitel 4.4.2), wie auch aus der allgemeinen Kompetenzforschung (z. B. North et al. 2013; Erpenbeck & Rosenstiel 2007; Wildt 2006) wurden für die Entwicklung eines allgemeinen Kompetenzmodells herangezogen. Darüber hinaus flossen die Ergebnisse der oben aufgeführten Analyse der Stellenbeschreibungen in diesen Arbeitsschritt ein. Um die aktuell notwendigen Kompetenzen in der Logistik zu erfassen, wurden darüber hinaus die Curricula für die Ausbildung zur Fachkraft für Lagerlogistik analysiert (Rahmenplan der Kultusministerkonferenz, Ausbildungspläne der Industrie- und Handelskammern, Kompetenzen aus dem Projekt „ELoQ – E-Learningbasierte Logistik Qualifizierung“).
2. **Anforderungsanalyse:** Für die Anforderungsanalyse wurden Beschreibungen der Referenzprozesse (Wareneingang, Lagerung, Kommissionierung, Wertschöpfung, Verpackung/Konsolidierung, Warenausgang) angefertigt. Der Praxispartner im Anwendungsfall stellte darüber hinaus Arbeitsanweisungen für die Prozesse zur Verfügung. Die Analyse von rund 120 Stellenausschreibungen aus dem Bereich der Lagerlogistik schloss die Anforderungsanalyse ab.

3. **Analyse möglicher Zukunftsprozesse:** Um nicht nur die gegenwärtigen Kompetenzanforderungen zu erfassen, wurde der Forschungsstand rund um die Zukunft der Logistik 4.0 aufgearbeitet. Die Ergebnisse daraus mündeten in die Entwicklung von Szenarien für zukünftige Logistikprozesse, die mithilfe des Prozessketteninstrumentariums nach Kuhn modelliert wurden [Kuhn 1995; Kuhn & Winz1999]. Aus diesen zukünftigen Logistikprozessen wurden wiederum Anforderungen an Mitarbeitende zur Bewältigung zukünftiger Tätigkeiten in der Arbeitswelt 4.0 abgeleitet.

Damit ein Rahmenmodell für die Beschreibung der Kompetenzen entstehen konnte, wurden die in den drei Schritten gewonnenen Inhalte in Kompetenzen übersetzt, d. h. aus den Arbeitsinhalten, Anforderungen und Tätigkeiten wurden Kompetenzen abgeleitet. Diese wurden stets auf die kleinste mögliche Sinneinheit beschränkt und für jede Tätigkeit wurden jeweils die des höchsten Detaillierungsgrad entsprechenden Kompetenzitems abgeleitet, z. B. „manuelle Suche nach freien Lagerplätzen durchführen können“.

Auf diese Weise entstand ein domänenspezifisches Kompetenzmodell, das zusätzlich einen prozessorientierten Kompetenzkatalog (Prozess-Kompetenz-Matrix) beinhaltet, durch den jedem Prozess Kompetenzen zugeordnet werden und umgekehrt. Dabei wurden die Kompetenzen zunächst als Arbeitsgrundlage nach Fach-, Methoden-, Sozial- und Selbstkompetenzen unterschieden (vgl. z. B. Wildt 2006). Die Prozess-Kompetenz-Matrix war zu diesem Zeitpunkt als Hypothese zu werten, deren Gültigkeit erst nach entsprechender Überprüfung beurteilt werden konnte. Deshalb schloss sich an die Entwicklung der Prozess-Kompetenz-Matrix eine Validierungsphase an. Als konkreter Anwendungsfall für die Prozess-Kompetenz-Matrix wurde von den Projektbeteiligten, vor allem mit Blick auf die Bedürfnisse des Praxispartners, der Bereich Kommissionierung ausgewählt. [Hegmanns et al. 2017a]

5.2.3 Struktureller Aufbau und Nutzung des Kompetenzmodells

Im Rahmen des ABEKO-Projekts wurde ein domänenspezifisches Kompetenzmodell für die operative Logistik entwickelt, das einen prozessorientierten Kompetenzkatalog (Prozess-Kompetenz-Matrix), der vier Kompetenzfelder und 26 Cluster (dargestellt in Abbildung 5-9) beschreibt sowie einen Einstufungsschlüssel (vgl. Abbildung 5-10) zur Beschreibung der Kompetenzniveaus beinhaltet.

Im Gegensatz zu den bestehenden Modellen umfasst das ABEKO-Kompetenzmodell sowohl den Status Quo u. a. aus dem Rahmenplan der Kultusministerkonferenz [KMK 2004] und Ausbildungsplänen der Industrie- und Handelskammer für den Beruf der

„Fachkraft für Lagerlogistik“, als auch die zukünftigen Kompetenzanforderungen an Mitarbeitende in der operativen Logistik in der Arbeitswelt 4.0 [Straub et al. 2016a, Straub et al. 2017a]. Die Entwicklung des Kompetenzmodells wurde in [Straub et al. 2016a] erläutert und die Anwendung des ABEKO Kompetenzmodells in der Praxis in [Straub et al. 2016b] dargelegt. Mithilfe des ABEKO-Kompetenzmodells können zukünftige Kompetenzanforderungen der Beschäftigten in der operativen Logistik im Kontext der Transformation der Logistikprozesse antizipiert, diagnostiziert und erforderliche Weiterbildungsprogramme betriebsspezifisch entwickelt und im Unternehmen etabliert werden. [Straub et al. 2017a]

Das ABEKO-Kompetenzmodell ist logistikspezifisch, aber nicht unternehmensspezifisch aufgebaut und ermöglicht einen breiten Einsatz sowie eine betriebsspezifische Anpassung bzw. Spezifizierung. Strukturell besteht das ABEKO-Kompetenzmodell aus den folgenden vier Kompetenzfeldern:

- Güter lagern und transportieren,
- Arbeitsprozesse umsetzen und verbessern,
- mit anderen interagieren sowie
- eigenes Handeln reflektieren und sich weiterentwickeln. [Straub et al. 2017a]

Diese sind in weitere 26 domänenspezifische Kompetenzcluster gegliedert. Zusätzlich werden die einzelnen Kompetenzcluster von insgesamt über 130 arbeitsprozessbezogenen Kompetenzitems beschrieben.

Zur weiteren Operationalisierung des ABEKO-Kompetenzmodells sind die Kompetenzitems den für sie jeweils relevanten logistischen Referenzprozessen, der Auftragsabwicklung „Wareneingang“, „Lager“, „Wertschöpfung“, „Kommissionierung“, „Verpackung und Konsolidierung“ sowie „Warenausgang“, zugeordnet (Prozess-Kompetenz-Matrix) und mit konkreten prozessbezogenen Beispielen hinterlegt. [Straub et al. 2017a]

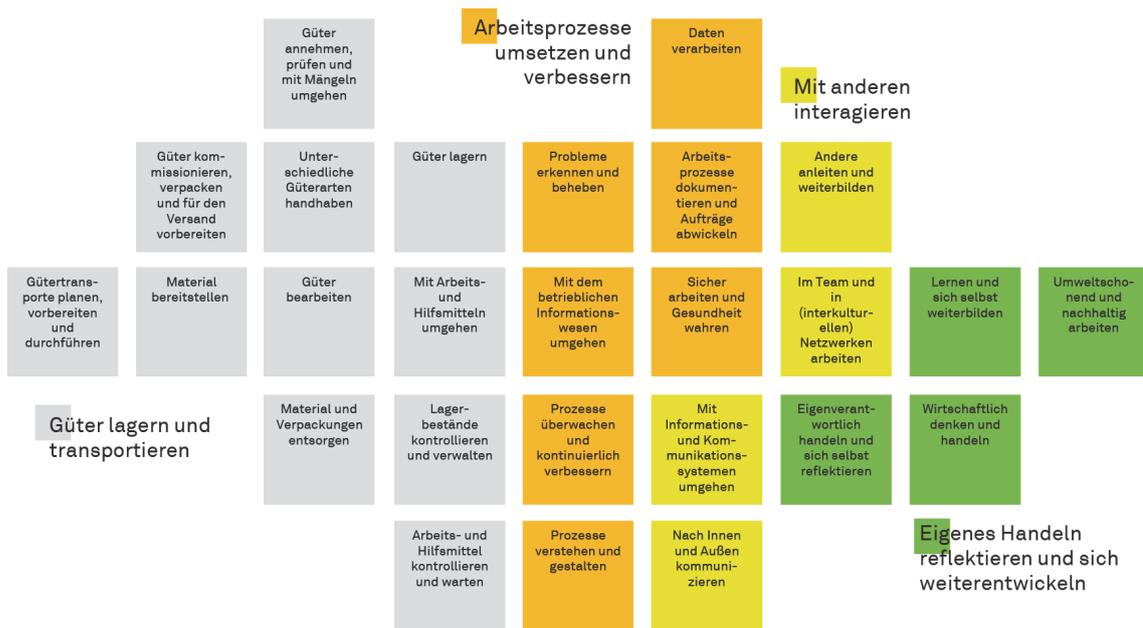


Abbildung 5-9: ABEKO-Kompetenzmodell für die operative Logistik [Straub et al. 2016b]

Grundlage des Einstufungsschlüssels ist die Niveaustufenskala nach Dreyfus & Dreyfus [Dreyfus & Dreyfus 1991], welche den domänenspezifischen Anforderungen entsprechend angepasst wurde. Aufgrund der zukünftig zu erwartenden Veränderung der Aufgaben in der operativen Logistik, werden kognitive Anforderungen integraler Bestandteil der Tätigkeiten, sodass der generisch definierte Einstufungsschlüssel als Besonderheit sowohl motorische als auch kognitive Anforderungen umfasst. Mithilfe dieses Schlüssels können sowohl Mitarbeitende und ihre jeweiligen Kompetenzen in den einzelnen Items bewertet, als auch Prozesse und deren Anforderungen in Bezug auf die einzelnen Items dargestellt werden. [Straub et al. 2016a]

Entsprechend der Grundannahme, dass Kompetenzen immer auch handlungsbezogen zu verstehen sind und erst über die Ausführung einer Tätigkeit beobachtbar sind, wird auch die Einstufungslogik immer entlang der Ausführung einer Tätigkeit verstanden. Die Einstufungslogik beginnt daher mit der ersten Stufe des „Novizen“. Auf dieser Stufe kennt der Mitarbeitende die betreffende Tätigkeit nicht oder kann sie zumindest nicht ausführen. Auf der zweiten Stufe kann er die Handlung unter Anleitung zwar durchführen, zeigt dabei jedoch noch gravierende Unsicherheiten (Stufe „Beginner“). Eine Stufe darüber (Stufe „Fachkraft“) ist die Durchführung der Tätigkeiten durch die Eigenständigkeit des Mitarbeitenden gekennzeichnet. Auf der Stufe „Erfahrene Fachkraft“ wird die eigenständige Durchführung der Tätigkeiten durch die Fähigkeit ergänzt, die Durchführung auch anderen zu vermitteln und damit als Lehrperson zu

fungieren. Auf der letzten Stufe des „Experten“ kennt der Mitarbeitende darüber hinaus auch den weiteren Kontext der Tätigkeiten und kann diese in den Gesamtprozess fachlich, wie auch organisatorisch einordnen. [Straub et al. 2016b] Die verschiedenen Stufen sind in der Abbildung 5-10 visualisiert.

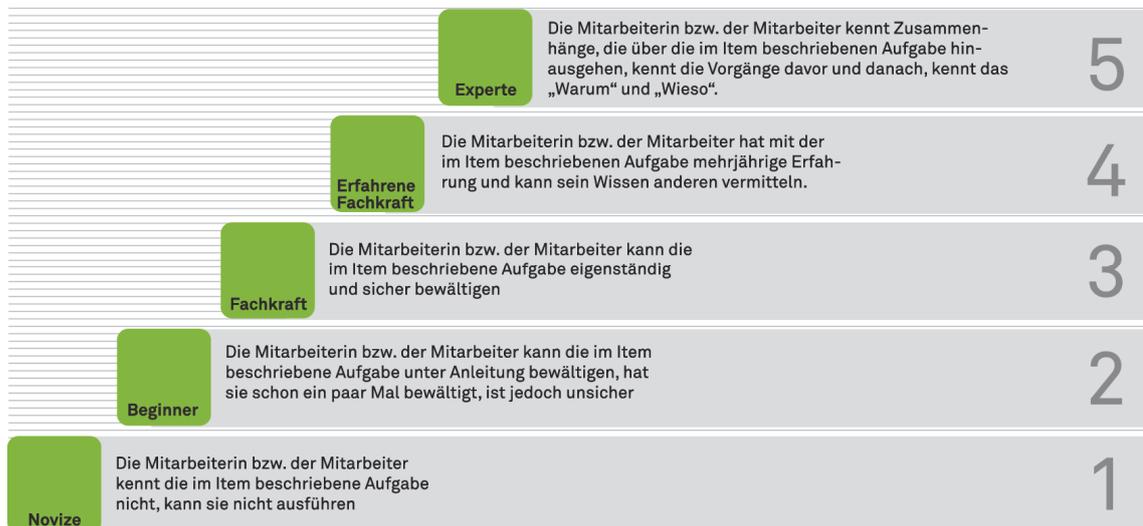


Abbildung 5-10: ABEKO Kompetenzeinstufungsschlüssels im Bereich der operativen Logistik [Straub et al. 2016b]

5.3 Demografiesensible Kompetenzentwicklung

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde untersucht, welche Auswirkungen der demografische Wandel auf Unternehmen, deren Belegschaft sowie deren Weiterbildung hat. Die Ergebnisse mündeten in der Studie „Eingerostet oder Erfahren? Anders oder Anpassungsfähig? Herausforderungen und Chancen für die betriebliche Weiterbildung im demografischen Wandel“. Dabei liegt der Fokus auf den folgenden Personengruppen: ältere Beschäftigte und Menschen mit Migrationshintergrund.

Auch für Unternehmen ist der demografische Wandel mitsamt seinen Folgeerscheinungen eine große Zukunftsaufgabe: sie beschäftigen in wenigen Jahren fünf verschiedene Generationen, sie müssen mit weniger jungen Menschen planen, ihre betriebliche Umwelt an eine älter werdende Belegschaft anpassen und zunehmend mehr und mehr Menschen mit Migrationserfahrung integrieren und qualifizieren. Diese Aufgaben können, so die Zentralthese der vorliegenden Studie, nur mit einer kontinuierlichen, individuellen und effektiven Weiterbildung bewältigt werden. Doch in Deutschland haben Hochschulen, Berufsausbildungsinstitutionen und Fortbildungseinrichtungen bislang nur wenig Erfahrung, wie sie Lernende mit unterschiedlichen Voraussetzungen, wie Alter und kulturelle Prägung durch ein

jeweiliges Herkunftsland, aus- und weiterbilden können. Es fehlt an einem Gesamtkonzept, das Unternehmen, gleich welcher Branche, in eine aktive Auseinandersetzung mit dem demografischen Wandel versetzt.

Zwei weitere Tatsachen illustrieren den Handlungsbedarf. Zum einen benötigen die unterschiedlichen Gruppen (ältere Mitarbeitende und Menschen mit Migrationshintergrund) verschiedene sowie individuelle Lernwelten. Zum anderen ist nur wenig qualifiziertes praktisches Wissen in Deutschland vorhanden und ebenso fehlen umfassende Studienergebnisse über Lernbedürfnisse und geeignete Lernszenarien.

Mit dem Fokus auf die Zielgruppen widmet sich die vorliegende Studie daher folgenden Fragen:

- Wie ist der aktuelle Stand betrieblicher Weiterbildungspraxis in Deutschland für ältere Mitarbeitende und Menschen mit Migrationshintergrund?
- Wie sollte angesichts des demografischen Wandels die betriebliche Weiterbildung für ältere Mitarbeitende und Menschen mit Migrationshintergrund idealerweise gestaltet werden?

In Anbetracht der beiden Fokusgruppen wird die Studie in zwei übergreifende Kapitel geteilt. Beginnend mit der Betrachtung der älteren Arbeitnehmer endet sie mit der Untersuchung der Menschen mit Migrationshintergrund. Beide Teile beginnen mit einer ausführlichen Literaturstudie über die Auswirkungen des demografischen Wandels auf die Erwerbsstruktur Deutschlands hinsichtlich des jeweiligen Fokus‘ Alter und Migration, einer Verdichtung von Best-Practice-Beispielen aus der betrieblichen Weiterbildungspraxis und Ableitungen für die Gestaltung betrieblicher Weiterbildungsmaßnahmen für die jeweilige Fokusgruppe.

Aus den theoretischen Empfehlungen für die Gestaltung von betrieblichen Weiterbildungsmaßnahmen für ältere Mitarbeitende und Menschen mit Migrationshintergrund, wird jeweils eine komprimierte „Checkliste für die Praxis“ abgeleitet. Diese wird in beiden Fällen auf den Prüfstand gestellt. Jedes Kapitel endet mit einer Validierung der vorangehenden Literaturstudie.

Nach Abschluss der Studie wurden beide Checklisten im Rahmen eines Expertenworkshops von Wissenschaftlern und Praktikern des Projektteams kritisch geprüft, ergänzt und zu einem praxisorientierten Leitfaden für Lehrende in der beruflichen Weiterbildung weiterentwickelt (der Leitfaden ist zum Download frei verfügbar unter: <http://www.abeko.ifo.tu-dortmund.de/projektergebnisse>). Der Leitfaden gliedert sich in die folgenden sechs Kategorien, denen jeweils einzelne Gestaltungsaspekte thematisch zugeordnet sind:

1. Lehr-Lernformate und Methoden
2. Sozialform
3. Gestaltung der Unterrichtseinheiten
4. Gestaltung der Lernmaterialien
5. Sprache im Unterricht
6. Ergonomie

Pro Kategorie ergaben sich zwei bis sechs konkrete Empfehlungen. Diese werden im Leitfaden nicht nur beschrieben, sondern es werden auch deren Besonderheiten für ältere Lernende oder Lernende mit Migrationshintergrund aufgezeigt. Zudem werden konkrete Praxisbeispiele angeführt, eine Checkliste in Fragenformat für Weiterbildungsgestaltende aufgezeigt und weitere Hinweise zu vertiefenden Literaturquellen genannt.

Im Folgenden wird beispielhaft die Empfehlung „Ausgewogener Methodenmix“ vorgestellt, welche der ersten Kategorie „Lehr-Lernformate und Methoden“ zugeordnet ist. Ein Auszug aus dem Leitfaden zur Beschreibung dieses Gestaltungsaspektes lautet wie folgt:

„Die gezielte Verwendung unterschiedlicher Methoden in der Weiterbildung ist wichtig (vgl. OECD 2016). Dies erhöht die Wahrscheinlichkeit, jeden Kursteilnehmenden begeistern und mitnehmen zu können. Im Idealfall nutzen Sie dafür möglichst triviale, intuitive Methoden (z.B. Gruppenarbeit, gruppen- Diskussion, Teamarbeit). Falls Sie neue, nicht triviale Methoden (z.B. World Café, Kopfstandmethode) verwenden, erklären Sie diese anschaulich und verständlich (...)“ [Neubauer et al. 2017, S. 8].

Eine beispielhaft abgebildete, eintägige Präsenzveranstaltung demonstriert im Anschluss, wie der Methodenmix in der Praxis realisiert werden kann. Nach der Eröffnung durch eine Kennlernmethode folgt ein Impulsvortrag. Im Anschluss teilen sich die Kursteilnehmenden zu Kleingruppenarbeiten auf, um ihre Ergebnisse im Anschluss wieder im Plenum zu diskutieren.

Die Checkliste beinhaltet die wichtigsten Kernaussagen für Weiterbildungsgestaltende in der Praxis in praktisch handhabbarer Checklisten-Form, zur Überprüfung ihres Unterrichtskonzepts. Am konkreten Beispiel lautet die Checkliste wie folgt:

- Wie viele Methoden setzen Sie ein (max. 5 für einen ganztägigen Termin)?
- Sind Sie mit den verwendeten Methoden vertraut?
- Mit welchen Methoden sind die Kursteilnehmenden (voraussichtlich) vertraut?
- Haben Sie einen chancengerechten Zugang geschaffen? (Chancengerecht bedeutet, altersspezifische Barrieren, wie unflexible Angebotszeiten,

unangemessene Zeiträume, örtliche Entfernung vom Wohnbereich oder Sprachdefizite bei Migranten, abzubauen.) [BLK 2004].

Mit dem aus der Studie und dem Expertenworkshop abgeleiteten Leitfaden können Weiterbildungsgestaltende ihre eigenen Veranstaltungen auf eine demografiesensible Gestaltung hin überprüfen, beziehungsweise die Qualifizierung in ihrem Unternehmen demografiesensibel gestalten. Sie haben mit dem Katalog ein Mittel an der Hand, um ältere Menschen und/oder Arbeitnehmende mit Migrationshintergrund besser für ihre Unternehmen zu qualifizieren.

5.4 Betriebliches, demografiesensibles

Kompetenzmanagement in der operativen Logistik 4.0

5.4.1 ABEKO – Kompetenzmanagement-Assistenzsystem

5.4.1.1 Aufbau des Systems und technische Realisierung

Das ABEKO Kompetenzmanagement-Assistenzsystem für die operative Logistik stellt einen webbasierten, plattformunabhängigen Methodenbaukasten dar, der aus drei Modulen besteht: Kompetenzmodellierung, Kompetenz-Gap-Analyse und Kompetenzentwicklung. Der Methodenbaukasten ist in Abbildung 5-11 dargestellt und als JSF2.2 (Java Server Faces) Webapplikation realisiert.

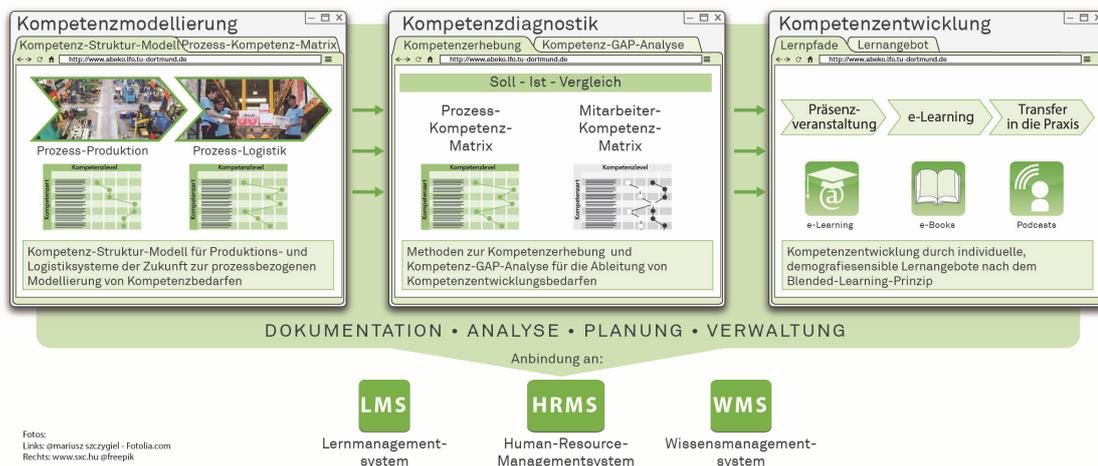


Abbildung 5-11: ABEKO Kompetenzmanagementassistsystem [Straub et al. 2014a]

Neben der Neuprogrammierung der genannten Module wurde, im Rahmen der technischen Realisierung, die bestehende Lernplattform der *Materna TrainingSuite*¹ für den prototypischen Test des Assistenzsystems verwendet. In der folgenden Abbildung 5-12 wird der vollständige Aufbau visualisiert:

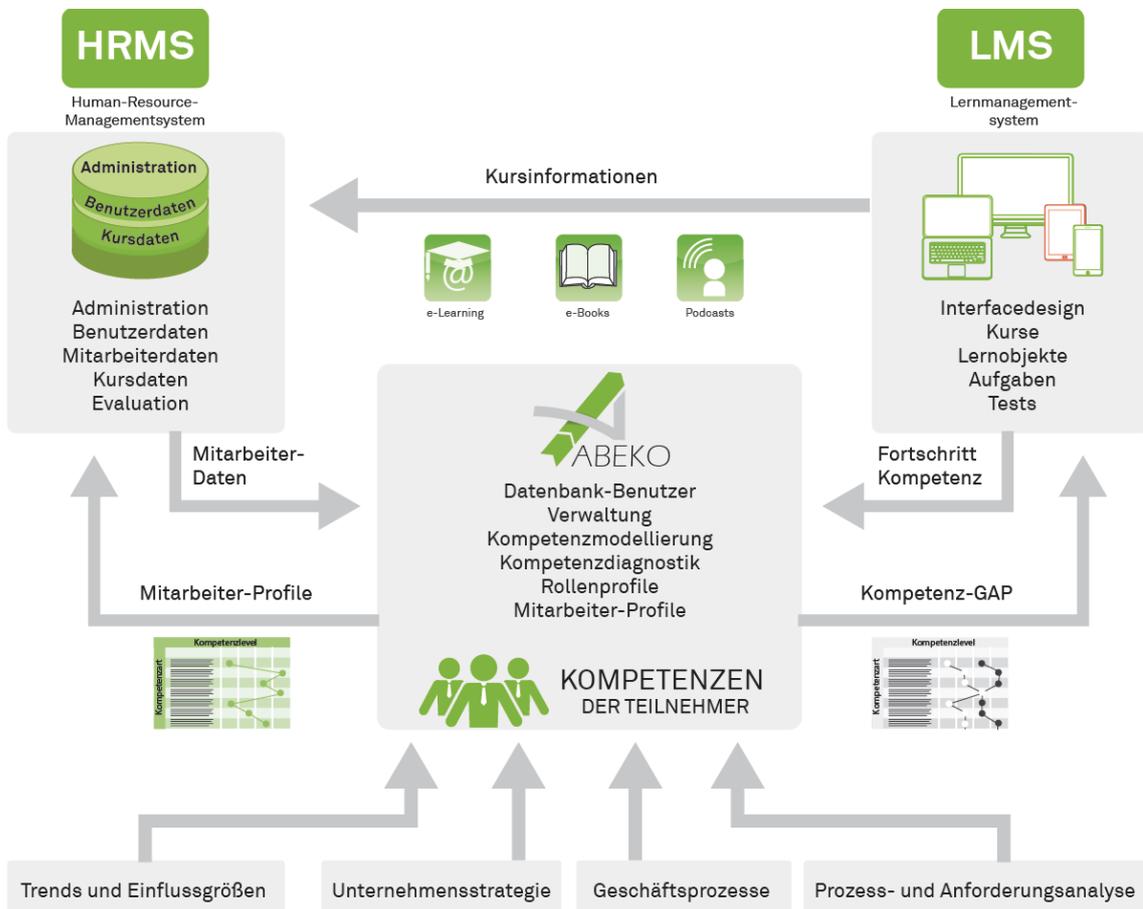


Abbildung 5-12: Aufbau und Zusammenspiel der technischen Bausteine (eigene Darstellung)

Angeschlossen an das HR-System des Unternehmens, können Personendaten ausgelesen und in das Assistenzsystem für die drei genannten Module übernommen werden. Diese werden im Folgenden beschrieben.

5.4.1.2 Modul „Kompetenzmodellierung“

Bevor das ABEKO-Kompetenzmanagement-Assistenzsystem in einem Unternehmen sinnvoll eingesetzt werden kann, muss der prozessorientierte Standard-Kompetenzkatalog, die sog. Prozess-Kompetenz-Matrix (vgl. Kapitel 5.2.3)

¹ Materna TrainingSuite: <https://www.trainingsuite.de>.

5 Erzieltes Ergebnis

betriebsspezifisch angepasst werden. Um diesen ersten Schritt anwenderfreundlich zu gestalten, wurde besonderes Augenmerk auf komfortable und flexible Bearbeitungsmöglichkeiten gelegt.

Die Benutzeroberfläche ist zweigeteilt (vgl. Abbildung 5-13). Im linken Bereich der Oberfläche befindet sich der Standard-Kompetenzkatalog (SK), auf der rechten der betriebsspezifische Kompetenzkatalog (BK). Initial gleichen sich beide Ausprägungen.

Die Hierarchieebenen des Kompetenzmodells werden als Baumstruktur dargestellt. Kompetenzfelder und -cluster können aufgeklappt werden und zeigen die jeweils untergeordneten Elemente.



Abbildung 5-13: Benutzeroberfläche des prozessorientierten Kompetenzkatalogs (Prozess-Kompetenz-Matrix)

Wird ein Eintrag markiert, werden Beschreibungstexte mit Erläuterungen dazu angezeigt, wie in der nachfolgenden Abbildung 5-14 zu sehen ist.

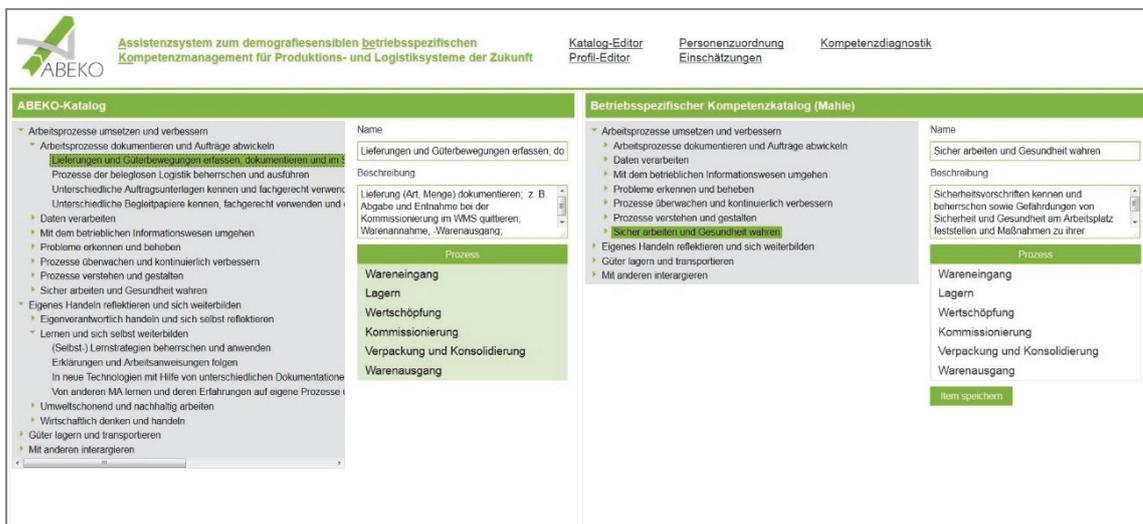


Abbildung 5-14: Kompetenzkatalog-Oberfläche mit aufgeklappten Einträgen

Die Personalverantwortlichen können diese Informationen nutzen, um im ersten Schritt den allgemeinen Kompetenzkatalog mithilfe des Assistenzsystems an betriebspezifische Besonderheiten anzupassen. Die technische Lösung erlaubt es, durch wenige Mausklicks die relevanten Cluster und Items in den betriebspezifischen Katalog zu überführen oder neue Items anzulegen. In diesem Schritt können auch die Beschreibungen der Items sowie die Prozesszuordnungen entsprechend angepasst werden. Die Items sind den logistischen Referenzprozessen der Auftragsabwicklung zugeordnet. Somit können die prozessspezifischen Items gefiltert werden.

Im Bereich des BK können sowohl die Texte den betrieblichen Gegebenheiten angepasst werden als auch Elemente entfernt, bearbeitet oder aus dem Standardkatalog hinzugefügt werden. Ebenso können eigene Kompetenzcluster und Items hinzugefügt werden. Die Prozesszuordnungen können für jedes Kompetenzitem angepasst werden. Um besonders spezifische Differenzierungen zu realisieren, ermöglicht das System die Anlage von Unterkompetenzitems. Dabei handelt es sich um eine weitere Ebene im Kompetenzmodell. Für den ersten Schritt wurde der Standard-Kompetenzkatalog in das System überführt. Dieses zeigt die vier Kompetenzfelder des Katalogs. Zu jedem Kompetenzfeld gehören verschiedene Kompetenzcluster, die ausgeklappt und angezeigt werden können. Diese wiederum enthalten jeweils unterschiedlichen Kompetenzitems, die ebenfalls über eine weitere Ebene angezeigt werden können. Für jedes Cluster wird eine Definition und für jedes Item eine Beschreibung abgebildet. Die Items sind zudem verschiedenen Referenzprozessen zugeordnet oder werden zu prozessunabhängigen Items zusammengefasst.



The screenshot displays the 'Assistenzsystem zum demografiesensiblen betriebspezifischen Kompetenzmanagement für Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft'. It features a 'Kompetenzkatalog' with a table of items and a detailed view of a selected item.

Cluster	Kompetenz	Sollwert
Arbeitsprozesse dokumentieren und Aufträge abwickeln	Lieferungen und Güterbewegungen erfassen, dokumentieren u	1
Arbeitsprozesse dokumentieren und Aufträge abwickeln	Prozesse der betrieblichen Logistik beherrschen und auditieren	3
Arbeitsprozesse dokumentieren und Aufträge abwickeln	Unterschiedliche Auftragsunterlagen kennen und fachgerecht v	3
Arbeitsprozesse dokumentieren und Aufträge abwickeln	Unterschiedliche Begleitpapiere kennen, fachgerecht verwende	2
Daten verarbeiten	Die verwendete Software und ihre Funktionen kennen und fach	1
Daten verarbeiten	Digitale Informationsflüsse und Datenverarbeitung beherrscher	2
Daten verarbeiten	Für die Arbeit erforderliche Systemdaten effizient ermitteln und	1
Daten verarbeiten	Informationen selbstorganisiert und problemlösungsorientiert e	2
Daten verarbeiten	Informationen und Daten aus EDV verstehen und auf ihre Plau	2
Mit dem betrieblichen Informationswesen umgehen	Unfallberichte erstellen und handhaben	1
Mit dem betrieblichen Informationswesen umgehen	Unterschiedliche Arbeits- und Prozessdokumentationen kenne	2
Mit dem betrieblichen Informationswesen umgehen	Unterschiedliche Arbeitsformulare und -Vordrucke kennen, han	3
Probleme erkennen und beheben	Fehlerprotokolle erstellen, Fehlermeldungen an die richtigen St	2
Probleme erkennen und beheben	Problemanalyse und -lösung in automatisierten und vernetzter	2
Probleme erkennen und beheben	Problemanalyse und -lösung in digitalen Prozessen durchführ	1
Probleme erkennen und beheben	Problematische Situations-, Prozess- und Zielabweichungen u	3
Probleme erkennen und beheben	Standardisierte Lösungswege kennen und anwenden und (Neu	2
Prozesse überwachen und kontinuierlich verbessern	Arbeits- und Prozessschritte auf Richtigkeit und Vollständigkeit	2
Prozesse überwachen und kontinuierlich verbessern	Bestehende Prozesse ständig und methodisch gemeinsam mi	1
Prozesse überwachen und kontinuierlich verbessern	Den eigenen Arbeitsbereich kennen, diesen in den betriebliche	3
Prozesse überwachen und kontinuierlich verbessern	Prozesse mittels Kennzahleneinsatz überwachen und ggf. Abw	1
Prozesse überwachen und kontinuierlich verbessern	Qualitätssichernde Maßnahmen am eigenen Arbeitsbereich dur	2

The detailed view on the right shows a tree structure of tasks under 'Betriebspezifischer Kompetenzkatalog (MAHLE)'. The selected item 'In Jobprofil übernehmen' is highlighted. The right sidebar shows 'Nach Prozessen filtern' with categories like 'Wareneingang', 'Lagern', 'Wertschöpfung', 'Kommissionierung', 'Verpackung und Konsolidierung', and 'Warenausgang'.

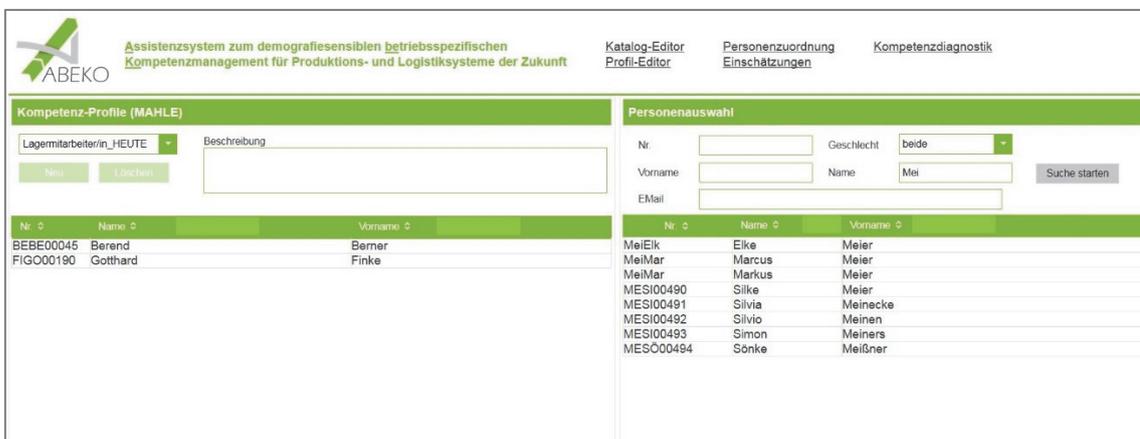
Abbildung 5-15: Kompetenzprofil-Oberfläche mit aufgeklappten Einträgen

Bei manchen Items kann eine weitere betriebspezifische Differenzierung sinnvoll sein, um eine bedarfsgerechte Kompetenzentwicklung zu ermöglichen und die betriebspezifischen Ausprägungen, wie z. B. die verschiedenen Fördermittel, Softwareprogramme etc., abzudecken. Daher ermöglicht das System die Anlage von Unteritems. Hierbei handelt es sich um eine weitere Ebene im Kompetenzkatalog. Die als Unteritems erfassten Kompetenzitems, geben bei der Analyse ihre Ausprägung an ihre Elternkompetenz weiter.

Der betriebspezifische Kompetenzkatalog stellt die Basis für die weiteren Arbeitsschritte im Assistenzsystem dar.

Im zweiten Schritt werden mithilfe des betriebspezifischen Kompetenzkatalogs (Prozess-Kompetenz-Matrix) spezifische SOLL-Kompetenzprofile für verschiedene Rollen oder Tätigkeiten durch die Personalverantwortlichen erstellt. Die rollenspezifischen Profile werden eindeutig benannt und anschließend mit relevanten Clustern und Items aus dem betriebspezifischen Katalog gefüllt und mit entsprechenden SOLL-Niveaustufen versehen, welche die rollenspezifischen SOLL-Kompetenzanforderungen festlegen. Die Benutzeroberfläche ist in Abbildung 5-15 dargestellt.

Im nächsten Schritt müssen die Personendaten der teilnehmenden Mitarbeitenden des Betriebes in das Assistenzsystem eingepflegt werden (s. Abbildung 5-16). Das kann entweder über eine manuelle Eingabe oder über einen im Rahmen des Forschungsprojekts entwickelten, universellen Schnittstellenadapter geschehen. Dieser Adapter ist so konzipiert, dass er mit unterschiedlichen HR-Systemen zum Import von Daten verwendet werden kann. Ebenso kann ggf. nach entsprechender Konfiguration auch ein Rücktransfer erfolgen. Den Beschäftigten werden die rollenspezifischen SOLL-Kompetenzprofile zugewiesen. Diese dienen als Grundlage für die Kompetenzerhebung und -messung.



Nr.	Name	Vorname
BEBE00045	Berend	Berner
FIG000190	Gothard	Finke

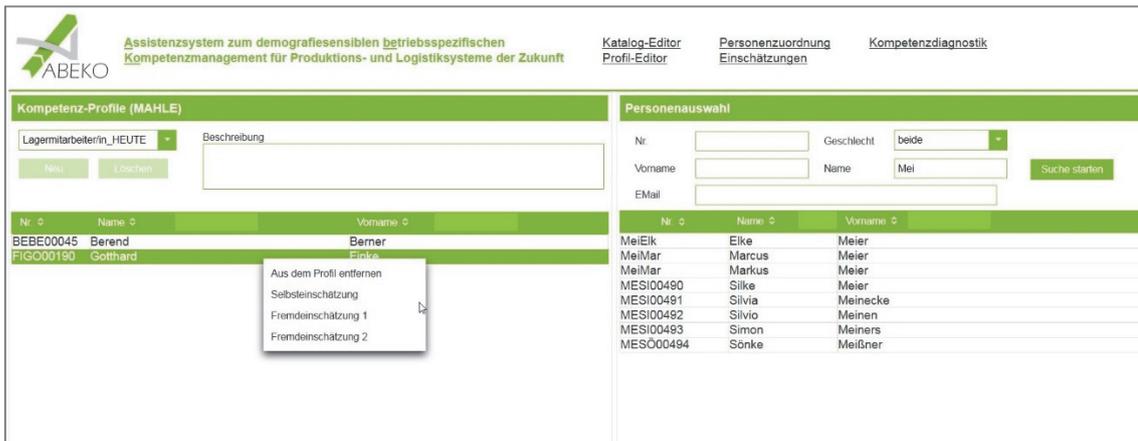
Nr.	Name	Vorname
MeiElk	Eike	Meier
MeiMar	Marcus	Meier
MeiMar	Markus	Meier
MESI00490	Silke	Meier
MESI00491	Silvia	Meinecke
MESI00492	Silvio	Meinen
MESI00493	Simon	Meiners
MES000494	Sönke	Meißner

Abbildung 5-16: Beispiel einer Suchanfrage für die Personenzuordnung

In der Abbildung 5-16 ist beispielhaft zu sehen, wie auf der rechten Seite der Benutzeroberfläche, nach Eingabe einer Suchanfrage, die unterschiedlichen Ergebnisse aufgelistet werden. Die aufgelisteten Personen können nun dem Profil hinzugefügt werden.

5.4.1.3 Modul „Kompetenz-Gap-Analyse“

Ein Kompetenz-Gap ist die durch Messungen und Analysen identifizierte Lücke, zwischen einem definierten Anforderungsprofil (SOLL) von erforderlichen Kompetenzen für ein bestimmtes Handlungsfeld und dem tatsächlich ermittelten Kompetenzprofil (IST) einer in diesem Handlungsfeld tätigen Person [Kunzmann & Schmidt 2007, Hegmanns et al. 2017b]. Das Modul „Kompetenz-Gap-Analyse“ stellt eine Analyseumgebung zur Verfügung, die mithilfe verschiedener Diagrammtypen und Berichten den Kompetenzentwicklungsbedarf visualisiert. Um das Assistenzsystem in die Lage zu versetzen, Kompetenz-Gaps ermitteln zu können, ist es erforderlich, zunächst Informationen zur Ausprägung von Kompetenzen der Mitarbeitenden zu erfassen. Mit Hilfe des ABEKO-Kompetenzmanagement-Assistenzsystems können sowohl Selbst- als auch Fremdeinschätzungen durchgeführt werden.



The screenshot shows the ABEKO web interface. At the top, there is a navigation bar with the ABEKO logo and the text 'Assistenzsystem zum demografiesensiblen betriebspezifischen Kompetenzmanagement für Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft'. Below this, there are three tabs: 'Katalog-Editor', 'Personenzuordnung', and 'Kompetenzdiagnostik'. The main area is divided into two panels. The left panel, titled 'Kompetenz-Profile (MAHLE)', shows a dropdown menu for 'Lagermitarbeiterin_HEUTE' and a 'Beschreibung' field. Below this is a table with columns 'Nr.', 'Name', and 'Vorname'. The right panel, titled 'Personenauswahl', has search fields for 'Nr.', 'Vorname', 'Name', and 'Email', along with a 'Suche starten' button. A context menu is open over the table in the left panel, showing options: 'Aus dem Profil entfernen', 'Selbsteinschätzung', 'Fremdeinschätzung 1', and 'Fremdeinschätzung 2'.

Abbildung 5-17: Kontextmenü in Kompetenzprofilmaske

Die Benutzeroberfläche in Abbildung 5-17 ermöglicht die Erstellung und Bearbeitung von Selbst- und Fremdeinschätzung der Mitarbeitenden. In der Bearbeitungsmaske stehen Auswahlboxen zur Verfügung, mit denen ein rollenspezifisches SOLL-Profil, die diesem Profil zugeordneten Mitarbeitenden und der Typ der Einschätzung (Selbst, Fremd 1 und Fremd 2) ausgewählt werden können. Die zu dem Profil gehörigen Kompetenzitems werden untereinander angezeigt. Der Einstufungsschlüssel kann zu jedem Element mit einem Schieberegler eingestellt werden, wie in Abbildung 5-18 zu sehen ist.

Die Ergebnisse der Kompetenzdiagnostik werden automatisch ausgewertet und gespeichert. Grundlage des Einstufungsschlüssels ist die Niveauskala nach Dreyfus & Dreyfus [Dreyfus & Dreyfus, 1991], welche der domänenspezifischen Charakteristika entsprechend angepasst wurde (vgl. Kapitel 5.2.3).

Durch die Zuordnung von Personen zu SOLL-Profilen entstehen vergleichbare Datensätze. Hierbei handelt es sich einerseits um die SOLL-Profile und andererseits um die Selbst- und Fremdeinschätzung(en) der Mitarbeitenden. Der Vergleich beider Datensätze bildet die Grundlage der Kompetenz-Gap-Analyse. In die Berechnungen werden nur die dem SOLL-Profil zugeordnete Kompetenzitems einbezogen.

Der einfachste Fall ist die Gegenüberstellung von SOLL- und IST-Werten als Balken- oder Spinnennetzdiagramm. Als Datenquelle für die SOLL-Werte stehen die Kompetenzausprägungen des Jobprofils zur Verfügung, für die IST-Werte eine der Einschätzungen. So lässt sich pro Kompetenzitem das Verhältnis zwischen SOLL und IST ablesen.

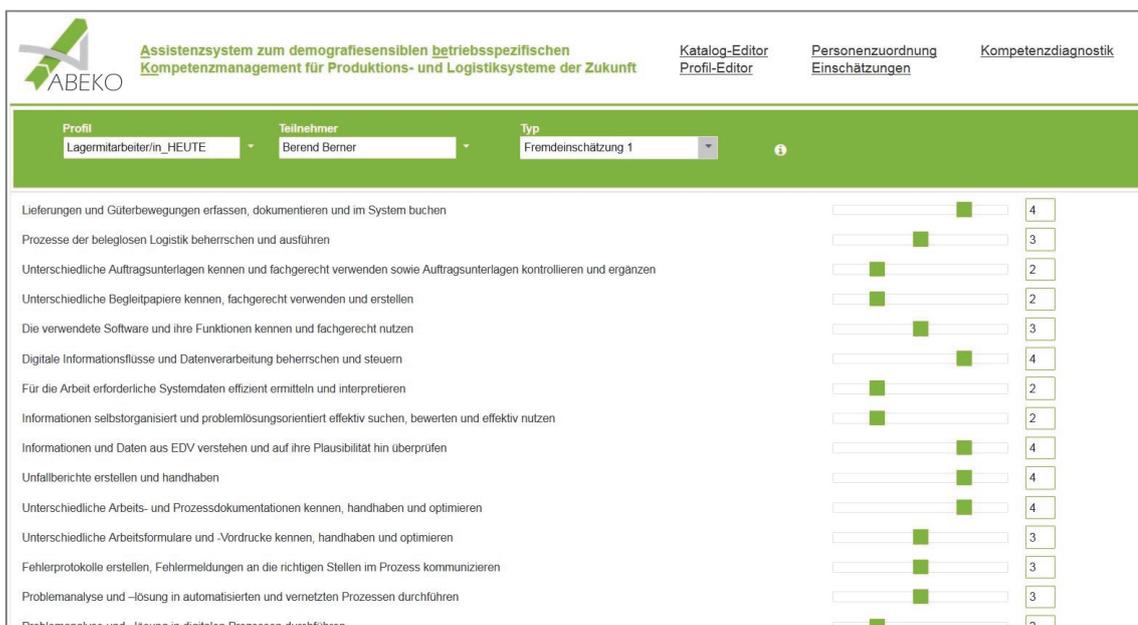


Abbildung 5-18: Kompetenzerfassung durch Selbst- oder Fremdeinschätzung

Da die Kompetenzitems Clustern und deren Kompetenzfeldern zugeordnet sind, erscheint es sinnvoll, die Analyse auf diese Mengen anzuwenden. Hierbei wird auf beiden Seiten der Durchschnittswert ermittelt. Sind auf der IST-Seite Kompetenzitems nicht bewertet, so fließen sie mit einer Ausprägung von 0 mit in die Summe ein.

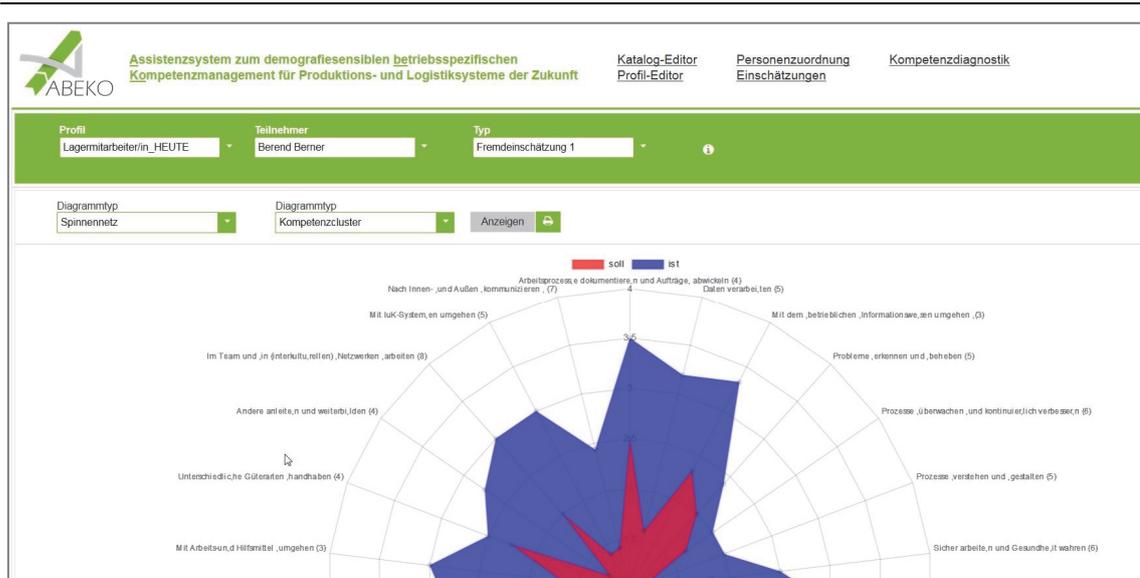


Abbildung 5-19: Auswertung nach Clustern als Spinnendiagramm

Die Gap-Ermittlung basiert ebenfalls auf der Berechnung der Durchschnittswerte der SOLL- und IST-Seite. Da sich bei der Gap-Ermittlung die Übererfüllung von bestimmten Kompetenzitems nicht mildernd auf den Gesamt-Gap auswirken soll, wird bei der Berechnung der Summe jeweils das Minimum von SOLL und IST addiert, bevor durch die Anzahl der Items dividiert wird.

Die Kompetenz-Gaps bzw. Kompetenzentwicklungspotenziale werden im Rahmen der Kompetenzdiagnostik anhand von Diagrammen dargestellt. Bei der Darstellung wird der Kompetenz-Gap prozentual gewichtet an der Elementbeschriftung veranschaulicht. Aufgrund der genannten Nebenbedingung, kann die Gap-Angabe nicht zwangsläufig gleich der Differenz von SOLL und IST gesehen werden. Zur Auswahl stehen unterschiedliche Diagrammtypen (derzeit Balken- und Spinnennetzdiagramm) und Gruppierungsebenen. Ein Beispiel wird in Abbildung 5-19 visualisiert.

Des Weiteren können unterschiedliche Ergebnisebenen dargestellt werden. Beispielsweise kann der Anwendende die Kompetenz-Gaps zwischen IST (Selbst- oder Fremdeinschätzung) und SOLL-Einschätzung auf Basis von Kompetenzitems, Kompetenz-Clustern oder Kompetenzfeldern wiedergeben. Die Abbildung 5-20 zeigt beispielsweise die Gruppierung nach Kompetenzitems in Form eines Balkendiagramms.

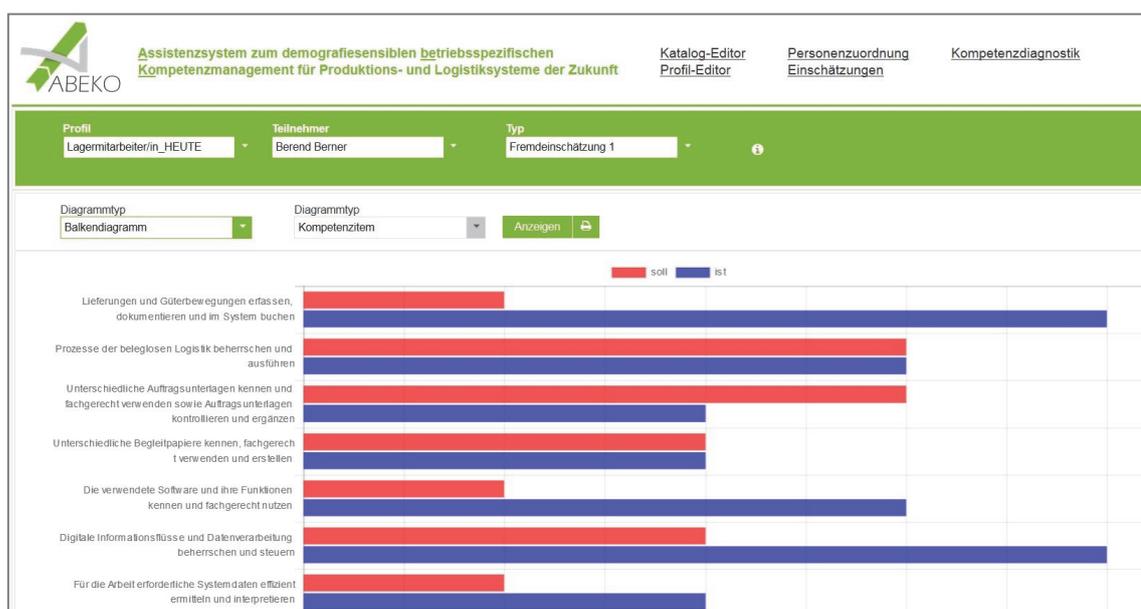


Abbildung 5-20: Auswertung auf der Items-Ebene als Balkendiagramm

Aus technischer Sicht besteht die Kompetenzdiagnostik zum einen aus Metadaten, die Auskunft darüber geben, wer wen wann eingeschätzt hat und, um welchen Typ der Einschätzung es sich handelt, wie auch zum anderen aus der Kompetenzausprägung. Die Einschätzungen werden im System in der Tabelle (ABK_EINSCH) gespeichert. Ihnen zugeordnet sind die Kompetenzausprägungen (AK_EINSCH_KOMPITEM). Eine Kompetenzausprägung beinhaltet eine Referenz auf das bewertete Kompetenzitem sowie die Niveaustufe.

Der Aufbau dieses Programmmoduls macht es erforderlich, dass den beteiligten Personen Zugriff auf ABEKO erteilt wird, um Selbsteinschätzungen oder Fremdeinschätzungen zu bearbeiten. Da dieses Vorgehen in Unternehmen möglicherweise nicht gewünscht ist, können je nach betrieblicher Anforderung Workflows implementiert werden, die personalisierte Links an Mitarbeitende bzw. Führungskräfte per E-Mail versenden. Über diese personalisierten Links kann so zentral organisiert werden, wer sich selbst oder einen anderen Mitarbeitenden bezüglich welcher Kompetenzen einschätzen kann.

Die Visualisierung erfolgt mit dem JavaScript-Framework ChartJs, welches es ermöglicht, eine Vielzahl von Diagrammtypen den Anforderungen der Anwendung anzupassen. Einer Erweiterung von ABEKO um weitere Diagrammtypen steht somit technisch nichts im Wege.

Die Kompetenz-Gap-Analyse erfolgt auf einer großen Menge von Kompetenzausprägungen. Diese werden im Datenschema zum einen als Job-Profile (ABK_KOMPPROFIL_KOMPITEM), zum anderen als Personenkompetenzen

(ABK_PERS_KOMPITEM) oder Einschätzungen (ABK_EINSCH_KOMPITEM) gehalten. Sie enthalten die Niveaustufe und referenzieren genau ein Kompetenzitem (ABK_KOMPITEM). Die Kompetenzitems sind ihrerseits den Kompetenz-Clustern und diese den Kompetenzfeldern zugeordnet. Je nach Art der Analyse werden Schnittmengen zwischen den Personenkompetenzen oder Einschätzungen auf einer Seite und Job-Profilen oder den Kompetenzen bestimmter Kompetenz-Cluster oder Kompetenzfelder auf der anderen Seite gebildet. Der Kompetenz-Gap zwischen jedem dieser Kompetenzausprägungspaare wird als Differenz zwischen ihren Niveaustufen ermittelt. Die Ergebnisse dieses Verfahrens stellen die Daten zur Visualisierung oder zur Ermittlung von individualisierten Lernpfaden zur Verfügung.

5.4.1.4 Modul „Kompetenzentwicklung“

Kompetenzentwicklung ist als integrativer Bestandteil von Weiterbildung zu betrachten, welcher auf Basis einer systematischen Kompetenzerfassung erfolgen sollte [Bohn 2007]. Sie beschreibt den Prozess der Veränderung des Leistungspotenzials eines Individuums um eine umfassende berufliche Handlungskompetenz als Einheit von Fach-, Methoden-, Sozial- und Selbstkompetenz herauszubilden und, um es zu befähigen, Leistungsanforderungen bestmöglich zu erfüllen [Beck 2004, Erpenbeck & Heyse 2007b]. Die Aufgabe der Kompetenzentwicklung ist es, durch gezielte Maßnahmen im Rahmen der Qualifizierung Kompetenzen zu erweitern und die Potenziale der Menschen zur Entfaltung zu bringen [Bretschneider 2006].

Für die Kompetenzentwicklung in ABEKO wurde der Blended-Learning-Ansatz ausgewählt. Blended-Learning meint die sinnvolle Verzahnung von Präsenzseminaren und E-Learning. Somit vereint es die Vorteile beider Lehr-Lernformate. Zum einen bieten E-Learning-Angebote eine flexible, zeit- und ortsunabhängige Wissensvermittlung. Zum anderen können Präzenzeinheiten von den Lernenden sinnvoll genutzt werden, um sich in der Gruppe auszutauschen oder zu diskutieren. Hier steht die soziale Interaktivität im Fokus. Die E-Learning-Einheiten in ABEKO werden den Lernenden als kleine, in sich geschlossene, sinnvolle, didaktische Einheiten geboten, die aus unterschiedlichen Lernmedien bestehen können. Die Weiterbildungen in ABEKO wurden nach einem didaktischen Konzept entwickelt, welches als allgemeine Hilfe bei der Planung genutzt wurde. Als Grundlage dient hierzu das ADDIE-Modell mit seinen fünf Phasen: Analyse (Tätigkeitsanalyse, Zielgruppenanalyse, Bedarfsanalyse), Design (Festlegung der Lernziele, Entwicklung von Lernsequenzen und Tests), Entwicklung (Sichtung, Auswahl und Erstellung von Lernmaterialien), Implementierung (Durchführung der Kompetenzentwicklungsmaßnahme) und Evaluation (Qualitätssicherung) [Niegemann et al. 2008, Kerres 2012]. Das Konzept berücksichtigt explizit die Individualisierbarkeit von

Lernpfaden, sodass die Lernenden nur das lernen, was sie für die Deckung der Lernbedarfe benötigen. Eine weitere Besonderheit ist die demografiesensible Ausgestaltung der Weiterbildungskonzepte. Im didaktischen Konzept finden sich methodisch-didaktische Gestaltungsempfehlungen, die aus der Studie „Eingerostet oder Erfahren? Anders oder Anpassungsfähig? Herausforderungen und Chancen für die betriebliche Weiterbildung im demografischen Wandel“ (vgl. Kapitel 5.3) abgeleitet wurden, die im Rahmen des Projekts realisiert wurde.

Damit entsprechende Lernziele definiert werden können, wurde – abgeleitet von den ABEKO-Kompetenzniveaustufen – eine ABEKO-Lerntaxonomie entwickelt.

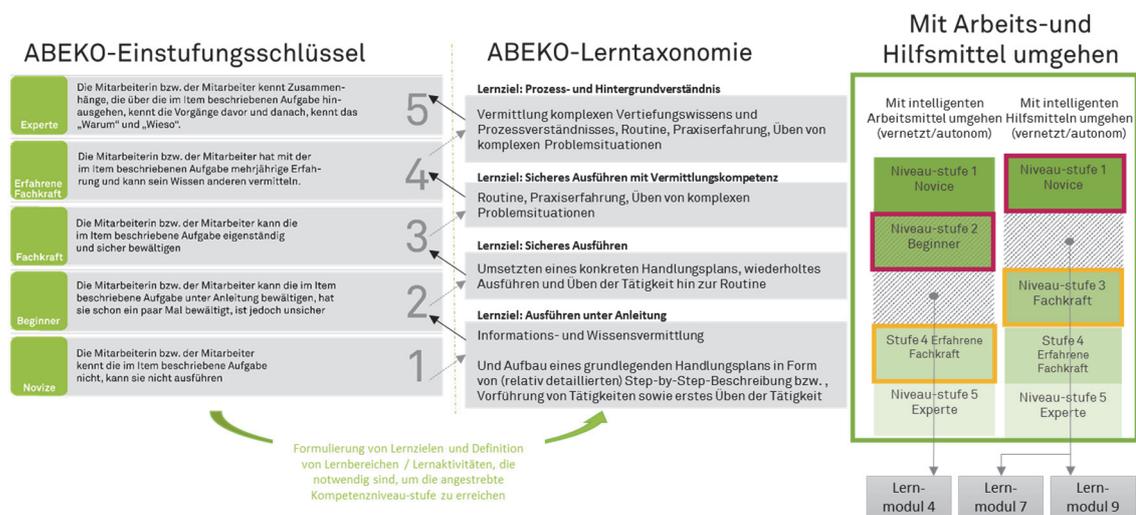


Abbildung 5-21: ABEKO-Lerntaxonomie und –Lernpfade (eigene Darstellung)

Um sowohl motorische als auch kognitive Lernziele in einer Lerntaxonomie abbilden zu können, wurden die ersten drei Stufen der motorischen Lerntaxonomie nach Bloom [Bloom 1976] mit den letzten Stufen der kognitiven Lerntaxonomie nach Bloom kombiniert. Dies widerspricht sicher der ursprünglichen Intention Blooms, motorische und kognitive Lernziele bewusst trennscharf zu formulieren, doch hat es einen entscheidenden Grund: Aufgrund der zukünftig zu erwartenden Veränderung der Aufgaben eines Kommissionierenden, werden kognitive Anforderungen integraler Bestandteil des Jobs sein. Um diese auszubilden, bedarf es ebenfalls Lernmodule, die auf ebendiese kognitiven Lernziele abzielen.

Die ABEKO-Lerntaxonomie umfasst 4 Lernziele, welche den letzten vier Kompetenzniveaustufen zugeordnet werden können (zu sehen in Abbildung 5-21). Auf Grundlage dieser Niveaustufen und der Ergebnisse der Kompetenz-Gap-Analyse, erfolgt die zielgerechte Bereitstellung von Weiterbildungsangeboten. Dabei können je nach Kenntnisstand adäquate Lernprogramme zur Verfügung gestellt werden. Hierbei reicht

das Spektrum der Lernformate von der einfachen Präsentation sequentiell ablaufender Lernmedien bis hin zu komplexen demografiesensiblen, kompetenzbasierten Lernpfaden im Blended-Learning-Format, die sich dynamisch am Kompetenzprofil und den Metadaten der Lernenden ausrichten. Ein entsprechendes Beispiel ist in Abbildung 5-22 dargestellt.

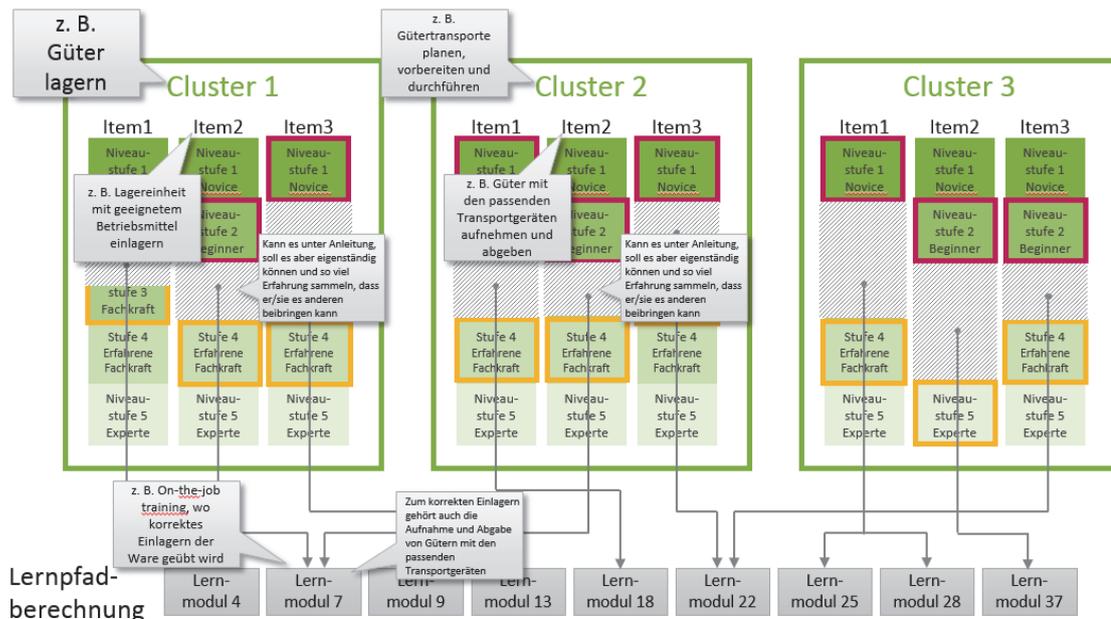


Abbildung 5-22: Lernpfadberechnung (eigene Darstellung)

Nach Abschluss eines Lernprogramms kann durch erneute Gap-Analysen der Erfolg evaluiert werden.

Um die Erkenntnisse der Kompetenz-Gap-Analyse optimal zu verwerten, wurde im Anwendungsfall die *Materna TrainingSuite* als Lernplattform verwendet. Deren Kernprogramm besteht aus einer Drei-Schichten-Architektur. Die Präsentationsschicht des Seminarverwaltungssystems *ORBis* basiert auf einer Implementierung mit SAL (Scalable Application Language) und knüpft an die Logikschicht an, die aus einem Java-Webservice besteht. Die darunterliegende Datenhaltungsschicht kann hierbei auf verschiedene Datenbankmanagementsysteme zugreifen. Die auf das gleiche Datenschema zugreifende WebApplikation (*Lernwelt*) fungiert als Präsentations- und Interaktionsschicht für den Lernenden. Es handelt sich um eine in Java geschriebene Webapplikation, bei deren Entwicklung auf proprietäre Standards verzichtet und stattdessen HTML5 und CSS3 verwendet wurden, um eine Kompatibilität auf mobilen Endgeräten zu ermöglichen.



Abbildung 5-23: Beispielhafter Lernpfad in der Lernplattform

Zur Durchführung von Lernprogrammen müssen je nach Anwendungsfall bereits existierende oder individuell entwickelte Lernmedien zur Verfügung stehen. Die verwendbaren Lernformate sind hierbei von den Möglichkeiten der verwendeten Lernplattform abhängig. Die Lernmedien werden um Metadaten angereichert (z. B. welche Kompetenz-Gap sie schließen können oder welche demografischen Aspekte sie unterstützen) und auf einer Lernplattform als Lerneinheiten bereitgestellt (vgl. Abbildung 5-23). Das im Anwendungsfall verwendete System ist in der Lage, auf Basis der durch die Kompetenz-Gap-Analyse gewonnenen Daten, Entwicklungspfade zu berechnen und in Form von Lerneinheiten zu präsentieren. Je nach Konfiguration können die Entwicklungspfade rein sequentiell oder auch kompetenzbasiert berechnet werden. Das erfolgreiche Absolvieren von Lerneinheiten wird im System hinterlegt und fließt in das weitere Kompetenzmanagement ein.

5.4.2 Betriebsspezifische Einführung und Nutzung des ABEKO-Kompetenzmanagement-Assistenzsystems

Im Rahmen des ABEKO Projektes wurde in Anlehnung an [Gausemeier & Plass 2014], [Schaper 2009] und [Schepers 2014] ein Ansatz zur betriebsspezifischen Einführung und Anpassung sowie zur kontinuierlichen Weiterentwicklung des systembasierten Kompetenzmanagements, in der operativen Logistik, mit Hilfe des ABEKO Kompetenzmanagement-Assistenzsystem entwickelt. Dieser Ansatz sieht folgende Schritte vor, die sequentiell durchzuführen sind [Straub et al. 2016b]:

1. Untersuchung der Trends und Einflussgrößen

2. Analyse der Unternehmensstrategie
3. Prozessaufnahme und -beschreibung
4. Arbeits- und Anforderungsanalyse
5. Betriebsspezifische Anpassung des Kompetenzkatalogs (Prozess-Kompetenz-Matrix)
6. Erstellung von SOLL-Kompetenzprofilen (Prozess-Kompetenzprofile)
7. Kompetenz-Gap-Analyse
8. Kompetenzentwicklung

Um die betriebsspezifische Anpassung des Kompetenzkatalogs durchzuführen, muss im Vorfeld eine Trend-, Unternehmensstrategie-, Prozess- und Anforderungsanalyse (vgl. Abbildung 5-24) durchgeführt werden. [Straub et al. 2016b, Hegmanns et al 2017b]

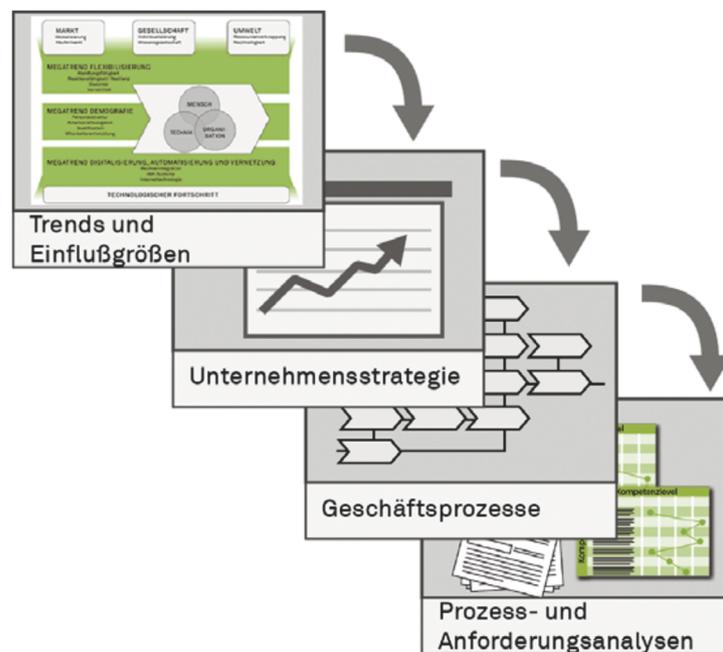


Abbildung 5-24: ABEKO-Ansatz zur betriebsspezifischen Anpassung des Kompetenzmodells [i. A. a. Gausemeier & Plass 2014]

Im ersten Schritt des ABEKO-Ansatzes zur betriebsspezifischen Anpassung des Kompetenzmodells werden die aktuellen Trends und Einflussgrößen im externen sowie im internen Umfeld des Unternehmens analysiert [Straub et al. 2016b, Hegmanns et al. 2017b]. Für die Analyse können verschiedene Methoden der strategischen Unternehmensführung herangezogen werden. [Gausemeier & Plass 2014]. Eine umfassende Analyse der Megatrends in Produktion und Logistik ist in Kapitel 5.1.1 beschrieben.

Sind die relevanten Trends und Einflussgrößen identifiziert kann darauf aufbauend eine zukunftsorientierte Unternehmensstrategie abgeleitet werden. Beispiele für eine Zukunftsstrategie sind die Einführung neuer Geschäftsmodelle bzw. neuer technologischer Lösungen oder Wertschöpfungsprozesse, wie die Einführung der additiven Fertigung. [Straub et al. 2016b, Hegmanns et al. 2017b]

Im nächsten Schritt erfolgt die Arbeits- und Anforderungsanalyse, welche als Grundlage der Kompetenzmodellierung einen wichtigen Schritt der betriebspezifischen Anpassung des Kompetenzkatalogs bildet. Auf Grundlager dieser Analyse werden nachher die relevanten Kompetenzen der Mitarbeitenden abgeleitet. [Schepers 2014, Hegmanns et al. 2017b]

Grundlage für die Arbeitsanalyse ist die Prozessbeschreibung des einzelnen Arbeitsplatzes, in dieser sind die Aufgabenfelder der Mitarbeitenden festgelegt und werden detailliert beschrieben. Jeder Arbeitsplatz wird während der Arbeitsanalyse hinsichtlich der Arbeitsaufgabe, des Arbeitsprozesses, der Arbeitsaufträge, der Teilschritte, des Arbeitsmaterials und des Zeitaufwands definiert. Es werden die Arbeitsaufgaben mit den damit einhergehenden Vorgaben sowie die verwendeten Arbeitsmittel (z. B. Maschinen, Geräte, etc.), Arbeitshilfsmittel (z. B. Paletten, Behälter etc.) und Organisationsmittel (z. B. Identifikationstechnik etc.) betrachtet. So können die aufgabenspezifischen Elemente, wie Tätigkeit oder Verantwortung, jedes Arbeitsplatzes aufgenommen werden, um daraus Rückschlüsse auf notwendige Fähigkeiten und Kompetenzen zu ziehen. Außerdem werden in der Arbeitsanalyse weiterhin Aspekte der Umgebungsbedingungen und möglicher Belastungen sowie die Reichweite der Entscheidungsfreiheit und der Grad der Eingebundenheit in soziale Arbeitsstrukturen näher analysiert. [Schepers 2014, Blickle 2014, Hegmanns et al. 2017b]

Um einen betriebspezifischen Kompetenzkatalog zu erstellen und den ABEKO Kompetenzkatalog zielgerichtet anzupassen, ist anschließend eine Anforderungsanalyse notwendig. Für diese werden die Ergebnisse der zuvor durchgeführten Arbeitsanalyse zugrunde gelegt und die Anforderungen daraus abgeleitet. Die Anforderungsanalyse ermittelt diejenigen Kompetenzen, die Mitarbeitende mitbringen müssen, um erfolgreich die geforderten Tätigkeiten ausführen zu können. [Hegmanns et al. 2017b]

Während der Anforderungsanalyse werden die tätigkeitsspezifischen und die tätigkeitsübergreifenden Anforderungen der Arbeitsumgebung beschrieben sowie das Befriedigungspotential der jeweiligen Tätigkeit analysiert. Durch die Kombination der Arbeits- und Anforderungsanalyse können abschließend die in die Zukunft gerichteten Kompetenzanforderungen an die Mitarbeitenden zur Bewältigung unterschiedlicher

Aufgaben im Prozess abgeleitet werden. Dabei wird die zuvor abgeleitete Unternehmensstrategie in den Analysen zukunftsorientiert berücksichtigt. [Schepers 2014, Hegmanns et al. 2017b]

Die weiteren Schritte, die zur Erstellung des betriebsspezifischen Kompetenzkatalogs notwendig sind und durch das ABEKO Kompetenzmanagement-Assistenzsystem unterstützt werden, sind im Kapitel 6 beschrieben und werden im nachfolgenden Anwendungsbeispiel MAHLE Aftermarket GmbH im Kapitel 6.1.1 näher erläutert.

6 ABEKO: Kompetenzmanagement-Assistenzsystem in der Praxis

6.1.1 Anwendungsfall - Die MAHLE Aftermarket GmbH

MAHLE ist ein international führender Entwicklungspartner und Zulieferer der Automobilindustrie. Der Konzern deckt mit seinen Produkten für Verbrennungsmotoren und deren Peripherie bis hin zu Lösungen für elektrifizierte Fahrzeuge alle wichtigen Fragestellungen entlang des Antriebsstrangs und der Klimatechnik ab: von Motorsystemen und -komponenten über die Filtration bis zum Thermomanagement. Der Konzern hat 2015 mit rund 76.000 Mitarbeitenden einen Umsatz von ca. 11,5 Milliarden Euro erwirtschaftet und ist mit über 170 Produktionsstandorten in 34 Ländern vertreten. MAHLE Aftermarket, der auf Ersatzteile spezialisierte Geschäftsbereich, nutzt das Know-how aus der Serienfertigung der Erstausrüstung für das Produktprogramm im automobilen Aftermarket. Der Geschäftsbereich beliefert Partner in Handel, Werkstatt und Motoreninstandsetzung mit Produkten in Erstausrüsterqualität – von Motorenteilen und Filtern über Thermostate bis hin zu Turboladern. Die neuen Produkte der Werkstattausrüstung, umfassende Services und individuelle Schulungsangebote ergänzen das Portfolio. MAHLE Aftermarket ist durch zahlreiche Logistikzentren und regionale Niederlassungen weltweit an 22 Standorten mit 1.582 Mitarbeitenden vertreten. Der Geschäftsbereich verzeichnete 2015 ein Umsatzvolumen von 835 Millionen Euro. Der zunehmende Einsatz neuer Technologien im Logistikbereich, Stichwort Industrie 4.0, verändert auch bei der MAHLE Aftermarket GmbH die Arbeitswelt. Beispielfhaft kann der Standort Schorndorf genannt werden, an dem sich das Europa-Zentrallager des Geschäftsbereichs Aftermarket befindet und von dem aus Kunden mit Filtern, Motorenteilen, Turboladern und Thermostaten versorgt werden. Auf der einen Seite verändert der Einsatz neuer Technologien die Arbeitsinhalte und –anforderungen, während sich auf der anderen Seite ebenso neue demografische Herausforderungen innerhalb der Belegschaft ergeben.

Im Rahmen des ABEKO Projektes wird der unternehmensspezifische Bereich für die Produktgruppe Filter und insbesondere der Prozess „Kommissionierung“ betrachtet. Der Gesamtprozess am Standort Schorndorf für die Einlagerung sowie kundenspezifische Auslieferung von Filtern, erstreckt sich, wie in Abbildung 6-1 dargestellt, vom Wareneingang über die Lagerung und Kommissionierung von Vollpaletten, die Kommissionierung von Einzelkomponenten und die Verpackung bis hin zur erneuten Lagerung im Versandlager sowie dem Versand der Waren an den Kunden. Mit dem Versand ist der physische Logistikprozess am Standort Schorndorf abgeschlossen.



Abbildung 6-1: MAHLE Prozess „Kommissionierung“

An der Prozessabwicklung sind die Abteilungen Wareneingang, Kommissionierung/Verpackung und Versand beteiligt. In diesen Abteilungen arbeiten Lagermitarbeitende, Schichtführer und Meister. Die Tätigkeitsprofile dieser einzelnen „Rollen“ unterscheiden sich erheblich. In jedem der drei Teilbereiche (Wareneingang, Kommissionierung/Verpackung, Versand) werden spezifische, aber auch teilweise sich überschneidende Kompetenzen für die Bewältigung der Arbeiten benötigt. Die wesentlichen Anforderungen an Mitarbeitende in der operativen Logistik umfassen die genaue Kenntnis des Ablaufs und der Arbeitsschritte des jeweiligen Prozesses bzw. Teilprozesses zur effizienten Bearbeitung von Kundenaufträgen, den damit einhergehenden sicheren Umgang mit den notwendigen Betriebs- und Hilfsmitteln sowie ein gewisses Maß an sozialen und kognitiven Fähigkeiten. Jeder einzelne Logistikprozess kann zudem noch weitere spezifische Anforderungen an den Mitarbeitenden stellen.

Die Kompetenzentwicklung von Mitarbeitenden nimmt hierbei eine Schlüsselrolle ein, um sicherzustellen, dass die Mitarbeitenden in der Lage sind, die ihnen zugewiesenen Aufgaben termin- und qualitätsgerecht auszuführen (vgl. Abbildung 6-2).



Abbildung 6-2: MAHLE Motivation und Bedarf

Derzeit findet die Vermittlung von Wissen für Fach- und Führungskräfte über eine interne E-Learning-Plattform statt. Der Schulungsbedarf wird hierbei durch die Personalabteilung oder den Vorgesetzten definiert. Zur Einarbeitung neuer Mitarbeitender auf dem Shop-Floor liegt eine schriftliche Tätigkeitsbeschreibung vor. Die Herausforderungen der demografischen Entwicklung bleiben hierbei noch unberücksichtigt, zeigen jedoch die Notwendigkeit auf, diese Entwicklungen bei der Planung und Durchführung von Qualifizierungsmaßnahmen der Mitarbeitenden zu berücksichtigen.

6.1.2 Untersuchung der Trends und Einflussgrößen

Die Aftermarketbranche ist durch wachsende Kundenanforderungen wie z. B. kürzere Lieferzeiten und immer breiter werdende Produktabdeckung sowie durch einen erhöhten Kostendruck gekennzeichnet. Um im Wettbewerb zu bestehen, müssen die logistischen Prozesse effizient ausgeführt werden und gleichzeitig den hohen Qualitätsansprüchen der Kunden gerecht werden. Der Einsatz neuer Technologien in diesen Logistikprozessen im Sinne von Industrie 4.0 wird dabei zunehmend wichtiger, um die Kundenanforderungen besser erfüllen zu können [Straub et al. 2015].

Gleichzeitig zeigen die Untersuchungen bei MAHLE in Schorndorf, dass die voranschreitende Standardisierung von Prozessen und die Digitalisierung der Arbeitsabläufe fortlaufend mit der Einführung neuer Technologien verbunden ist und sich dadurch Schulungsbedarf ergibt, um die geforderten Kompetenzen von Mitarbeiterrollen sicherzustellen. Hinsichtlich des Bildungsstands haben 30% der bei MAHLE im Lager beschäftigten Personen eine spezifische Ausbildung im Bereich Lagerlogistik, 45% der Beschäftigten hingegen verfügen über keine Berufsausbildung (vgl. Abbildung 6-3).

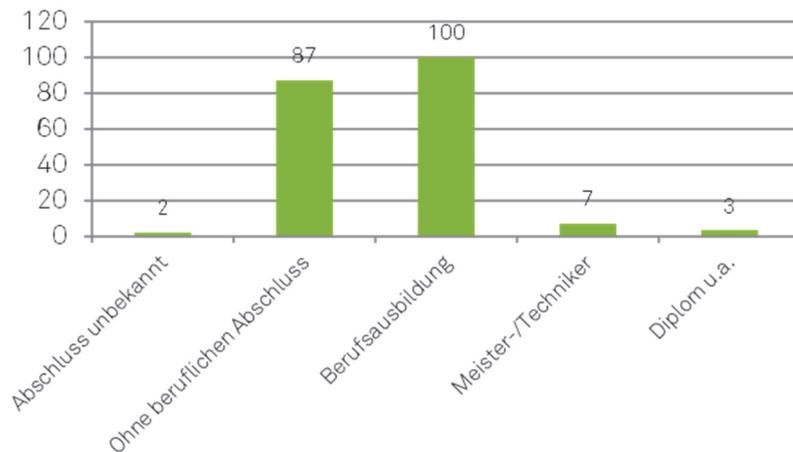


Abbildung 6-3: Ausbildungsstand im Anwendungsfall [Straub et al. 2015]

Im Hinblick auf die demografische Entwicklung bis zum Jahr 2030 ist abzusehen, dass in Zukunft der Altersdurchschnitt deutlich höher liegen wird als zum jetzigen Zeitpunkt (visualisiert in Abbildung 6-4). Das Bildungsniveau, der demografische Wandel sowie die vorhandenen Sprachkenntnisse stellen daher schon gegenwärtig eine Herausforderung im Hinblick auf die betriebliche Weiterbildung von Beschäftigten dar.



Abbildung 6-4: Altersstruktur im Anwendungsfall [Straub et al. 2015]

Die am MAHLE Aftermarket Standort in Schorndorf durchgeführten Untersuchungen und Demografie-Studien für den Raum Stuttgart verdeutlichen hierbei die besondere Bedeutung der demografischen Aspekte mit Bezug auf das Alter sowie den individuellen Migrationshintergrund und die Sprachkenntnisse der untersuchten Personengruppen, mit dem Tätigkeitsfeld der Lagerlogistik [Straub et al. 2015].

6.1.3 Analyse der Unternehmensstrategie

Im Rahmen der strategischen Unternehmensplanung erfolgt die langfristige Planung von Aktivitäten, welche die Umsetzung der definierten Unternehmensziele ermöglichen sollen. Herausforderungen, die es zu berücksichtigen gilt, bestehen einerseits aus der demografischen Entwicklung und andererseits aus dem Wandel der Arbeitswelt in die Industrie 4.0. Planungselemente und Aktivitäten des Geschäftsbereichs Aftermarket umfassen in diesem Kontext, neben der Digitalisierung und Autonomisierung, auch die organisatorische Neugestaltung des Prozesses „Kommissionierung“ am Standort Schorndorf. Dort befindet sich das europäische Zentrallager der MAHLE Aftermarket GmbH, von dem aus Kunden mit Filtern, Motorenteilen, Turboladern und Thermostaten versorgt werden.

6.1.4 Prozessaufnahme und –beschreibung eines Zukunftsprozessszenarios am Beispielwarenprozess Filter

Im Rahmen der Prozessanalyse und -beschreibung wurden Ist-Prozesse aufgenommen und zukünftige Prozessszenarien erarbeitet, welche anschließend mit Hilfe des Prozessketteninstrumentariums nach Kuhn [Kuhn & Winz 1999] modelliert wurden. Dabei erfolgte die detaillierte Beschreibung der Betriebs-, Hilfs- und Organisationsmittel in den jeweiligen Teilprozessen. Die Ist-Prozesse, sowie die Zukunftsprozesse des Kommissioniervorgangs der MAHLE Aftermarket GmbH sind in Anhang A: dargestellt.

Im Folgenden wird der gegenwärtige Prozess für das Produktportfolio Filter beschrieben und ein beispielhaftes Zukunftsszenario dargelegt. Der Prozess beschränkt sich hierbei im Wesentlichen auf die physischen Logistikprozesse auf der Shop-floor-Ebene. Das skizzierte Zukunftsszenario wird dabei durch einen erhöhten Automatisierungsgrad charakterisiert. Somit reduzieren sich die manuellen unmittelbaren Logistikfähigkeiten der Mitarbeitenden bei gleichzeitig steigender Einzelverantwortlichkeit durch die Übertragung von Kontroll- und Steuerungsfunktionen.

6.1.4.1 Wareneingang

Im Wareneingangsprozess wird die angelieferte Ware entgegengenommen und unmittelbar nach der Entladung auf die Richtigkeit der Lieferung, beispielsweise in Bezug auf Typ und Stückzahl sowie Qualität, kontrolliert. Nach dieser Wareneingangskontrolle erfolgt die systemische Erfassung der Ladung durch den Mitarbeitenden und deren Bereitstellung für die nachfolgenden Prozessschritte. Zukünftig soll die gegenwärtige manuelle Entladung und Erfassung automatisiert abgewickelt werden. Die Ware wird im System schon bei der Verladung als verfügbar

registriert, was zu einer Reduzierung der Durchlaufzeit und somit zu einer höheren Kundenzufriedenheit führt. [Hegmanns et al. 2017b]

In einem möglichen Zukunftsszenario wird die Ware automatisch vom LKW mittels einer Förderanlage entladen und anschließend durch einen autonomen Stapler in die Umpackfläche bzw. Vorzone gefahren. Die Wareneingangskontrolle erfolgt durch einen Mitarbeitenden mittels eines Kleincomputers in Verbindung mit einem Wearable (z. B. Google Glass), das alle relevanten Informationen bezüglich der empfangenen Lieferung anzeigt. Diese Informationen werden anschließend elektronisch, durch eine verbindungslose Datenübertragung, an den zentralen Computer übermittelt. [Hegmanns et al. 2017b]

6.1.4.2 Lagerung

Die Lagerung der Ware erfolgt derzeit im Kommissionier- und im Vollpalettenlager. Im Kommissionierlager findet anschließend die individuelle Zusammenstellung der Produkte entsprechend des Kommissionierauftrags statt. Ist der Auftrag abgeschlossen, wird der kommissionierte Auftrag in Form einer Palette über eine Packstraße geführt. In der Packstraße werden die Paletten für den Versand verpackt und für die eindeutige Identifizierung gekennzeichnet. Welche Lagertypen zum Einsatz kommen und welche Anzahl an Produkten sich in einem Behälter befindet, wird ebenfalls anhand der Kundenanforderungen bestimmt und kann sich von Produkttyp zu Produkttyp unterscheiden. Inwiefern Filter bzw. einzelne Filtertypen gelagert werden, hängt in der Regel vom Lagerorganisationsgrad ab. Bei der Vollpalettenlagerung entfällt die Vereinzelnung, sodass die Palette im Ganzen direkt über die Packstraße in die Versandzone transportiert wird. In beiden Fällen werden Lagerort und Bestandsmenge systemisch erfasst. Für den zukünftigen Prozessschritt der Lagerung steht eine schnelle und robuste Versorgung im Vordergrund. Auch hier kann die Verringerung der Durchlaufzeit erfolgen. [Hegmanns et al. 2017b]

Das Zukunftsszenario sieht vor, dass der Lagerungsprozess möglichst vollständig automatisiert wird. Dies umfasst eine Vollautomatisierung, welche sowohl den Transport vom Wareneingang zum Lagerort als auch die Einlagerung selbst umfasst. Während heute schon die Einlagerung der Paletten automatisiert abgewickelt wird, kann in Zukunft auch der Transport der Paletten zum Palettenlager durch autonome Stapler realisiert werden. Im Hinblick auf die Behälterlagerung, wird das Vereinzeln und Verpacken ein Roboter (Roboterarm) übernehmen. Die Bereitstellung und der Transport der Behälter werden dabei durch autonome Transporteinheiten ausgeführt. [Hegmanns et al. 2017b]

6.1.4.3 Kommissionierung

Der gegenwärtige Kommissionierungsprozess gliedert sich in die Auftragsannahme und die anschließende Produktentnahme aus dem Lager, welche durch den Lagermitarbeitenden erfolgen. Dem Kommissionierauftrag liegt dabei in der Regel ein spezifischer Kundenauftrag zu Grunde. Der Kommissionierauftrag wird dem Mitarbeitenden bei der Auftragsannahme in Form einer Pick- bzw. Auftragsliste übermittelt und daraufhin bearbeitet. Die in der Auftragsliste aufgeführten Produkte werden hierzu – teilweise mittels einer festgelegten Kommissionierstrategie – vom Lagerort entnommen. Anschließend werden die Produkte an die Packstraße übergeben. [Hegmanns et al 2017b]

Zukünftig ist die Bereitstellung der Ware aus dem Lagerort nach dem Prinzip „Ware zu Person“ vorgesehen. Dies kann in unterschiedlichen Automatisierungsgraden erfolgen:

Im teilautomatisierten Szenario erfolgt die Kommissionierung nach dem Prinzip „Pick by Vision“ mittels der Übermittlung der Auftragsliste an den Mitarbeitenden durch eine Datenbrille. Die Bereitstellung der Ware erfolgt durch den Einsatz autonomer Transportsysteme. Im vollautomatisierten Szenario kann ein ortsfester Pickroboter die Kommissionierung vollständig übernehmen. Der Weitertransport zum Versandbereich geschieht ebenfalls automatisch mit einem autonomen Transportfahrzeug oder per Förderband. [Hegmanns et al. 2017b, Straub et al. 2016b]

6.1.4.4 Verpackung

Die Produkte werden im Verpackungsprozess gemäß den Produkt- und Kundenvorschriften verpackt, konsolidiert und im Anschluss in einer designierten Versandzone dem Versand zur Verfügung gestellt. Bereits heute findet die Verpackung von Vollpaletten über eine vollautomatische Packstraße statt.

Im Zuge einer vollständigen Automatisierung kann sich der Verpackungsprozess nahtlos anschließen. Die Produkte, die aus dem Lager kommen, werden hierzu mittels der vorhandenen vollautomatischen Packstraße sofort verpackt und anschließend durch autonome Transportsysteme im Versandbereich bereitgestellt. [Hegmanns et al. 2017b]

6.1.4.5 Versand

Im heutigen Versandprozess wird die Ware physisch an den Kunden bzw. den zuständigen Spediteur übergeben und der Warenausgang systemisch erfasst. Die Ware wird mittels Stapler in die Versandzone gefahren und von hier aus mit einem Verladestapler in den Container oder LKW verladen.

Der Transport der fertig verpackten Ware aus der Verpackungszone in die Versandzone und die anschließende Übergabe an den Adressaten soll zukünftig ebenfalls mit autonomen Transportgeräten und/oder Fördersystemen, wie beispielsweise Gurtbandförderer, erfolgen. Der Lagermitarbeitende übernimmt hier eine überwachende Funktion.

Um die genannten Automatisierungen realisieren zu können, bedarf es einem geschulten Personal, welches die Funktionsweise des Systems versteht und bei Problemen proaktiv eingreifen kann. [Hegmanns et al. 2017b]

6.1.5 Arbeits- und Anforderungsanalyse

Im Rahmen der Arbeits- und Anforderungsanalyse konnte, mit der umfassenden Tätigkeitsbeschreibung der Kommissionierung und dem Ableiten von notwendigen Anforderungen, die detaillierte Betrachtung des Teilprozesses „Kommissionierung“ erfolgen.

Durch den geplanten Einsatz neuer Technologien verändern sich Arbeitsinhalte- und -anforderungen an die Mitarbeitenden zunehmend. Im Rahmen der Anforderungsanalyse wurden die Aufgaben und Verantwortungsbereiche der Mitarbeitenden festgelegt und hinsichtlich der zukünftigen Kompetenzanforderungen analysiert. Die spezifischen Anforderungen in Bezug auf die Aufgaben der Mitarbeitenden im Bereich Kommissionierung beziehen sich aktuell fast ausschließlich auf die im operativen Bereich anfallenden Aufgaben. Der für die Kommissionierung zuständige Mitarbeitende hat die Aufgabe, die Kundenaufträge mit Hilfe eines Flurförderfahrzeugs, unter Einhaltung von Ziel- und Terminvorgaben und unter der Gewährleistung von korrekter Anzahl und Beschaffenheit der Ware mittels (Sicht-)Prüfungen, zusammenzustellen. Für jeden Mitarbeitenden ist es zwingend erforderlich, die spezifischen Sicherheitsvorschriften des Unternehmens und des Fachbereichs zu kennen und zu befolgen. Dies beinhaltet die Wahrung von Ordnung und Sauberkeit und das umgehende Kommunizieren von auftretenden Abweichungen und Mängeln an die Schichtführer bzw. Meister. In Bezug auf den zukünftigen Kommissionierungsprozess erweitern sich diese Anforderungen an die Lagermitarbeitenden vermehrt um Überwachungstätigkeiten sowie die grundlegende Störungs- und Fehlerbehebung. Fundiertes Wissen über die Funktionsweise der eingesetzten Betriebs- und Hilfsmittel, Informations- und Datenverarbeitung sowie die Fähigkeiten, zur effizienten Problemlösung beitragen zu können und die digital ablaufenden (Informations-) Prozesse zu verstehen, sind zentrale Voraussetzungen für die Bewältigung der neuen Aufgaben. Die Umstellung und Flexibilisierung der Kommissionierung erfordert ebenso eine verstärkte Selbstorganisation, um die

anfallenden Aufgaben im Kommissionier-Team zu verteilen, und setzt kommunikative Fähigkeiten voraus. [Straub et al. 2016b, Hegmanns et al. 2017b]

Die spezifischen Anforderungen, in Bezug auf die Aufgaben des Meisters im genannten Bereich, beziehen sich auf die disziplinarische Verantwortung und Führung der Lagermitarbeitenden, die Steuerung der Lagerverwaltung, die Instandhaltung der Lagereinrichtung und die Beschaffung von Verbrauchsmaterial sowie die Koordination der technischen Dienste. Die Führungsaufgaben der Meister bedürfen darüber hinaus zusätzliche Anforderungen. Diese beziehen sich auf die im Rahmen der Zielsetzung festgelegte Verteilung von Aufgaben, das Vereinbaren der Aufgabenstellung in Abstimmung mit anderen Bereichen sowie die organisatorische Abwicklung von den relevanten, die Mitarbeitenden betreffenden Themen (z. B. Mitarbeitergespräche führen, Vergütungsanpassung regeln, Mitwirkung bei der Ausbildung, Urlaubsplanung). [Hegmanns et al. 2017b]

6.1.6 Betriebsspezifische Anpassung des Kompetenzkatalogs im System

Auf der Datengrundlage der individuellen, betriebsspezifischen Prozessbetrachtung und der Arbeits- und Anforderungsanalyse erfolgt im nächsten Schritt die Spezifizierung des ABEKO Kompetenzkatalogs. Mit Hilfe der im Modul „Kompetenzmodellierung“ beschriebenen Funktionalitäten erfolgt die spezifische Anpassung des Kompetenzkatalogs hinsichtlich des logistischen Fachwissens sowie den allgemeinen sozialen und kognitiven Fähigkeiten, welche für die verschiedenen Tätigkeiten bei der MAHLE Aftermarket GmbH erforderlich sind.

Kompetenzfeld	Kompetenzcluster	Beschreibung des Clusters	Items	Beschreibung der Items
Güter lagern und transportieren	Kompetenzcluster: Mit Arbeits- und Hilfsmitteln umgehen	Kenntnis über die fachgerechte Verwendung von Arbeits- und Hilfsmitteln	Arbeitsmittel fachgerecht verwenden	Fördermittel (z.B. Gabelstapler; Hubwagen; Kräne); Be- und Verladetechnik; Verpackungsmaschinen; Identifikationstechnik etc.) Unterschiedliche Maximalbelastungen von Arbeitsmitteln kennen und beachten
			Hilfsmittel kennen und fachgerecht verwenden	Ladungsträger, Paletten, Behälter, Kartons etc. Unterschiedliche Maximalbelastungen von Hilfsmitteln kennen und beachten
			Mit intelligenten Arbeitsmitteln umgehen (vernetzt/autonom)	Aufbau und Funktionalität von physischen und digitalen Prozessen nachvollziehen können; Kenntnis über Sensorik und Aktorik; (Zellulare Transportsysteme; Robotertechnik; Depalletierungsroboter; Packroboter; Kommissionierroboter)
			Mit intelligenten Hilfsmitteln umgehen (vernetzt/autonom)	Aufbau und Funktionalität; physische und digitale Prozesse nachvollziehen können; Kenntnis über Sensorik und Aktorik; (z.B. intelligente Behälter; Paletten)
Kompetenzfeld: Arbeitsprozesse umsetzen und verbessern	Kompetenzcluster: Prozesse verstehen und gestalten	Übergeordnete Geschäftsprozesse kennen und Prozesse des eigenen Teilbereichs kennen und durchführen können sowie bei Bedarf Optimierungsprozesse anstoßen	Den eigenen Arbeitsbereich kennen, diesen in den betrieblichen Ablauf einordnen und Konsequenzen für das eigene Handeln ableiten	Eigene Verantwortung für Prozessablauf erkennen und wahrnehmen
			Bei logistischen Planungs- und Organisationsprozessen fachgerecht mitwirken	Automatisierte Transportsysteme steuern und überwachen können
			Gesamtprozessablauf und die Zusammenhänge zwischen einzelnen Prozessschritten kennen und verstehen	Geschäftsprozesse im Unternehmen kennen; Prozessorientierung beachten; Schnittstellen und Zusammenhänge verstehen, Zusammenhänge zwischen einzelnen Arbeitsschritten und Teilprozessen kennen
			Kapazitätsplanung und -steuerung bedarfsgerecht durchführen	Auf die Schwankungen im System flexibel reagieren können
			Mit automatisierten, autonomen und vernetzten Systemen fachgerecht umgehen, interagieren und diese steuern	Kenntnis über die Einzelkomponenten des Systems; Kenntnis über die Autonomie des Systems (z.B. Regalbediengeräte; zellulare Transportsysteme, etc.); Mensch-Maschine-Interaktion; z.B. Anlernen von Depalletierroboter; Sprachsteuerung anwenden; SPS-Steuerung und Programmierung; Automatisierte Inventurprozesse z.B. mit Hilfe eines Flugroboters
Kompetenzfeld: Mit anderen interagieren	Kompetenzcluster: Mit IuK-Systemen umgehen	Notwendigkeit, Medien zu "beherrschen", bewerten, die vermittelten Informationen zu filtern, sich zu orientieren, den Realitätsgehalt einschätzen zu können, betriebliche Informations- und Kommunikationssysteme unter Berücksichtigung der anwendungsbezogenen Vernetzung sowie der Datensicherheit und des Datenschutzes nutzen	Basistechnologien zur Unterstützung und Gestaltung der Informationsflüsse im Betrieb kennen und verstehen	Die im Betrieb eingesetzten Technologien (z.B. W-LAN, Cloud Computing, etc.) kennen und beherrschen
			Elemente der Informationstechnik	RFID, Barcode, Etiketten; QR-Code; E-Label etc.
			Mobile Geräte fachgerecht nutzen	Tablets, Datenbrille, Smartphones zur Abwicklung der Arbeitsprozesse und Kommunikation
			Social Media Tools kennen und zur Kommunikation und Prozessanalyse fachgerecht verwenden	Social Media Tools im Unternehmen kennen und effektiv nutzen (Intra Net, Blogs, Chats, Community Management etc.)
			Assistenzsysteme zur Datenanalyse und Datenauswertung bedienen	Funktionalität und Nutzungsszenarien der Assistenzsysteme kennen und anwenden, Navigationsassistenzsysteme kennen und anwenden können, Kommissionierprozesse unter Anleitung eines Assistenzsystems durchführen können (Pick by Vision)
Kompetenzfeld: Eigenes Handeln reflektieren und sich weiterentwickeln	Kompetenzcluster: Umweltschonend und nachhaltig arbeiten	Ressourceneffizient Arbeiten und Verschwendung vermeiden, Vermeidung betriebsbedingter Umweltbelastungen im beruflichen Einwirkungsbereich	Umweltschützrichtlinien kennen und anwenden	(z.B. wirtschaftliche und umweltschonende Energie- und Materialversorgung, Abfälle vermeiden)
			Strategien des ressourceneffizienten Arbeiten kennen und anwenden	
			Möglichkeiten der umweltschonenden Entsorgung kennen und anwenden	

Abbildung 6-5: Beispielhafter Auszug aus dem betriebsspezifischen Kompetenzkatalog bei MAHLE Aftermarket GmbH [Hegmanns et al. 2017b]

Hierzu dienen zum einen die Beispielfelder zur näheren Beschreibung der Prozesse auf der Ebene der einzelnen Kompetenzitems, die der Katalog inklusive der jeweiligen Prozesszuordnung liefert. Zum anderen besteht die Möglichkeit, die Items durch das Hinzufügen von Unter-Items, weiter zu differenzieren. Dies dient der unternehmensspezifischen Anpassung des Kompetenzkatalogs, insbesondere für das Cluster „Mit Arbeits- und Hilfsmitteln umgehen“ und die dort verorteten Items „Arbeitsmittel kennen und fachgerecht verwenden“, „Hilfsmittel kennen und fachgerecht verwenden“, „Mit intelligenten Arbeitsmitteln umgehen (vernetzt/autonom)“ sowie „Mit intelligenten Hilfsmitteln umgehen (vernetzt/autonom)“. [Hegmanns et al. 2017b] Ein Auszug aus dem betriebsspezifischen Katalog ist in der Abbildung 6-5 dargestellt:

6.1.7 Kompetenzmodellierung: Erstellung von SOLL-Kompetenzprofilen (Prozess-Kompetenzprofile)

Im nächsten Schritt erfolgt die Erstellung von rollenspezifischen SOLL-Kompetenzprofilen der betriebspezifischen Arbeitsebenen, welche hier beispielhaft für die Rolle „Mitarbeitender Kommissionierung“ dargestellt wurde. Den verschiedenen Rollen werden nun spezifische Items zugeordnet, welche die Kompetenzanforderungen beschreiben. Im Anschluss erfolgt anhand des Einstufungsschlüssels die Bestimmung der betriebsrelevanten SOLL-Niveaus, welche vorhanden sein müssen, um die verschiedenen Tätigkeiten anforderungsgerecht ausführen zu können. Die Anforderungen an den Grad der Ausprägung werden numerisch mit den Werten 1-5 für jedes Item definiert. Den Werten liegt eine Kompetenzniveaustufen-Skala zugrunde, welche die einzelnen Kompetenzstufen anhand des generischen Einstufungsschlüssels determiniert. [Straub et al. 2016b]

6.1.8 Kompetenz-Gap-Analyse

Im Rahmen der Kompetenz-Gap-Analyse wird festgestellt, inwiefern das aktuelle Kompetenzniveau vom zukünftigen Kompetenzniveau abweicht (IST-SOLL-Vergleich). Für jedes Cluster und jedes dazugehörige Item kann somit ein Schulungsbedarf ermittelt werden, um die Mitarbeitenden für das vorgesehene Profil bzw. die vorgesehene Rolle zu qualifizieren. Im Folgenden wird das Ergebnis des Vergleichs zwischen aktuellen und zukünftigen Kompetenzanforderungen im Kompetenzprofil „Lagermitarbeitender Kommissionierung-Filterbereich“ und „Meister-Kommissionierung-Filterbereich“ beschrieben.

Es wurde erläutert, dass sich die spezifischen Anforderungen im Bereich Kommissionierung in Bezug auf die Aufgaben des Lagermitarbeitenden aktuell fast ausschließlich auf die im operativen Bereich anfallenden Aufgaben unter Berücksichtigung der spezifischen Sicherheitsvorschriften beziehen (vgl. Kapitel 6.1.5). Im Hinblick auf den zukünftigen Prozess lässt sich insgesamt festhalten, dass fundiertes Wissen über die Lagerprozesse sowie über Funktionsweise der eingesetzten Betriebs- und Hilfsmittel nach wie vor sehr wichtig sind. Im Aufgabenspektrum werden außerdem Überwachungstätigkeiten sowie Kenntnisse in der Störungs- und Fehlerbehebung wichtiger. Informations- und Datenverarbeitung sowie Fähigkeiten zur effizienten Problemlösung und das Verständnis digital ablaufender (Informations-) Prozesse sind ebenfalls für die Bewältigung der neuen Aufgaben zentral. Die Umstellung und Flexibilisierung der Kommissionierung erfordert zusätzlich eine verstärkte Selbstorganisation der Mitarbeitenden zur Verteilung der anfallenden Aufgaben im

Kommissionierer-Team, wodurch kommunikative Fähigkeiten an Bedeutung gewinnen. Das Profil Lagermitarbeitender wird abgerundet durch einen erhöhten Anspruch an die Fähigkeit, eigenverantwortlich zu handeln und dieses Handeln zu reflektieren. Die Entwicklung der Kompetenzanforderungen für den Meister gestaltet sich ähnlich zu denen der Lagermitarbeitenden. Es wird auch vom Meister ein erhöhtes Maß an Kompetenzen und Fähigkeiten verlangt. Hier kann wieder zwischen Fachkenntnissen und Führungsaufgaben unterschieden werden. Zum einen sind natürlich Kenntnisse der physischen Logistik essentiell. Die Qualifikation zum Meister an sich stellt ohnehin fundierte Kenntnisse sicher. Zum anderen kommt dem Meister im Zuge der Weiterentwicklung der Lagermitarbeitenden sowie durch den technologischen Wandel im Lager aufgrund seiner Führungsfunktion auch in Zukunft eine Schlüsselrolle zu. [Hegmanns et al. 2017b]

Für das Kompetenzfeld „Güter lagern und transportieren“ zeigt die Auswertung, dass für Lagermitarbeitende und Meister mit einer leichten Zunahme des geforderten Kompetenzniveaus zu rechnen ist. Während für die grundlegenden Prozesse der Lagerbewirtschaftung (Warenannahme, Einlagerung, Kommissionierung, Versand) mit eher geringfügigen Erhöhungen des derzeitigen Kompetenzniveaus zu rechnen ist, wird in Zukunft die Nutzung von neuen Technologien in den betroffenen Prozessen des Anwendungsfalls umso wichtiger. Werden in einem zukünftigen Szenario des Anwendungsfalls die konventionellen Betriebs- und Hilfsmittel durch autonome und so genannte „intelligente“ Hardware ersetzt, müssen die Mitarbeitenden in der Lage sein, mit diesen Betriebs- und Hilfsmitteln umzugehen und diese richtig einzusetzen. Autonom gesteuerte Zellulare Transportsysteme können Güter transportieren und sind sehr flexibel einsetzbar. Die Mitarbeitenden müssen die erforderlichen Kompetenzen erwerben, solche Systeme einzusetzen und deren Flexibilität für die Kommissionierungsprozesse zu nutzen. [Hegmanns et al. 2017b]

Die Auswertung für das Kompetenzfeld „Arbeitsprozesse umsetzen und verbessern“ zeigt folgendes Bild: Es gibt einen Bedarf an Kompetenzentwicklung in Bezug auf den Umgang mit digitalen Daten und Systemen. Der Einsatz von „intelligenter“ Hardware bedingt auch die Nutzung notwendiger (neuer) Software. Hier wird in Zukunft die Fähigkeit, die verwendete Software und ihre Funktionen zu kennen, fachgerecht zu nutzen sowie für die Arbeit erforderliche Systemdaten effizient zu ermitteln und zu interpretieren, an Bedeutung gewinnen. In Bezug auf das ganzheitliche Prozessverständnis sind für den zukünftigen Prozess erweiterte Kenntnisse für die unternehmensspezifischen und vor allem abteilungsübergreifenden Prozesse erforderlich. Dies ist vor allem darin begründet, dass der Lagermitarbeitende die Fähigkeit entwickeln muss, den gesamten Unternehmensprozess noch besser zu verstehen, Probleme frühzeitig

zu erkennen und adaptiv zu handeln. Die Digitalisierung hat das Potential, Transparenz zu schaffen, z. B. durch die Möglichkeit Informationen schnell abzurufen und zu verteilen. Es ist denkbar, dass „zu viele“ Informationen vorliegen können, sodass ein klarer Fokus fehlt, um effektiv mit der Problemlösung zu beginnen. Dem Meister fällt hier vor allen Dingen die Aufgabe zu, die Fähigkeiten seiner Mitarbeitenden, z. B. bei Ausführung der PDCA-Methode (Plan, Do, Check, Act), zu bündeln und zu kanalisieren. [Hegmanns et al. 2017b]

Aus heutiger Sicht handelt es sich bei denen in der Logistik anfallenden Tätigkeiten um überwiegend standardisierte Prozessabläufe mit geringen Entscheidungsspielräumen für Mitarbeitende. In einem zunehmend sowohl automatisierten als auch digitalisierten Prozess steht zukünftig die Interaktion und Proaktivität der Mitarbeitenden im Vordergrund. Die Auswertung für das Kompetenzfeld „Mit anderen interagieren“ spiegelt diese Entwicklung wider. Hier steigt die ermittelte Kompetenzanforderung sowohl für Lagermitarbeitende als auch für Meister. In Zukunft wird im Bereich logistischer Aufgaben eine ausgeprägte Kommunikations- und Kollaborationskompetenz im Team und in der Anleitung anderer/neuer Mitarbeitender gefordert. Die Kommunikation, das zielgerechte Verteilen von Informationen sowie die Bereitschaft mit anderen konstruktiv zusammenzuarbeiten sind notwendige Fähigkeiten, die die Effizienz der Prozesse sicherstellen. Als Beispiel kann hier das Shop-Floor-Management genannt werden. Ein Kernelement dieses Ansatzes ist, Aufgaben und Probleme im Team zu besprechen und zu lösen. Dabei sind Kommunikationsfähigkeiten zur gemeinsamen Problemlösung sehr wichtig. Zum einen um Sachverhalte an sich zu beschreiben, aber auch um beispielsweise in einer interkulturellen Gruppe von Mitarbeitenden diese Sachverhalte verständlich zu machen. [Hegmanns et al. 2017b]

Zuletzt zeigt auch das Kompetenzfeld „Eigenes Handeln reflektieren und sich weiterentwickeln“ eine steigende Kompetenzanforderung. Es wird deutlich, dass Mitarbeitende nicht nur Tätigkeiten „ausführen“, sondern dass auch verlangt wird, sein eigenes Handeln kritisch zu hinterfragen, um Verbesserungsmaßnahmen abzuleiten. Darüber hinaus wird ein gewisses Maß an Lernautonomie zukünftig wichtig. Treiber ist die Geschwindigkeit der technologischen Entwicklung, die dazu führt, dass Technologien immer schneller von neuen ersetzt werden. Mitarbeitende müssen sich dann häufiger in neue Technologien mit Hilfe unterschiedlicher Dokumentationen selbstständig einarbeiten, den Umgang beispielsweise mit neuen Betriebs- und Hilfsmitteln erlernen und diese Fähigkeiten weitergeben. Weitere wichtige Treiber dieses Kompetenzfeldes sind steigende wirtschaftliche und nachhaltigkeitsbezogene Anforderungen. Beide, Lagermitarbeitende und Meister, sind in der Pflicht, kundenorientiert und umweltschonend zu handeln und ihr Handeln nicht als isoliert innerhalb des

Logistiksystems zu sehen. Dies kann durch eine kluge Wiederverwendung von Ressourcen geschehen, z. B. durch Mehrfachnutzung von Paletten, Kartonagen und anderen Hilfsmaterialien. [Hegmanns et al. 2017b]

Zusammenfassend ist festzustellen, dass nach dem IST-SOLL-Abgleich im Hinblick auf den Zukunftsprozess ein Kompetenz-Gap bei der Rolle „Lagermitarbeitender-Kommissionierung-Filterbereich“ und „Meister-Kommissionierung-Filterbereich“ festzustellen ist. Aufgrund der zunehmenden technischen und prozessualen Komplexität müssen die Mitarbeitenden ein besseres Verständnis für die Abläufe und Kenntnisse der eingesetzten Betriebs- und Hilfsmittel entwickeln sowie ihre kognitiven Fähigkeiten verbessern – nur so können die richtigen Entscheidungen getroffen werden. Unter Berücksichtigung dieser diagnostizierten Kompetenzlücken sollten individuelle Lernpfade und Kompetenzentwicklungsangebote entwickelt und festgelegt werden, um die Kompetenzen der Mitarbeitenden für die zukünftigen Anforderungen in der Logistik zu erweitern. [Hegmanns et al. 2017b]

6.1.9 Kompetenzentwicklung am Beispiel MAHLE

Die Schulung und Weiterbildung von Mitarbeitenden spielt, insbesondere vor dem Hintergrund der strategischen Unternehmensentwicklung, eine Schlüsselrolle für den Unternehmenserfolg bei MAHLE. Das ABEKO-Kompetenzmodell ist hier ein geeignetes Instrument, um die Kompetenzbedarfe und Entwicklungspotentiale rollenspezifisch sowie mit Blick in die Zukunft zu antizipieren.

Die Entwicklung von Lernmodulen für den Anwendungsfall MAHLE schließt einige vorbereitende Schritte ein: zunächst erfolgt die Definition und Analyse einer Zielgruppe und die Analyse der Zielgruppe hinsichtlich verschiedener Parameter. Sowohl demografische Daten (z. B. Alter, Geschlecht, Nationalität) als auch lernrelevanten Daten (z. B. Bildungsniveau, Vorwissen, Lerngewohnheiten, Motivation) werden hierbei erhoben. Denn die möglichst genaue Beschreibung der Zielgruppe, für die ein Qualifizierungsprogramm entwickelt werden soll, ist unerlässlich, um möglichst passgenaue Lernangebote zu entwickeln und liefert erste Hinweise für spezielle Bedarfe bezüglich der Gestaltung der Lehr-Lernformate. Welche wesentlichen Zielgruppeneffektoren erhoben wurden, wird bereits in Kapitel 4.6.1 erörtert [Kerres 1999, S. 9 ff., Hegmanns et al. 2017b].

Neben der Zielgruppenanalyse ist die Auswahl von Inhalten entscheidend. Erst, wenn ein inhaltliches Konzept bezogen auf die zu vermittelnden Inhalte fertiggestellt ist, können entsprechende Lernmodule entwickelt werden. Der Inhalt ist ebenfalls eine wichtige – wenn nicht sogar die wichtigste – Determinante für die Wahl des Lernformats und der Methode. In unserem Anwendungsfall fiel das Kommissionieren im Filterbereich schnell

in den Fokus und wurde zum Inhalt eines Qualifizierungsprogramms erklärt. In Form von mehreren umfassenden Dokumenten, die Arbeitsanweisungen, Einarbeitungsunterlagen und dergleichen beinhalteten, wurden die Inhalte übergeben und infolge dessen didaktisch und redaktionell strukturiert und aufbereitet. [Kerres 1999, Hegmanns et al. 2017b]

Der dritte entscheidende Faktor ist das Lernziel. „Die didaktische Konzeption eines Lernangebots hängt wesentlich von dem angestrebten Lernziel ab. Deshalb sind die Ziele, die mit dem Lernangebot verknüpft sind, zu benennen.“ [Kerres 1999, S. 295]. Dies kann ein übergeordnetes Ziel der gesamten Qualifizierungsmaßnahme sein. Es ist aber empfehlenswert, ebenfalls für die Unterkapitel bis hin zur kleinsten didaktisch sinnvollen Einheit Lernziele zu formulieren. Jedes Lernziel ist somit eingebettet in vorangehende und nachfolgende Lernziele. Die vorausgegangenen Lernerfolge sind ein wesentliches Fundament für die erfolgreiche Aneignung des neuen Wissens und Könnens. Gleichzeitig bereitet dieses Wissen auf die noch folgenden Lernschritte vor [Bloom 1976, Hegmanns et al. 2017b]. An dieser Stelle ist abgeleitet von den ABEKO-Kompetenzniveaustufen eine ABEKO-Lerntaxonomie entwickelt worden. Um sowohl motorische als auch kognitive Lernziele in einer Lerntaxonomie abbilden zu können – da dieses Spektrum in Zukunft erwartungsgemäß auf jeden Kommissionierer zukommen wird – wurden die ersten drei Stufen der motorischen Lerntaxonomie nach Bloom mit den letzten Stufen der kognitiven Lerntaxonomie nach Bloom kombiniert (vgl. Kapitel 4.4.4).

Zielgruppe, Inhalte und Lernziel – dies sind drei der wichtigsten Determinanten, um Lernangebote zu entwickeln. Mit der Analyse und Definition aller drei Faktoren bei MAHLE war der Weg geebnet, um ein methodisch-didaktisches Konzept für die Lernmodule zu entwickeln.

An erster Stelle steht die grundsätzliche Entscheidung für eine Lernform: online oder offline? E-Learning, Präsenz oder die Kombination aus beidem? Was ist bei MAHLE üblich, was ist gewünscht? Auch MAHLE ist vom ökonomisch getriebenen Effizienzgedanken beeinflusst. Es geht darum, in möglichst kurzer Zeit, selbstständige Kommissionierer auszubilden. Die knapper werdenden zeitlichen Ressourcen sind hierbei ein starkes Argument für kurze, aber effektive Lerneinheiten. Eine Antwort darauf kommt aus dem sogenannten Mikrolernen: die sogenannten Lernatome der Materna Lernwelt sind kleinstmögliche, didaktisch sinnvolle Einheiten. Es handelt sich um kurze, flexibel einsetzbare und meist webbasierte Bildungsangebote. Für eine schnelle Einarbeitung ohne Informationsverluste stellen Lernatome aufgrund ihrer Kürze eine optimale Möglichkeit der Informationsübermittlung und des Lernens dar. [Hegmanns et al. 2017b].



Abbildung 6-6: Beispielhafte Darstellung der E-Learning-Einheit zur Kommissionierung

Beim Praxispartner MAHLE fiel die Wahl im Anwendungsfall Kommissionierung daher auf Kompetenzentwicklungsmaßnahmen im Blended-Learning-Format. Ziel der Maßnahmen ist es, den Mitarbeitenden die nötige Handlungskompetenz für die Ausübung der Tätigkeit im Bereich Kommissionierung zu vermitteln. Dazu benötigen die Mitarbeitenden neben dem Hintergrundwissen auch praktische Anteile in den Schulungen, um beispielsweise das Fahren eines Gabelstaplers oder den Umgang mit Kommissioniergeräten zu erlernen. Mit sogenannten On-the-job-Trainings soll daher der Praxisbezug hergestellt werden. Die E-Learning-Einheiten vermitteln das nötige Hintergrundwissen (z. B. über Logistikprozesse, Wartung der Fahrzeuge) und können als Nachschlagewerk genutzt werden, um Informationen nachzulesen und Abläufe noch einmal nachvollziehen zu können. Beispielhafte E-Learning-Einheiten zu verschiedenen Themen finden sich in den Abbildungen 6-6 und 6-7. [Hegmanns et al. 2017b]



Abbildung 6-7: Beispielhafter E-Learning-Kurs „Auftragsbearbeitung“

Nach den E-Learning-Einheiten folgen deshalb oft On-the-job-Trainings, um das Wissen in der Praxis anzuwenden, was gerade bei der praktischen Tätigkeit eines Mitarbeitenden in der Kommissionierung wichtig ist. Daher steht außer Frage, ein reines E-Learning-Angebot zu schaffen, sondern stattdessen ein Blended-Learning-Format zu entwickeln, bei dem praktische On-the-job-Einheiten sinnvoll miteinander verwoben werden.

Entlang des Arbeitsprozesses wurden die Inhalte strukturiert und geclustert. Der Fokus liegt darauf, eine Tätigkeit Schritt für Schritt zu erklären. So bilden einzelne Lernatome die jeweiligen Schritte der Tätigkeit ab. Da ein Tätigkeitsschritt mehrere Items umfassen kann, zielt ein Lernatom auch auf unterschiedliche Items, zum Teil sogar Items unterschiedlicher Kompetenzcluster, ab. So dienen die Lernatome der Entwicklung einer Kompetenz.

Die Strukturierung der Lerninhalte brachte zwei Kapitel hervor: „Grundlagen Kommissionierung“ (vgl. Abbildung 6-6) und „Auftragsbearbeitung“.

Jedes der 21 Lernmedien wurde mediendidaktisch ausgearbeitet. Pro Lernmedium wurden adäquate Medien- und Interaktionsformate ausgewählt und festgelegt. Alle Medien werden detailliert beschrieben und in Drehbücher überführt. Dies beinhaltet auch

die Skizzierung für die Umsetzung. In dieser Granularität wurde ein Kurs für den Anwendungsfall MAHLE prototypisch entwickelt.

Sobald die vollständige Schulung ins System integriert wurde, kann das Assistenzsystem auf Basis ihrer Kompetenzprofile jedem potenziellen Schulungsteilnehmer einen individuellen Entwicklungspfad berechnen. Wird ein Gap zwischen IST und SOLL festgestellt, berechnet das Assistenzsystem für jede Person und jedes Kompetenzprofil individuelle Entwicklungspfade. Diese entstehen durch eine gezielte Auswahl genau derjenigen Lernatome, die zur Qualifizierung der benötigten Kompetenzcluster definiert wurden. Das erfolgreiche Absolvieren von Lerneinheiten wird wiederum an das System zurückgespielt und fließt in das weitere Kompetenzmanagement mit ein. Ob die Möglichkeit zur automatischen Erstellung individueller Entwicklungspfade genutzt wird, obliegt dem didaktischen Konzept der Schulung.

7 Verwertung des Ergebnisses

7.1 TU Dortmund

Die im Projekt gewonnenen Ergebnisse werden für ein Dienstleistungsangebot zur Beratung im operativen Kompetenzmanagement genutzt. Dieses Angebot beruht vor allem auf den entwickelten Prognosen über technische und organisationale Zukunftsentwicklungen im Bereich der Logistik. Dort, wo Zukunft sich angesichts vielschichtiger denkbarer Entwicklungspfade nur offener beschreiben lässt, bedarf es mittel- bis langfristig der Entwicklung dynamischer Kompetenzmodelle. Außerdem werden die didaktischen Erkenntnisse über eine demografiesensible Kompetenzentwicklung genutzt, um mittel- bis langfristig möglichst alle Beschäftigungsgruppen an der technischen und organisationalen Weiterentwicklung von Unternehmen teilhaben zu lassen. Die Verknüpfung der sozialwissenschaftlichen und didaktischen Beratungsaspekte bietet langfristig die Möglichkeit, die unternehmensinterne Aus- und Weiterbildung nicht rein fachlich orientiert zu gestalten, sondern gezielt soziale und hier im Speziellen demografische Aspekte mit einzubeziehen.

Das Zentrum für Hochschulbildung (ZHB) führt Weiterbildungsveranstaltungen für Lehrende an Hochschulen und in der betrieblichen Weiterbildung durch. Außerdem berät es Fakultäten und Hochschulleitungen in hochschuldidaktischen Fragen, z. B. bei der Curriculumsgestaltung. Vor diesem Hintergrund liegt ein wesentlicher Aspekt der Verwertung der Projektergebnisse für das ZHB in der Übertragung der Ergebnisse, die im betrieblichen Kontext generiert werden, auf den Bereich der Hochschule einerseits und die betriebliche Weiterbildung andererseits. Dies gilt insbesondere für die demografiesensible Kompetenzentwicklung und die, für die Zukunft der Produktions- und Logistiksysteme identifizierten, Kompetenzanforderungen. Das Strukturmodell bietet neben einer fachlichen Struktur auch eine Struktur für die Curriculumsgestaltung auf Basis von Kompetenzen in den Produktions- und Logistiksystemen. Die im Projekt gewonnenen Ergebnisse fließen daher in die Beratung von Fakultäten und Hochschulen zur Curriculumsgestaltung ein.

Aus didaktischer Perspektive werden mit den zu erwartenden Strukturmodellen erste Orientierungspotentiale für demografiebezogene Lehrinnovationen bereitgestellt, wobei jedoch langfristig Replikationsstudien und vertiefende Studien aus hochschuldidaktischer Perspektive notwendig sind.

Aufbauend auf den Forschungsergebnissen in Bezug auf den demografischen Wandel im Kontext der Produktions- und Logistiksysteme, werden hochschuldidaktische Workshops

zur Demografiesensibilität angeboten. Diese Workshops adressieren das Thema Demografie auf zwei Ebenen: Auf der einen Seite werden Lehrende dahingehend ausgebildet, dass sie ihre eigene Lehre im Bereich der Produktions- und Logistiksysteme demografiesensibel bzw. diversitätssensibel gestalten. Auf der anderen Seite wird mit Lehrenden ein Konzept ausgearbeitet, welches das Thema Demografie selbst in der Lehre adressiert. Da Studierende später zumeist in Führungspositionen arbeiten werden, ist es wichtig, dass ihnen das Thema Demografie sowie der Einfluss auf die Logistik einerseits bewusst ist und andererseits abzuleitende Maßnahmen bekannt sind.

7.2 MAHLE Aftermarket GmbH

Im Rahmen des Forschungsvorhabens konnte ein geeignetes Modell entwickelt werden, welches die MAHLE Aftermarket GmbH in die Lage versetzt, den durch den demografischen, technologischen und strukturellen Wandel entstehenden Anforderungen an Prozesse, Arbeitsorganisation und Mitarbeitende gerecht werden zu können.

Hierfür erfolgt der perspektivische Einsatz des adaptierten logistikspezifischen ABEKO-Kompetenzmodells im Personal-Recruiting der MAHLE Aftermarket GmbH am Standort Schorndorf. Das Kompetenzmodell dient dabei der Ermittlung der gegenwärtigen Mitarbeiterkompetenz und der zukünftigen Kompetenzanforderung an die MAHLE Aftermarket GmbH, um Handlungsbedarfe zu identifizieren und frühzeitig erforderliche Kompetenzentwicklungsmaßnahmen einleiten zu können.

Das Kompetenzmodell, welches im Rahmen des Forschungsprojektes erfolgreich auf einzelne Betriebsbereiche und Prozesse am Standort Schorndorf abgestimmt wurde, gilt es mittelfristig auch standort- und unternehmensübergreifend im Geschäftsbereich MAHLE Aftermarket einzuführen und zu etablieren.

7.3 Materna TMT GmbH

Ausgerichtet an den Ergebnissen, die durch die Anwendung am Praxispartner MAHLE gewonnen werden konnten, kann das Assistenzsystem technisch zu einem marktdurchdringenden Produkt weiterentwickelt werden.

Hierzu müssen die programmierten Module um definierte Nutzerrollen und ein Berechtigungskonzept erweitert werden, die den Zugriff auf die unterschiedlichen Programmteile regulieren. Dadurch kann nur ein bestimmter Personenkreis den betriebsspezifischen Katalog erstellen, Änderungen vornehmen und Kompetenzprofile anlegen. Darüber hinaus werden einer Führungskraft dann eindeutig die Mitarbeitenden freigeschaltet, denen sie hierarchisch zugeordnet sind und über die sie auch eine

Einschätzung liefern können. Und Mitarbeitende erhalten ausschließlich auf die Oberfläche zur Selbsteinschätzung Zugriff.

Des Weiteren ist die Erweiterung des universellen Schnittstellenadapters um zusätzliche Plugins geplant. Der Schnittstellenadapter, der für die Anbindung an das HR-System des Unternehmens eingesetzt wird und die Daten zwischen HR- und Assistenzsystem austauscht, sollte daher um marktrelevante HR-System-Plugins ergänzt werden. Beispiele hierfür sind Systeme von SAP² oder Materna³.

² SAP Deutschland SE & Co. KG: <https://www.sap.com/germany/product/hcm.html>.

³ Materna GmbH: <https://www.materna.de/DE/Business-Lines/Government/Personal-und-Arbeitszeit-Management/HR-System-EPOS/node.html>

8 Zusammenarbeit mit anderen Stellen oder außerhalb des Verbundprojektes

Im Rahmen des Projekts wurde der Kontakt zum Bundesinstitut für berufliche Bildung (BIBB), Kompetenzzentrum Dortmund „Mittelstand digital“, dem Weiterbildungsforum Oberhausen und der Arbeitsagentur Essen-Oberhausen aufgebaut und die Projektergebnisse kontinuierlich transferiert.

Insbesondere werden die Projektergebnisse durch die Mitwirkung im begleitenden Expertenkreis im Projekt des BIBB Berufsbildung 4.0 – Facharbeiterqualifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen / Säule 1: Screening ausgewählter Ausbildungsberufe, Fortbildungsregelungen und Branchen / hier: Fachkraft für Lagerlogistik“, verwertet

Die Projektergebnisse bzgl. demografiesensibler Kompetenzdiagnostik und -entwicklung in der beruflichen Ausbildung zur „Fachkraft für Lagerlogistik“ werden konsequent im Rahmen der Anschlussforschung integriert. Beispielhaft sind die folgenden Anschlussforschungsaktivitäten, die auf den Ergebnissen des ABEKO basieren, zu nennen:

- kooperativer Antrag mit dem BIBB zur Vorlage bei der Hans-Böckler-Stiftung zum Thema „Berufliche Laufbahnen in der operativen Logistik“
- das Verbundprojekt „CreaLOGtiv – Kreativwirtschaftliche Entwicklung einer spielbasierten Lernumgebung für die Logistik 4.0“ im Leitmarktwettbewerb CreateMedia.NRW wurde positiv bewertet.

Um das erarbeitete Assistenzsystem, das Kompetenzmodell für die operative Logistik sowie die beispielhaften Lerninhalte als Ergebnis des Verbundvorhabens auch nach Projektende weiterentwickeln und nutzen zu können, wird die Zusammenarbeit mit den Bildungsträgern, Arbeitsagenturen, dem Kompetenzzentrum „Digital in NRW“ und den IHKs fortgesetzt. Des Weiteren wird zurzeit ein Dienstleistungsangebot zur Beratung und Schulung konzipiert.

9 Darstellung des während des Vorhabens bekannt gewordenen Fortschritts auf diesem Gebiet bei anderen Stellen

Im Rahmen des Austauschs bei der Förderschwerpunkttagung, Hildesheim 2016 wurden relevanten Vorarbeiten bei den nachfolgenden Verbundprojekten für den Kompetenzkatalog, die Kompetenz-Gap-Analyse und die technische Realisierung sowie den Aufbau des Tools erkannt:

1. Verbundprojekt StraKosphere (Strategisches Kompetenzmanagement in nicht-forschungsintensiven KMU des verarbeitenden Gewerbes) der Universität Paderborn, Lehrstuhl für Arbeits- und Organisationspsychologie, Prof. Dr. Niclas Scharper [StraKosphere 2017]
2. Verbundprojekt In-K-Ha (integriertes Konzept der Kompetenzentwicklung im Handwerk) der TU Braunschweig, Lehrstuhl für Arbeits-, Organisations- und Sozialpsychologie, Prof. Dr. Simone Kauffeld. [In-K-Ha 2017]

Zu den beiden Projekten wurde ein Erfahrungsaustausch angestoßen und die Ergebnisse daraus konnten erfolgreich in die Bearbeitung des Projekts integriert werden.

10 Veröffentlichungen, Vorträge und Transferveranstaltungen

10.1 Veröffentlichungen

Jahr	Bibliographische Angaben
	Straub, N.; Hegmanns, T.; Kaczmarek, S.: Betriebliches Kompetenzmanagement für Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 6/2014; S. 415 - 418.
	Straub, N.; Kaczmarek, S.; Hegmanns, T. (2014): Betriebliches Kompetenzmanagement als Schlüsselfunktion für die Umsetzung der Industrie 4.0. In: E. Müller (Ed.): Produktion und Arbeitswelt 4.0, Wissenschaftliche Schriftenreihe des Instituts für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme, Chemnitz.
	Pressemeldung der Lebensmittel-Zeitung vom 01.08.2014
	Pressemeldung Logistik Heute vom 08.08.2014
	Straub, N.; Kaczmarek, S.; Drotleff, U. (2015): Demografiesensibles Kompetenzmanagement Entwicklung eines Assistenzsystems zum demografiesensiblen betriebspezifischen Kompetenzmanagement für Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft (ABEKO). In: Industrie Management, 3/2015; pp. 57 - 60.
	Kaczmarek, S.; Straub, N.; Hegmanns, T. (2015): Aus- und Weiterbildung für die Arbeitswelt 4.0. In: Logistik Heute, 6/2015; pp. 22 - 23.
	Hegmanns, T.; Straub, N.; Kaczmarek, S. (2015): Demografiesensibles Kompetenzmanagement für die Logistik. In: Präview, 2/2015; pp. 16-17.
	Straub, N.; Kaczmarek, S.; Hegmanns, T.; May, D.; Haertel, T.; Möllmann, A.; Zaremba, B. (2016): Kompetenzmodell für die operative Logistik in der Arbeitswelt 4.0. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. 10/2016, S. 645-649.
	Dehler, Johanna., Gurriss, Silke (2016) Studie: Eingerostet oder Erfahren? Anders oder Anpassungsfähig? Herausforderungen und Chancen für die betriebliche Weiterbildung im demografischen Wandel.

	https://www.materna-tmt.de/blog/unsere-studie-demografischer-wandel-weiterbildung/ .
	Straub, N.; Kaczmarek, S.; Hegmanns, T.; Niehues, S. (2017) Logistik 4.0 – Logistikprozesse im Wandel. Technologischer Wandel in Logistiksystemen und deren Einfluss auf die Arbeitswelt in der operativen Logistik. In: Industrie Management 33 (2017) 2, S. 47-51.
	Straub, N.; Kaczmarek, S.; Hegmanns, T. (2017) Mitarbeiterkompetenzen in der Logistik 4.0. In: Jahrbuch Logistik 2017. unikat Werbeagentur GmbH, Wuppertal, pp. 90-94.
	Neubauer, D.; Löcken, J.; Hartel, T.; May, D.; Radtke, M.; Dehler, J. (2017): Praxis-Leitfaden zur Gestaltung demografiesensibler beruflicher Weiterbildung. Technische Universität Dortmund.
	Hegmanns, T.; Straub, N.; Kaczmarek, S; May, D.; Radtke, M.; Haertel, T.; Neubauer, D. (2017): Identifikation zukünftiger Kompetenzbedarfe in der Logistik. In: C. Angelika, Bullinger-Hoffmann (Hrsg.): Zukunftstechnologie und Kompetenzbedarfe – Kompetenzentwicklung in der Arbeitswelt 4.0, Buchreihe Kompetenzmanagement in Organisationen (Reihen-Hrsg: Kauffeld, S.; Truschkat, I.; Knackstedt, R.) Springer-Verlag Berlin Heidelberg (in press)
	Hegmanns, T.; Straub, S.; Kaczmarek, S.; Rudolph, B.; Sobiech, D.; Müller, S.; Dehler, J.; Hertel, T.; May, D.; Radtke, M.; Neubauer, D.; Möllmann, A.; Zeremba, B. (2017): Kompetenzmanagement in der Logistik der Zukunft – ein Umsetzungsbeispiel von der Modellierung und Diagnostik zur unternehmensspezifischen und individuellen Kompetenzentwicklung Identifikation zukünftiger Kompetenzbedarfe in der Logistik. In: Zukunftstechnologie und Kompetenzbedarfe – Kompetenzentwicklung in der Arbeitswelt 4.0, Buchreihe Kompetenzmanagement in Organisationen (Reihen-Hrsg: Kauffeld, S.; Truschkat, I.; Knackstedt, R.) Springer-Verlag Berlin Heidelberg (in press)

10.2 Konferenz- und Tagungsbeiträge

Jahr	Bibliographische Angaben
------	--------------------------

2014	Straub, N.; Kaczmarek, S.; Hegmanns, T. (2014): Betriebliches Kompetenzmanagement als Schlüsselfunktion für die Umsetzung der Industrie 4.0. TBI ,14 - 15. Tage des Betriebs- und Systemingenieurs, 06.-07. November 2014, Technische Universität Chemnitz, Chemnitz 2014.
	Besenfelder, C. (2014): Fertigungsstrukturwandel – organisatorische Gestaltungsfelder der Produktionslogistik. In: E. Müller (Ed.): Produktion und Arbeitswelt 4.0, Wissenschaftliche Schriftenreihe des Instituts für Betriebswissenschaften und Fabrikssysteme, Chemnitz.
2015	Haertel, T., Radtke, M., Terkowsky, C., May, D., Neubauer, D., Dehler, J. (2015) Konferenzbeitrag: Too Old to Learn? Specific Needs of Senior Workplace Learners in: Interactive Collaborative Learning (ICL), 2015 International Conference on Date of Conference; pp. 132-136.
	Straub, N. (2016): Kompetenzanforderungen für die Arbeitswelt 4.0 in der Logistik. BMBF Förderschwerpunkttagung „Betriebliches Kompetenzmanagement im demografischen Wandel - Kompetenzen vernetzen“, 18.-19. Februar 2016, Hildesheim/Deutschland.
	Straub, N., Kaczmarek, S., May, D., Radtke, M., Neubauer, D., Haertel, T., Hegmanns, T. (2016): Kompetenzmodell für die operative Logistik in der Industrie 4.0 – ein Spannungsfeld zwischen Status Quo und zukünftigen Anforderungen. 62.GfA „Arbeit in komplexen Systemen. Digital, vernetzt, human?!“, 02.-04. März 2016, Aachen/Deutschland.
	Austerjost, M.; Besenfelder, C. (2016): Wissensbasierte Instandhaltung durch Unternehmenskollaboration. AIKIDA. The Maintenance Monitoring Control Conference, 15-16.11.2016, Aachen/Deutschland.
	Straub, N., Kaczmarek, S., Hegmanns, T. (2016): Assistenzsystem zum demografiesensiblen betriebsspezifischen Kompetenzmanagement für Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft. INNTERACT Conference „3D Sensation“, 23.-24. Juni 2016, Chemnitz/Deutschland.

10.3 Transferveranstaltungen, Vorträge

Jahr	Bibliographische Angaben
------	--------------------------

2014	Posterausstellung bei der 6. Dortmund Spring School for Academic Staff Developers (DOSS) am 27.05.2014.
	<p>Expertinnen- und Expertenworkshop „Alternde Belegschaft - Trends in der Weiterbildung“; ZHB; TU Dortmund.</p> <p>Poster- und Demonstratorausstellung auf der BMBF-Fachtagung „Arbeit in der digitalisierten Welt“, 28.-29.05.2015, Berlin.</p> <p>27.-30.10.2015 Posterpräsentation auf der A+A - Persönlicher Schutz, betriebliche Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit. Internationale Fachmesse und Kongress.</p>
	<p>Kaczmarek, S. (2016) „Arbeit 4.0 in der operativen Logistik“. Vortrag Weiterbildungsforum Oberhausen-Mülheim, Oberhausen 10.11.2016.</p> <p>Straub, N. (2016) Arbeit in der operativen Logistik in der Industrie 4.0 – ein Spannungsfeld zwischen Status Quo und zukünftigen Anforderungen. „Workshop Industrie 4.0“ in Kooperation mit dem Fraunhofer IML und dem Kompetenzzentrum für den Mittelstand „Digital NRW“, Dortmund 18.04.2016.</p>
	<p>ABEKO bei der Abschlusstagung der Fokusgruppe 4 „Zukunftstechnologien und Kompetenzbedarfe im demografischen Wandel“ am 31.01.2017 an der Ruhr-Universität Bochum.</p> <p>Straub, N. (2017) „Arbeit 4.0 – neue Kompetenzanforderungen in der operativen Logistik“. ABEKO Transferveranstaltung „Facharbeit in der Logistik. Über Arbeit im Kontext der Digitalisierung und neue Wege des Kompetenzmanagements“, 11.01.2017, Dortmund.</p> <p>Transferveranstaltung „IML LAB Tour - Logistik 4.0 –neue Kompetenzanforderungen in der operativen Arbeitswelt“ für Arbeitgeberverbund Bochum in Kooperation mit dem Digital in NRW - Das Kompetenzzentrum für den Mittelstand des Fraunhofer- Institut für Materialfluss und Logistik., 28.06.2017, Dortmund.</p>

10.4 Abschlussarbeiten

1	Agkatsev, A.: Methoden zur Zukunftsanalyse industrieller Produktions- und Logistiksysteme – Stand der Technik, Bachelor-Arbeit, TU Dortmund, LFO, 2014.
---	---

2	Noroschat, D.: Konzeption eines Kompetenzstrukturmodells für innerbetriebliche Logistiksysteme der Zukunft, Diplomarbeit, TU Dortmund, LFO, 2014.
3	Sahin, A.: Megatrends und deren Einfluss auf Kompetenzanforderungen für Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft, Bachelor-Arbeit, TU Dortmund, LFO, 2014.
4	Niehues, S.: Sozio-technische Systeme in der Logistik im Kontext der Industrie 4.0, Bachelor-Arbeit, TU Dortmund, LFO, 2015.
5	Schubek, B.: Analyse technologischer Entwicklungstrends und deren Einfluss auf die Lagerlogistikprozesse der Zukunft, Bachelor-Arbeit, TU Dortmund, LFO, 2015.
6	Heeringa, M.: Der Einfluss der demografischen Entwicklung auf die Gestaltung betrieblicher Weiterbildung in Logistiksystemen der Zukunft, Master-Arbeit, TU Dortmund, LFO, 2015.
7	Heß, C.: Technologie Screening und Konzeption beispielhafter Zukunftsszenarien für die Kommissionierung in der Industrie 4.0, Master-Arbeit, TU Dortmund, LFO, 2015.
8	Piper, W.: Der demografische Wandel in intralogistischen Prozessen im operativen Bereich, Master-Arbeit, TU Dortmund, LFO, 2015.
9	Lampenschulten, M.: Systematik zur Bewertung von Einsatzmöglichkeiten von Augmented Reality in der Instandhaltung, Master-Arbeit, TU Dortmund, LFO, 2016.
10	Birkner, S.: Personalplanung in der Logistik 4.0 - Stand der Technik im internationalen Vergleich, Bachelor-Arbeit, TU Dortmund, LFO, 2017.

11 Literaturverzeichnis

Abele, E. & Reinhart, G. (2011). Zukunft der Produktion: Herausforderung, Forschungsfelder, Chancen. München: Carl Hanser Verlag.

acatech (2016): Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0. Stand April 2016.

Ahrens, D. & Spöttl, G. (2015): Industrie 4.0 und Herausforderungen für die Qualifizierung von Fachkräften. In: H. Hirsch-Kreinsen; P. Ittermann; J. Niehaus (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Baden-Baden: edition sigma, S. 185-204.

Arnold, D. (2008): Aufgaben innerbetrieblicher Logistiksysteme. In: D. Arnold, H. Isermann, A. Kuhn, H. Tempelmeier, K. Furmans (Hrsg.): Handbuch Logistik, 3. Aufl., Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 19-21.

bayme vbm (2016): Studie Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie. bayme vbm, https://www.baymevbm.de/Redaktion/Freizugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Bildung/2016/Downloads/baymevbm_Studie_Industrie-4-0.pdf, 17.07.2017.

Beck, S. (2004): Skill-Management. Konzeption für die betriebliche Personalentwicklung. Dissertation Universität Hohenheim.

Berufenet (2015): Kurzbeschreibung Fachkraft für Lagerlogistik. <https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/bkb/27448.pdf>. 02.12. 2015.

Bichler, K.; Riedel, G.; Schöppach, F. (2013): Kompakt Edition: Lagerwirtschaft. Grundlagen, Technologien und Verfahren. Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Biermann, H.; Bühler, C.; Kunzendorf, M.; Schaten, M. (2012): Zukunftsorientiertes Konzept zur Qualifizierung von Menschen mit Behinderung in der Logistik mittels barrierefreier Bildungstechnologie. Schlussbericht ELoQ.

Blickle, G. (2014): Anforderungsanalyse. In: F. Nerdinger, G. Blickle, N. Schaper: Arbeits- und Organisationspsychologie. 3. Auflage, Berlin und Heidelberg: Springer Verlag: S. 208-220.

Bloom, B. S. (1976): Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich. Weinheim, Basel: Beltz Verlag.

BMBF (2007): Hightech-Strategie – IKT 2020. Hrsg.: BMBF.

BMI (2011): Demografiebericht. Bericht der Bundesregierung zur demografischen Lage und künftigen Entwicklung des Landes. <http://www.bmi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/2012/demografieberi>

cht.pdf;jsessionid=C7C802222C438C99C37A6BCD6A51768E.2_cid373?_blob=publicationFile. 13.03.2013.

Bohn, F. (2007): Erfolgsquellen in deutschen Unternehmen. Warum ein Produktionssystem alleine nicht ausreicht. In: REFA-Nachrichten, H.1/2007, S. 20-25.

Bothof, A (2015): Zukunft der Arbeit im Kontext von Autonomik und Industrie 4.0. In: BMWi (Hrsg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, S. 4-8.

Bothof, A. & Hartmann, E. A. (2016): Zukunft der Arbeit in der Industrie 4.0. Baden-Baden: Springer Vieweg Verlag.

Bretschneider, M. (2006): Kompetenzentwicklung aus der Perspektive der Weiterbildung. Deutsches Institut für Erwachsenenbildung.

Bretzke, W.-R. (2010): Logistische Netzwerke. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

BLK, BUND-LÄNDER-KOMMISSION für Bildungsplanung und Forschungsförderung (2004): Strategie für Lebenslanges Lernen in der Bundesrepublik Deutschland. BLK (Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung, 115), Bonn.

DIN EN 14943:2006-03 (2006): Transportdienstleistungen - Logistik - Glossar; Deutsche Fassung, Beuth Verlag.

Dreyfus, H. L. & Dreyfus, S. E. (1991): Künstliche Intelligenz. Von den Grenzen der Denkmachine und dem Wert der Intuition. Reinbek: Rowohlt Taschenbuchverlag.

Elkman, N.; Berndt, D.; Leye, S.; Richter, K.; Mecke, R. (2015): Arbeitssysteme der Zukunft. In: M. Schenk (Hrsg.): Produktion und Logistik mit Zukunft Digital Engineering and Operation, Berlin: Springer-Verlag, S. 49-147.

Engelbert, W. (2014): Kompetenz-Management in der Industrie. München: Hampp Verlag.

Erpenbeck, J. & Heyse, V. (2007a): Die Kompetenzbiographie. Wege der Kompetenzentwicklung. 2.Aufl., Münster: Waxmann.

Erpenbeck, J. & Heyse, V. (2007b): Die Kompetenzbiographie. Strategien der Kompetenzentwicklung durch selbstgesteuertes Lernen und multimediale Kommunikation, Münster, München: Waxmann.

Erpenbeck, J & Rosenstiel, L. (2007): Handbuch Kompetenzmessung. 2. Auflage, Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.

- Filz, B. M. (2008): Veränderungsprozesse in logistischen Systemen. In: P. Klaus: Gabler-Lexikon Logistik: Management logistischer Netzwerke und Flüsse; [A - Z], 4. Aufl., Wiesbaden: Gabler.
- Fleischmann, B. (2008): Begriffliche Grundlagen. In: D. Arnold, H. Isermann, A. Kuhn, H. Tempelmeier, K. Furmans (Hrsg.): Handbuch Logistik, 3. Aufl., Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Friedl, C. (2013): Industrie 4.0- Update für die Fabrik der Zukunft. In: MaschinenMarkt (2013) 8, S. 24-25.
- Gausemeier, J. & Plass, C. (2014): Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung. Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen. 2. Aufl., München, Wien: Carl Hanser Verlag.
- Gerlach S. (2014): Die Stechuhr schlägt zurück. <http://blog.iao.fraunhofer.de/die-stechuhr-schlaegt-zurueck/>. 20.10.2016.
- Gessler, M. (2006): Das Kompetenzmodell. In: R. Bröckermann, M. Müller-Vorbrüggen (Hrsg.): Handbuch Personalentwicklung. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, S. 23-41.
- Günther, W.A. & Schneider, O. (2011): Forschungsbericht – Methode zur einfachen Aufnahme und intuitiven Visualisierung innerbetrieblicher logistischer Prozesse. Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik. TU München. http://www.fml.mw.tum.de/fml/images/Publikationen/Forschungsbericht_ProzessLog_komplett.pdf. 08.06.2017.
- Hegmanns, T.; Straub, N.; Kaczmarek, S. (2015): Demografiesensibles Kompetenzmanagement für die Logistik. In: Praeview, 2 (2015), S. 16-17.
- Hegmanns, T.; Straub, N.; Kaczmarek, S.; May, D.; Radtke, M.; Haertel, T.; Neubauer, D. (2017a): Identifikation zukünftiger Kompetenzbedarfe in der Logistik. In: C. Angelika, Bullinger-Hoffmann (Hrsg.): Zukunftstechnologie und Kompetenzbedarfe – Kompetenzentwicklung in der Arbeitswelt 4.0, Buchreihe Kompetenzmanagement in Organisationen (Reihen-Hrsg: Kauffeld, S.; Truschkat, I.; Knackstedt, R.), Berlin Heidelberg: Springer Verlag.
- Hegmanns, T.; Straub, S.; Kaczmarek, S.; Rudolph, B.; Sobiech, D.; Müller, S.; Dehler, J.; Hertel, T.; May, D.; Radtke, M.; Neubauer, D.; Möllmann, A.; Zeremba, B. (2017b): Kompetenzmanagement in der Logistik der Zukunft – ein Umsetzungsbeispiel von der Modellierung und Diagnostik zur unternehmensspezifischen und individuellen Kompetenzentwicklung Identifikation zukünftiger Kompetenzbedarfe in der Logistik. In: Zukunftstechnologie und Kompetenzbedarfe – Kompetenzentwicklung in der

Arbeitswelt 4.0, Buchreihe Kompetenzmanagement in Organisationen (Reihen-Hrsg: Kauffeld, S.; Truschkat, I.; Knackstedt, R.), Berlin Heidelberg: Springer Verlag.

Heyse, V. & Erpenbeck, J. (2009): Kompetenztraining. Informations- und Trainingsprogramme. 2. Aufl., Schäffer Poeschel.

In-K-Ha (2017): Projekt „Integrierte Kompetenzentwicklung im Handwerk“ (In-K-Ha). https://www.tu-braunschweig.de/Medien-DB/aos/hinterlegte-pdfs/informationen_zum_kompetenz-navi.pdf, Abrufdatum 05.09.2017

Ittermann, P.; Neuhaus, J.; Hirsch-Kreinsen, H. (2015): Arbeiten in der Industrie 4.0. Trendbestimmungen und arbeitspolitische Handlungsfelder. Hrsg. Hans-Böckler-Stiftung.

Jäckel, L. C.; Kerlen, I.; Pfeiffer, J.; Wessels, J. (2006): Lernformen für den Einsatz in kleinen und mittleren Unternehmen. Arbeitsgemeinschaft Betriebliche Weiterbildungsforschung e. V./Projekt Qualifikations-Entwicklungs-Management, Berlin.

Jünemann, R. & Schmidt, T. (2000): Materialflußsysteme. System-technische Grundlagen. 2. Aufl., Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.

Jungmann, T. & Uygun, Y. (2010): Das Dortmunder Prozesskettenmodell in der Intralogistik. In: G. Bandow; H. Holzmüller (Hrsg.): „Das ist gar kein Modell!“: unterschiedliche Modelle und Modellierungen in Betriebswirtschaftslehre und Ingenieurwissenschaften Wiesbaden: Gabler, S. 357-382.

Kaczmarek, S.; Straub, N.; Henke, M. (2017): Spielbasierte Ansätze für neue Herausforderungen in der Logistik. In: Logistik für Unternehmen. 2017, In Druck.

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

Käppner, M.; Laakman, F.; Stracke, N. (2002): Dortmunder Prozesskettenparadigma – Grundlagen. Technical Report 02005.

Kauffeld, S. (2010): Nachhaltige Weiterbildung. Betriebliche Seminare und Trainings entwickeln, Erfolge messen, Transfer sichern. Heidelberg: Springer Verlag.

Kaufmann, T. (2015): Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge., Wiesbaden: Springer Verlag.

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

- Kerres, M. (1999): Didaktische Konzeption multimedialer und telemedialer Lernumgebungen. In: HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik. Band 205, http://mediendidaktik.uni-due.de/sites/default/files/dk-mmtl_0.pdf, S. 9-21.
- Kerres, M. (2012): Mediendidaktik. Konzeption und Entwicklung mediengestützter Lernangebote. 3. Auflage, München: Oldenbourg
- Khajavi, S.; Partanen, J.; Holström, J. (2014): Additive manufacturing in the spare parts supply chain. In: Computers in Industry 65 (2014), S. 50-63.
- Klieme, E. et al (2003): Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise, Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.), Bonn.
- Klieme, E. & Leutner, D (2006): Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. Beschreibung eines neu eingerichteten Schwerpunktprogramms der DFG. In: Zeitschrift für Pädagogik 52 (2006) 6, S. 876-903.
- KMK, Kultusministerkonferenz (2004): Verordnung über die Berufsausbildung im Lagerbereich. Fachkraft für Lagerlogistik. Bertelsmann Verlag.
- Kreimeier, D.; Kreggenfeld, N.; Prinz, C. (2014): Situative Kompetenzanpassung für die Mensch-Maschine-Interaktion in Cyber-Physischen Produktionssystemen. In: E. Müller (Hrsg.): Produktion und Arbeitswelt 4.0, Wissenschaftliche Schriftenreihe des Instituts für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme, Chemnitz: o.V., S. 99-109.
- Kuhlmann, A. M. & Sauter, W. (2008): Innovative Lernsysteme. Kompetenzentwicklung mit Blended Learning und Social Software. Berlin, Heidelberg: X.media.press, Springer-Verlag.
- Kuhn, A. (1995): Prozeßketten in der Logistik. Entwicklungstrends und Umsetzungsstrategien., Dortmund: Verlag Praxiswissen.
- Kuhn, A. & Winz, G. (1999): Einführung in das Prozeßkettenmanagement. In: A. Kuhn (Hrsg.): Prozeßkettenmanagement. Erfolgsbeispiele aus der Praxis. Dortmund: Verlag Praxiswissen.
- KUKA Roboter GmbH (2016): Palettierroboter stapelt Kartons. http://www.kuka-robotics.com/germany/de/solutions/solutions_search/L_R203_Palletizing_robot_stacks_cartons.htm, 16.08.2016.
- Kunzmann, C. & Schmidt, A. (2007): Kompetenzorientierte Personalentwicklung. In: ERP Management 3/2007, S. 38-41.
- Kurz, C. (2012): Arbeit in der Industrie 4.0. In: IM 03/2012, S. 55-59.

- Lenhardt, M. & Boudinova, D. (2009): Nutzung von Referenzprozessen – Vorgehensweise und Vorteile In: H. Thomann (Hrsg.): Der Qualitätsmanagement-Berater Prozessorientiertes Qualitätsmanagement in der betrieblichen Praxis, TÜV Media GmbH, S. 1-22.
- Lichtblau, K. et al. (2015) Industrie 4.0-Readiness. Hrsg. Impuls VDMA.
- Lorenz M.; Rüßmann M.; Strack R.; Lueth, L.; Bolle, M. (2015): Man and Machine in Industry 4.0. How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025? The Boston Consulting Group.
- Martin, H. (2014): Transport- und Lagerlogistik. Planung, Struktur, Steuerung und Kosten von Systemen der Intralogistik, 9. Auflage. Wiesbaden: Springer Verlag.
- Neubauer, D.; Löcken, J.; Haertel, T., May, D.; Radtke, M.; Dehler, J. (2017): Praxis-Leitfaden zur Gestaltung demografiesensibler beruflicher Weiterbildung. Dortmund, Seite 8.
- Niegemann, H.M.; Domagk, S.; Hessel, S.; Hein, A.; Hupfer, M.; Zobel, A. (2008): Kompendium multimediales Lernen. 1. Aufl., Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Buchreihe: X.media.press, Springer Verlag
- North, K.; Reinhard, K.; Sieber-Suter, B. (2013): Kompetenzmanagement in der Praxis. 2. Aufl., Wiesbaden: Springer Gabler Verlag.
- OECD (2016): Erfolgreiche Integration: Flüchtlinge und sonstige Schutzbedürftige, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264251632-de>. 19.05. 2016.
- Pieringer, M. (2016): CeMAT 2016: Soziale Netzwerke von Menschen und Maschinen. <http://www.logistik-heute.de/Logistik-News-Logistik-Nachrichten/Markt-News/14963/Fraunhofer-IML-Leiter-tenHompel-sprach-ueber-SocialNetworked-Industry-CeMAT,05.07.2016>.
- Pfeiffer, I. & Kaiser, S. (2009): Auswirkungen von demographischen Entwicklungen auf die berufliche Ausbildung. Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.), Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.
- Pfeiffer, S. & Suphan, A. (2016): Der AV-Index. Lebendiges Arbeitsvermögen und Erfahrung als Ressourcen auf dem Weg zu Industrie 4.0. <https://www.sabine-pfeiffer.de/files/downloads/2015-PfeifferSuphan-draft.pdf>, 21.09.2016.
- Preißler, R. & Völzke, R. (2007): Kompetenzbilanzierung - Hintergründe, Verfahren, Entwicklungsnotwendigkeiten. In: Zeitschrift für Weiterbildungsforschung. - 30 (2007), H. 1, S. 62-71.

- Roth, H. (1971): Pädagogische Anthropologie. In: Bd. II Entwicklung und Erziehung. Hannover: Schroedel Verlag.
- Ruppel, D. (2016): Hindernisse und Herausforderungen bei der Implementierung von Ganzheitlichen Produktionssystemen. http://www.wiso.tu-dortmund.de/wiso/de/forschung/gebiete/fp-hirschkreinsen/forschung/soz_arbeitspapiere/AP-SOZ-41.pdf, 27.07.2016.
- SCC (Supply Chain Council) (2010) Supply Chain Operations Reference (SCOR®) model Overview - Version 10.0, [http://www.portaldeconhecimentos.org.br/index.php/por/content/download/24758/296095/file/Supply%20Chain%20Operations%20Reference%20\(SCOR\)%20model.pdf](http://www.portaldeconhecimentos.org.br/index.php/por/content/download/24758/296095/file/Supply%20Chain%20Operations%20Reference%20(SCOR)%20model.pdf), 05.07.2016,
- Schaper, N. & Horvath, E. (2009): Professionalisierung von Lehrkompetenz an Universitäten. Workshop Kompetenzmodellierung am HDZ Dortmund. 26.5.2009,
- Schaper, N. (2009): Aufgabenfelder und Perspektiven bei der Kompetenzmodellierung und -messung in der Lehrerbildung. In: Lehrerbildung auf dem Prüfstand, 2 (1), S. 166–199.
- Schaper, N.; Reis, O.; Wildt, J.; Horvath, E.; Bender, E. (2012): Fachgutachten zur Kompetenzorientierung in Studium und Lehre. HRK (Hrsg.).
- Schepers, S. (2014): Kompetenzmodellierung im Kontext der Organisationsgestaltung. In: P. Nyhuis (Hrsg.): Berichte aus dem IFA band 05/2014, Garbsen: TEWISS-Technik und Wissen GmbH.
- Schmidt, A. (2008): Lager- und Materialflussprozesse. In: D. Arnold, H. Isermann, A. Kuhn, H. Tempelmeier, K. Furmans (Hrsg.): Handbuch Logistik, 3. Aufl., Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 371-404.
- Spath, D. et al. (2012): Produktionsprozesse im Jahr 2030. In: IM 03/2012, S. 50-55.
- Spath D, (Hrsg.), Ganschar, O, Gerlach, S, Hämmerle M, Krause T, Schlund S. (2013): Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.
- StraKosphere 2017: Projekt "Strategische Kompetenzentwicklung in nichtforschungsintensiven kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) des Verarbeitenden Gewerbes (StraKosphere)" <http://www.strakosphere.de/strakosphere/>, Abrufdatum: 05.09.2017
- Straub, N.; Kaczmarek, S.; Hegmanns, T. (2014a): Betriebliches Kompetenzmanagement als Schlüsselfunktion für die Umsetzung der Industrie 4.0. In: E. Müller (Hrsg.):

Produktion und Arbeitswelt 4.0, Wissenschaftliche Schriftenreihe des Instituts für Betriebswissenschaften und Fabrikssysteme, Chemnitz, S. 75-87.

Straub, N.; Hegmanns, T.; Kaczmarek, S. (2014b): Betriebliches Kompetenzmanagement für Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 6/2014; pp. 415 – 418.

Straub, N.; Kaczmarek, S.; Drotleff, U. (2015): Demografiesensibles Kompetenzmanagement Entwicklung eines Assistenzsystems zum demografiesensiblen betriebsspezifischen Kompetenzmanagement für Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft (ABEKO). In: Industrie Management, 3/2015; S. 57 – 60.

Straub, N.; Kaczmarek, S.; Hegmanns, T.; May, D; Haertel, T.; Möllmann, A.; Zaremba, B. (2016a): Kompetenzmodell für die operative Logistik in der Industrie 4.0 – ein Spannungsfeld zwischen Status Quo und zukünftigen Anforderungen. 62.GfA „Arbeit in komplexen Systemen. Digital, vernetzt, human?!“, 02.-04. März 2016, Aachen/Deutschland.

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

Straub, N., Kaczmarek, S., Hegmanns, T. (2016c): Assistenzsystem zum demografiesensiblen betriebsspezifischen Kompetenzmanagement für Produktions- und Logistiksysteme der Zukunft. INNTERACT Conference „3D Sensation“, 23.-24. Juni 2016, Chemnitz/Deutschland.

Straub, N.; Kaczmarek, S.; Hegmanns, T.; Niehues, S. (2017a): Logistik 4.0 – Logistikprozesse im Wandel. In: Industrie Management, 2 (2017), S. 47-51.

Straub, N.; Kaczmarek, S.; Hegmanns, T. (2017b): Mitarbeiterkompetenzen in der Logistik 4.0. In: Jahrbuch Logistik 2017. Wuppertal: unikat Werbeagentur GmbH, W, S. 90-94.

Strauch, A.; Jütten, S.; Mania, E. (2009): Kompetenzerfassung in der Weiterbildung – Instrumente und Methoden situativ anwenden, Deutsches Institut für Erwachsenenbildung (Hrsg.), Bielefeld: Bertelsmann Verlag.

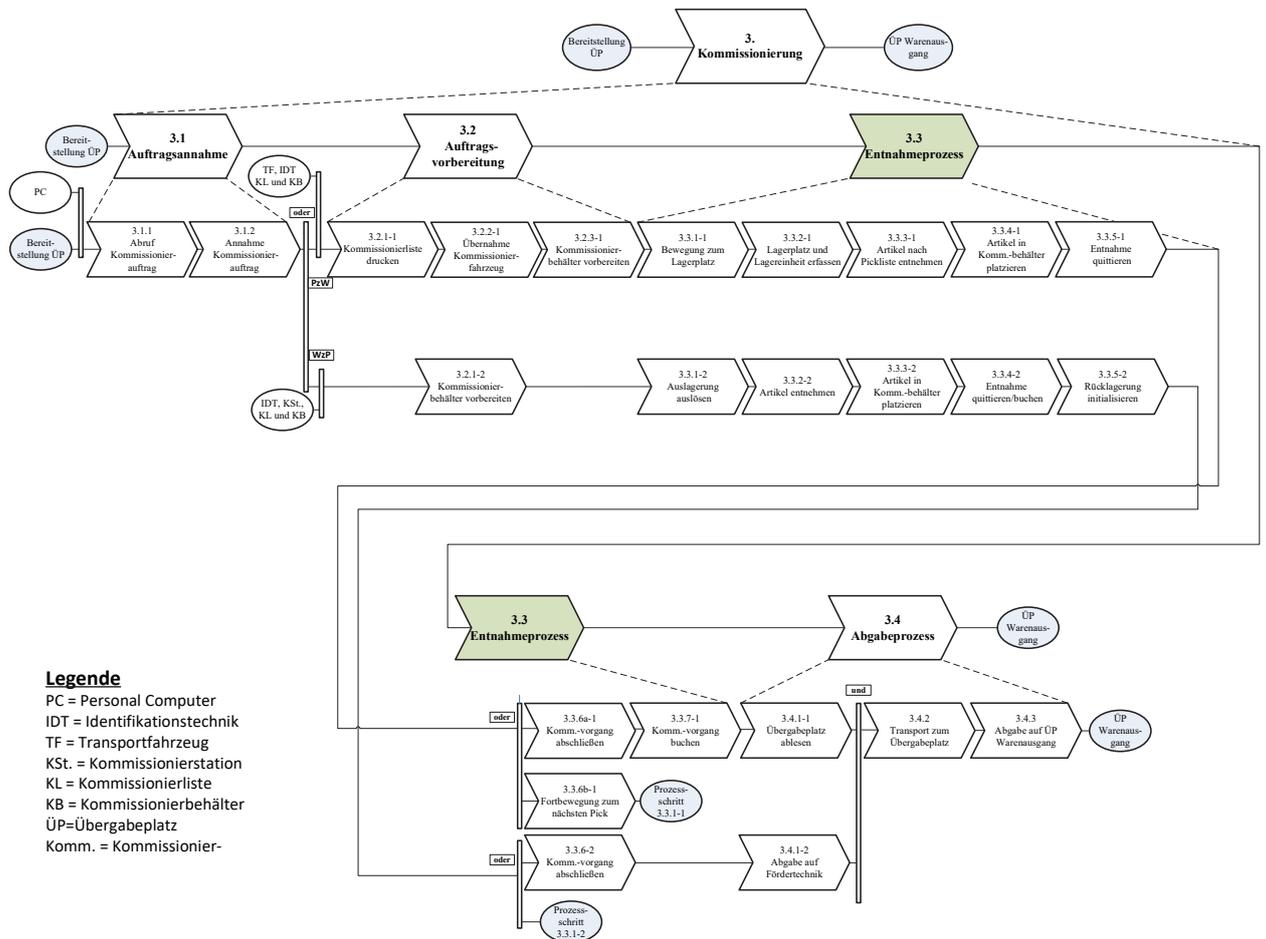
Thomas, O.; Kammler, F.; Zarvic, N. (2016): Supply Chain 4.0. Revolution in der Logistik durch 3D-Druck. [http:// www.scheer-innovationreview.de/iot/supply-chain4-0-revolution-in-der-logistikdurch-3d-druck/](http://www.scheer-innovationreview.de/iot/supply-chain4-0-revolution-in-der-logistikdurch-3d-druck/), 21.09.2016.

- ten Hompel, M. & Schmidt, T. (2008): Warehouse Management. Organisation und Steuerung von Lager- und Kommissioniersystemen, 3. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer Verlag.
- ten Hompel, M. & Heideblut, V. (2011): Taschenlexikon Logistik. Abkürzungen, Definitionen und Erläuterungen der wichtigsten Begriffe aus Materialfluss und Logistik. M. ten Hompel (Hrsg.), 3. Aufl., Heidelberg et. al: Springer-Verlag.
- ten Hompel, M. & Henke, M. (2014): Logistik 4.0. In: T. Bauernhansl, M. ten Hompel, B. Vogel-Heuser (Hrsg.): Industrie 4.0 in der Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendungen, Technologien, Migration. Wiesbaden: Springer Vieweg, S. 615-624.
- ten Hompel, M. & Kerner, S. (2015): Logistik 4.0. Die Vision vom Internet der autonomen Dinge. In: Informatik Spektrum 38 (2015) 3, S. 176-182.
- ten Hompel, M.; Putz, M.; Nettsträter, A. (2017): Whitepaper „Social Networks Industry“. Fraunhofer Leitprojekt E³-Produktion. https://www.e3-produktion.de/content/dam/iwu/e3-produktion/de/documents/E3_Whitepaper_SocialNetworkedIndustry_Web.pdf
Abrufdatum: 30.03.2017
- VDI, Verein Deutscher Ingenieure (2005): Organisatorische Grundfunktionen im Lager. VDI 3629. Beuth Verlag.
- Weinert, F. E. (2001): Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – Eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: F. E. Weinert. (Hrsg.): Leistungsmessungen in Schulen. Weinheim u. Basel: Beltz, S. 17-32.
- Westkämper, E., Spath, D., Constantinescu, C., et al. (Hrsg.) (2013): Digitale Produktion. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Wildt, J. (2006): Kompetenzen als Learning Outcome“. In: Journal Hochschuldidaktik 17 (1), Dortmund, S. 6–9.
- Wilk, G. (2011): Stellenbeschreibung und Anforderungsprofile. Freiburg: Haufe Verlag.
- Winz, G. & Quint, M. (1997): Prozeßkettenmanagement. Leitfaden für die Praxis. Praxiswissen GmbH.
- Wirth, S.; Schenk, M.; Müller, E. (2011): Fabrik –Ort innovativer und kreativer Wertschöpfung. In: ZWF 106 (2011) 10, S. 691-694.
- Wirth, S.; Schenk, M.; Müller, E. (2012): Herausforderungen für zukünftige Fabriken. In: ZWF 107 (2011) 1-2, S. 15-24.

Zeller, B.; Achtenhagen, C.; Föst, S. (2012): Qualifikationsentwicklungen durch das Internet der Dinge in der industriellen Produktion. In: L. Abicht, G. Spöttl (Hrsg.): Qualifikationsentwicklungen durch das Internet der Dinge. Trends in Logistik, Industrie und ‚Smart House‘. Qualifikationen erkennen - Berufe gestalten - Band 15, Bertelsmann W. Verlag, S. 193–267.

12 Anhang: Prozessketten Kommissionierung

Anhang A: Referenzprozess Kommissionierung



Anhang B: Ist-Prozess Kommissionierung

