



Universität Stuttgart  
Institut für Fördertechnik  
und Logistik

HS PF



**IFT**

• IAF •

Institut für  
Angewandte Forschung

# **Bewertung und Optimierung individueller Lernprozesse in der Intralogistik am Beispiel der manuellen Kommissionierung**

## **Abschlussbericht**

Klaus Möller

Fritz Gairing

Daniel Mezger

Thomas Jehnichen

# Abschlussbericht

der Forschungsstellen

Institut für Fördertechnik und Logistik, Universität Stuttgart (Forschungsstelle 1)  
Institut für Angewandte Forschung, Hochschule Pforzheim (Forschungsstelle 2)

zu dem über die



im Rahmen des Programmes zur  
Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF)

vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie  
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

geförderten Vorhaben **19375 N / 2**

***Bewertung und Optimierung individueller Lernprozesse in der Intralogistik am  
Beispiel der manuellen Kommissionierung***

(Bewilligungszeitraum: 01.03.2017 – 28.02.2019)

der AiF-Forschungsvereinigung

Bundesvereinigung Logistik e.V.

Stuttgart, 28/03/2019

Ort, Datum

Pforzheim, 28/03/2019

Ort, Datum

[Signature]  
Name und Unterschrift des Projektleiters an  
der Forschungsstelle 1

[Signature]  
Name und Unterschrift des Projektleiters an  
der Forschungsstelle 2

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## **Kurzfassung**

Trotz kontinuierlich steigender Möglichkeiten der Automatisierungstechnik in der Produktions- und Distributionslogistik ist der Verzicht auf den Menschen als Leistungsträger in der Intralogistik derzeit nicht absehbar, insbesondere in den Prozessen der Kommissionierung. Neben der grundsätzlich vorhandenen hohen Personalintensität stellt die notwendige Flexibilität auf der Basis von z. B. saisonal unterschiedlicher Nachfrage die Anforderung nach einer hohen Effektivität der Anlernprozesse für die Kommissionierung. Während Ergebnisse der quantitativen Forschung in Form von Lernkurven vorliegen, wurde im vorliegenden Forschungsprojekt die qualitative Dimension untersucht. Hierzu wurden auf Basis der Lehr-Lern-Forschung geeignete Lernformate untersucht und für den Praxiseinsatz zu sogenannten LernPaketen konsolidiert. Von der Erweiterung der in vielen Unternehmen verbreiteten Unterweisungsmethode bis zum Einsatz moderner Lernmedien wie Tablets oder Virtual Reality wurden unterschiedliche Lernarrangements berücksichtigt, die zum heutigen Stand wie auch zukünftig in Unternehmen Einsatz finden können. Durch eine umfangreiche Probandenstudie<sup>1</sup> wurden die LernPakete in Kombination mit vier verschiedenen Kommissioniertechnologien Pick-by-Light, Pick-by-Scan, Pick-by-Voice und Pick-by-Vision in einer Laborumgebung, dem LernLager, untersucht und optimiert. Um den Transfer der Ergebnisse in die Praxis vorzubereiten, wurden anschließend die LernPakete in eigens entwickelten Reflexions-Workshops mit Anwendungsunternehmen auf ihre Praktikabilität hin überprüft.

Die Ergebnisse des Forschungsprojektes zeigen auf, dass didaktisch gelungene und an der Praxis sowie den Zielgruppen orientierte Lernformate den Anlernprozess fördern. Gleichzeitig erleichtert es neuen Mitarbeitern, den Anlernprozess anzunehmen und sich mit Motivation neue Kenntnisse und Fähigkeiten anzueignen. Für eine strategische Ausrichtung der Kompetenzentwicklung in der manuellen Kommissionierung wurden die Erkenntnisse aus dem Projekt in einem acht Schritte umfassenden Leitfaden zusammengefasst. Der Leitfaden bietet ein praxisnahes Handlungsinstrument für Unternehmen und kann einen wichtigen Beitrag für deren Personalarbeit leisten, um bei der Entwicklung von Anlernprozessen auf die besonderen Herausforderungen in der Intralogistik zu reagieren.

Die im vorliegenden Abschlussbericht beschriebenen Arbeiten wurden zwischen dem 01.03.2017 und dem 28.02.2019 in Kooperation mit dem projektbegleitenden Ausschuss durchgeführt.

**Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht.**

---

<sup>1</sup> Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird bei Personenbezeichnungen die männliche Form gewählt, es ist jedoch immer die weibliche Form mitgemeint.

## **Inhalt**

Abbildungsverzeichnis.....	7
Abkürzungsverzeichnis.....	9
Tabellenverzeichnis.....	10
1. Forschungsthema.....	11
1.1 Ausgangssituation.....	11
1.2 Stand der Forschung .....	12
1.3 Zielsetzung und Methodik .....	16
2. Arbeitspakete und Ergebnisse.....	18
2.1 Arbeitspaket 1: IST-Prozessanalyse und Bestimmung von Anforderungen an Optimierungskonzepte .....	18
2.2 Arbeitspaket 2: Analyse von Lernprozessen bei den Projektpartnern und Konzipierung von LernPaketen.....	19
2.3 Arbeitspaket 3: Konfiguration des Modelllagers zur Durchführung von Probandenversuchen.....	31
2.4 Arbeitspaket 4: Durchführung und Auswertung der Probandenversuche .....	34
2.4.1 Experimentelles Design und Durchführung der Probandenversuche.....	34
2.4.2 Auswertung der Probandenversuche .....	37
2.4.3 Pick-by-Light: Auswertung der LernPakete .....	42
2.4.4 Pick-by-Scan: Auswertung der LernPakete .....	45
2.4.5 Pick-by-Voice: Auswertung der LernPakete .....	47
2.4.6 Pick-by-Vision: Auswertung der LernPakete .....	50
2.5 Arbeitspaket 5: Erarbeitung von Optimierungsmaßnahmen & Einsatzkonzepten .....	53
2.5.1 Darstellung und Interpretation der Forschungsergebnisse .....	53

2.5.2 Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt zu den Rahmenbedingungen der LernPakete .....	58
2.5.3 Analyse- und Auswertungsworkshops für Optimierungsmaßnahmen.....	59
2.6 Arbeitspaket 6: Bewertung und Analyse von Maßnahmen bei Projektpartnern .....	61
2.6.1 Methodisches Vorgehen .....	61
2.6.2 Durchführung der Workshops .....	65
2.6.3 Auswertung der Workshops – Kommissionierer .....	66
2.6.4 Auswertung der Workshops – Leitungsebene .....	68
2.6.5 Schlussfolgerungen aus der qualitativen Inhaltsanalyse .....	70
2.7 Arbeitspaket 7: Erstellung eines Leitfadens zur Optimierung von Lernprozessen in der Intralogistik .....	71
3. Leitfaden zur Optimierung von Lernprozessen in der Intralogistik.....	72
3.1 Strategie-, Umfeld- und Zielanalyse .....	72
3.2 Mitwirkung an einer systematischen Personalentwicklung .....	75
3.3 Entwicklung von Kompetenzprofilen.....	77
3.4 Soll-Analyse des Anlernkonzeptes.....	82
3.5 Entwicklung eines Anlernkonzeptes.....	85
3.6 Umsetzung des Anlernkonzeptes.....	86
3.7 Evaluation.....	88
3.8 Optimierung des Onboardingprozesses .....	90
4. Einsatz von wissenschaftlich-technischem Personal, Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit .....	92
5. Innovativer Beitrag und wirtschaftlicher Nutzen .....	93
5.1 Innovativer Beitrag der erzielten Forschungsergebnisse und Ausblick .....	93
5.2 Wirtschaftlicher Nutzen der erzielten Forschungsergebnisse .....	97

6. Veröffentlichungen und Transfermaßnahmen.....	99
7. Durchführende Forschungsstellen.....	101
8. Literaturverzeichnis .....	102
9. Anhang.....	108

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grafische Darstellung des Anlernprozesses nach CAPT .....	22
Abbildung 2: Menüstruktur der E-Learning-Anwendung.....	26
Abbildung 3: E-Learning im Einsatz.....	27
Abbildung 4: Durchführung des Anlernens im Virtual Reality-Labor.....	29
Abbildung 5: Übungsraum des LernPaketes Virtual Reality.....	30
Abbildung 6: Grundaufbau des LernLagers (3D-Sicht) .....	32
Abbildung 7: Phasen des experimentellen Designs .....	34
Abbildung 8: Darstellung des Interquartilsabstandes .....	41
Abbildung 9: Boxplot-Diagramm Anlernzeit für Pick-by-Light.....	42
Abbildung 10: Boxplot-Diagramm Kommissionierzeit für Pick-by-Light.....	44
Abbildung 11: Boxplot-Diagramm Anlernzeit für Pick-by-Scan.....	45
Abbildung 12 : Boxplot-Diagramm Kommissionierzeit für Pick-by-Scan.....	46
Abbildung 13: Boxplot-Diagramm Anlernzeit für Pick-by-Voice.....	48
Abbildung 14: Boxplot-Diagramm Kommissionierzeit für Pick-by-Voice.....	49
Abbildung 15: Boxplot-Diagramm Anlernzeit für Pick-by-Vision .....	51
Abbildung 16: Boxplot-Diagramm Kommissionierzeit für Pick-by-Vision .....	52
Abbildung 17: Fehler-Zeit-Diagramm für Pick-by-Light .....	54
Abbildung 18: Fehler-Zeit-Diagramm für Pick-by-Scan.....	55
Abbildung 19: Fehler-Zeit-Diagramm für Pick-by-Voice .....	56
Abbildung 20: Fehler-Zeit-Diagramm für Pick-by-Vision .....	57
Abbildung 21: Prozesse des Workshops mit Anwendungspartnern .....	62
Abbildung 22: Feinkonzept Workshop mit Anwendungspartnern .....	64
Abbildung 23: Leitfaden zur Gestaltung und Umsetzung eines Anlernkonzeptes in der manuellen Kommissionierung.....	72
Abbildung 24: Klassifizierung von Kompetenzmodellen.....	78
Abbildung 25: Kompetenzatlas .....	79
Abbildung 26: Beispielhafte Kompetenzgewichtung .....	80

Abbildung 27: Evaluationsebenen .....	89
Abbildung 28: Anlernen von Mitarbeitern in der Kommissionierung im Kontext .....	96
Abbildung 29: Fragebogen für Probandenversuche.....	109

### **Abkürzungsverzeichnis**

<b>CAPT</b>	Cognitive Apprenticeship – Peer Tutoring
<b>IAF</b>	Institut für Angewandte Forschung der Hochschule Pforzheim
<b>IFT</b>	Institut für Fördertechnik und Logistik der Universität Stuttgart
<b>IQR</b>	Interquartilsabstand, engl. interquartile range
<b>KMU</b>	kleine und mittlere Unternehmen

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Prozessverlauf CAPT.....	23
Tabelle 2: Untersuchte Kommissioniertechnologien und -arten .....	34
Tabelle 3: Zuordnung der LernPakete zu Kommissioniertechnologien .....	36
Tabelle 4: Grundlegende Probandenangaben: Geschlechterverteilung .....	38
Tabelle 5: Grundlegende Probandenangaben: Altersverteilung.....	38
Tabelle 6: Grundlegende Probandenangaben: Erfahrung in der gewerblichen Arbeit.....	38
Tabelle 7: Grundlegende Probandenangaben: Kommissioniererfahrung.....	39
Tabelle 8: Grundlegende Probandenangaben: Aktuelle Beschäftigung .....	39
Tabelle 9: Grundlegende Probandenangaben: Letzter Bildungsabschluss .....	39
Tabelle 10: Auswertung Anlernzeit für Pick-by-Light.....	43
Tabelle 11: Auswertung Kommissionierzeit für Pick-by-Light.....	44
Tabelle 12: Auswertung Positionsfehlerquote für Pick-by-Light .....	45
Tabelle 13: Auswertung Anlernzeit für Pick-by-Scan .....	46
Tabelle 14: Auswertung Kommissionierzeit für Pick-by-Scan .....	47
Tabelle 15: Auswertung Positionsfehlerquote für Pick-by-Scan.....	47
Tabelle 16: Auswertung Anlernzeit für Pick-by-Voice .....	49
Tabelle 17: Auswertung Kommissionierzeit für Pick-by-Voice.....	50
Tabelle 18: Auswertung Positionsfehlerquote für Pick-by-Voice .....	50
Tabelle 19: Auswertung Anlernzeit für Pick-by-Vision.....	51
Tabelle 20: Auswertung Kommissionierzeit für Pick-by-Vision.....	52
Tabelle 21: Auswertung der Positionsfehlerquote für Pick-by-Vision .....	53
Tabelle 22: Einschätzung der Kommissionierphase .....	108

## **1. Forschungsthema**

### **1.1 Ausgangssituation**

Trotz kontinuierlich steigender Möglichkeiten der Automatisierungstechnik in der Produktions- und Distributionslogistik ist der Verzicht auf den Menschen als Leistungsträger in der Intralogistik derzeit nicht absehbar. Dabei machen die Prozesse der Kommissionierung einen Hauptanteil an den Kosten in der Distributionslogistik aus (ten Hompel et al. 2011). Die Verbreitung der klassischen manuellen Person-zur-Ware-Kommissionierung ist dort auf die damit verbundene hohe Flexibilität und die geringen Investitionskosten zurückzuführen (Pelka 2013; Berger et al. 2011; Pfohl 2010).

Zu der grundsätzlich vorhandenen hohen Personalintensität kommt wegen der notwendigen Flexibilität die Anforderung nach einer hohen Effektivität der Anlernprozesse für die Kommissionierung hinzu. Insbesondere erfordert eine saisonal unterschiedliche Nachfrage wie z. B. im Versandhandel das kontinuierliche Anlernen in die Kommissionierprozesse für neue feste und temporäre Arbeitskräfte. Darüber hinaus ergibt sich die Übernahme neuer Tätigkeiten, z. B. nach einer kurz- bis mittelfristigen Pause bzw. Beschäftigung außerhalb der Kommissionierung, oder das Anlernen veränderter Prozessabläufe, z. B. bei der Einführung einer neuen Kommissioniertechnologie oder zur Erfüllung neu definierter kundenspezifischer Wünsche.

Im Unterschied zu vielen empirischen Studien der Lern- und Bildungsforschung, bei denen derzeit insbesondere kognitionstheoretische, konstruktivistische und neurobiologisch begründete Lehr- und Lerntheorien im Fokus stehen, ist die Erforschung von Lernprozessen im gewerblichen Bereich häufig sehr stark auf eine behavioristische, d. h. ausgangsrößenorientierte Betrachtungsweise fokussiert. Zudem basieren empirische industrielle Lernkurvenstudien häufig auf anonymisierten bzw. transformierten Betriebsdaten, die dem individuellen Lernen einzelner Mitarbeiter nicht zugeordnet werden können. Somit besteht ein hoher Grad an Intransparenz hinsichtlich personenbezogener Einflussfaktoren auf industrielle Lernprozesse. Die wesentlichen technischen Voraussetzungen zur Erschließung dieser Wissenslücke sind angesichts der großen Funktionsvielfalt moderner Warehouse Management Systeme und der weitreichenden Möglichkeiten der innerbetrieblichen Datenerfassung jedoch erfüllt (Anzanello und Fogliatto 2011; Nembhard und Uzumeri 2000; Möller und Bunkert 2012). Damit verbunden kann eine qualitative Betrachtung von Lernprozessen in der Kommissionierung eine gezielte Optimierung der Lernumgebung in diesen und weiteren intralogistischen Prozessen ermöglichen.

Die qualitative Beschreibung und wissenschaftlich fundierte Optimierung von Lernprozessen in der Kommissionierung ist insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) von

wirtschaftlichem Interesse. Dies liegt zum einen darin begründet, dass KMU i. d. R. einen geringeren Automatisierungsgrad als Großunternehmen aufweisen (Lay 2001). Folgerichtig wird bei KMU das Prinzip Person-zur-Ware noch häufiger eingesetzt als bei Großunternehmen. Zum anderen ergeben sich bei KMU grundsätzlich begrenzte informationstechnologische Möglichkeiten, systemgestützt ermittelte Daten zu analysieren und hieraus konkrete Maßnahmen zur Optimierung ihrer Lernprozesse abzuleiten.

## **1.2 Stand der Forschung**

Der Verlauf des Kompetenzerwerbs und der hieraus resultierenden Effizienzsteigerungen mit zunehmender Erfahrung in der Produktion oder bei der Erbringung von Dienstleistungen wird in der bildungswissenschaftlichen Diskussion häufig anhand von Lernkurven beschrieben. Die Lerneffekte, die diesen Effizienzsteigerungen bzw. Lernkurven unterliegen, manifestieren sich in Zeit- bzw. Kosteneinsparungen sowie in Form von qualitativen Verbesserungen der Arbeitsergebnisse (Hieber 1991; Delaney et al. 1998; Duane 1964). Zur Quantifizierung von Lerneffekten existiert eine Reihe von Lernkurvenmodellen. Dabei werden Lernkurven üblicherweise als direkter Produktionsaufwand in Form von Personenstunden oder Produktionskosten pro Einheit in Abhängigkeit von der kumulierten Produktionsmenge dargestellt. Lernkurvenmodelle können eingesetzt werden, um die Planung und Kontrolle von Geschäftsprozessen unter Berücksichtigung von erwarteten Lerneffekten zu verbessern, beispielsweise bei der Angebotserstellung und bei der Personaleinsatzplanung; sie können nach ihren mathematischen Strukturen grundsätzlich in log-lineare, exponentielle, hyperbolische und multivariate Modelle eingeordnet werden (Anzanello und Fogliatto 2011).

Aufgrund ihrer einfachen Anwendung und i. d. R. guten Passgenauigkeit mit Betriebsdaten aus verschiedenen Branchen hat sich die log-lineare Modellierung von Lernkurven in der Praxis bewährt. Neuere Untersuchungen belegen (Grosse und Glock 2013; Grosse und Glock 2014; Stinson 2014), dass individuelle Lerneffekte in Kommissioniersystemen mit überwiegend homogenen Aufträgen ebenfalls mit log-linearen Lernkurvenmodellen präzise modelliert werden können. Unterscheiden sich die Aufträge innerhalb eines Kommissioniersystems erheblich, z. B. mit Bezug auf die Auftragsstruktur und Auftragsgröße, sind die Kommissionierleistung und die Lernkurven nicht ausschließlich anhand der Kommissionierzeiten zu ermitteln. Somit muss zur Quantifizierung der Lernprozesse eine auftrags- oder tageweise Leistungsberechnung vorgenommen werden. Die Modellierung von Lernkurven in Kommissioniersystemen mit heterogenen Aufträgen beschreiben Stinson et al. (2016), Stinson und Scherner (2015) und Korte et al. (2015).

Während Lernkurven auf einer quantitativen, an den Ausgangsgrößen orientierten Betrachtungsweise basieren, wenden sich lernpsychologisch fundierte Lerntheorien der qualitativen Dimension in den Lernprozessen zu. Das Lernen kann dabei als „[...] eine relativ dauerhafte Änderung von Verhalten aufgrund der Interaktion einer Person mit ihrer Umwelt verstanden werden.“ (Kauffeld 2010, S. 38). Eine ähnliche Definition liefert Anderson (2000, S. 4): „Lernen ist ein Prozess der Veränderung. Das Resultat dieses Prozesses ist die Veränderung des Verhaltenspotentials.“ Folglich ist die Veränderung des Verhaltens ein Indikator für das Lernen. Das Lernen umfasst dabei die Akquisition von neuen Informationen sowie die Modifizierung und Verstärkung sowohl von bestehendem Wissen als auch bereits eingprägten Verhaltensmustern, Fähigkeiten, Werten und Präferenzen (Schacter et al. 2011; March 1991; Fioretti 2011). Dafür muss das Lernen „[...] an den Ort der Aufgabenerfüllung verlegt werden und im Kontext des Zusammenspiels der drei Faktoren Mensch, Technik und Organisation betrachtet werden.“ (Petzoldt und Bullinger-Hoffmann 2017, S. 185).

Im industriellen Kontext zeigt sich Lernen in Form einer Effizienzsteigerung, die bei fortschreitender Erfahrung bzw. bei zunehmenden Produktionsstückzahlen stattfindet (Badiru 1992; Yelle 1979). Adler und Clark (1991) ordnen dem Lernen zwei Lernprozesskategorien zu: primäres Lernen (first-order learning) und sekundäres Lernen (second-order learning).

Das primäre Lernen umfasst die Effizienzsteigerungen, die als direktes Resultat der zunehmenden Erfahrung entstehen. Einen wesentlichen primären Lernprozess stellt das sensomotorische Lernen der operativen Mitarbeiter dar, das „das Herausbilden von neuen Bewegungsmustern durch langjährige Praxis“ bezeichnet (Bastian 2008). Dabei werden erlernte sensomotorische Fähigkeiten, deren Durchführung, analog zum Fahrradfahren, weder einen vordefinierten Beginn noch ein Ende aufweisen und somit eine ständige Kontrolle erfordern, nicht vergessen. Prozessinhalte mit hohen prozeduralen Anforderungen, z. B. die Bedienung von elektronischen Geräten, werden jedoch ohne Übung mit der Zeit verlernt (Bailey 1989). Das primäre Lernen beinhaltet ebenfalls das autonome Experimentieren und die Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen und neuen Arbeitsstrategien durch operative Mitarbeiter (Delaney et al. 1998).

Das sekundäre Lernen resultiert aus durch das Management eingeleiteten Optimierungsmaßnahmen. Diese Maßnahmen können die reguläre Erfahrungszunahme zeitweise unterbrechen oder auch ergänzen, beispielsweise in Form von Trainings- oder Qualifizierungsmaßnahmen sowie auch von Veränderungen im organisationalen Umfeld. Die zentrale Bedeutung der Interdependenz von individuellem Lernen und organisationalem Kontext für den tatsächlichen Lernerfolg in der Alltagspraxis wird in der aktuellen organisationspsychologischen Literatur diskutiert (Rosenstiel 2003; Gairing 2017). Das Lernen im Arbeitsfeld wird

häufig aufgrund von Erkenntnissen aus der Produktion initiiert und kann auch kurzzeitig die Leistung stören, bevor eine Verbesserung erzielt wird. Diese Entwicklung des Lernprozesses ist darauf zurückzuführen, dass die veränderten Bedingungen zunächst beherrscht werden müssen und auch Änderungen in anderen Bereichen verursachen. Insgesamt wird dem Lernen im Arbeitskontext in der bildungswissenschaftlichen Diskussion eine zunehmend größere Bedeutung im Zusammenhang mit betrieblicher Bildung und strategischer Personalentwicklung zugemessen (Dehnbostel 2018). „Lernprozesse [finden dabei] in Form von gewonnenen Erfahrungen und Einsichten [...] in Arbeitsprozessen meist durch die Auseinandersetzung mit Arbeitsanforderungen sowie durch die Ausführung von Arbeitsaufgaben statt [...]“. (Senderek et al., 2015, S. 285). Diese arbeitsfeldorientierten Lernformate werden heute vor allem auch im Kontext von selbstgesteuertem oder handlungsorientiertem Lernen diskutiert und empfohlen (Kauffeld 2016).

Eine besondere Bedeutung besitzt die vom Management zu konzipierende Einarbeitungsphase von neuen Mitarbeitern. Diese auch als „Onboarding“ bekannte Vorgehensweise hat sich in den vergangenen Jahren zu einem wichtigen personalpolitischen Instrument entwickelt (Schmidt 2018). „Onboarding“ bezeichnet dabei das Einarbeiten und Integrieren von neuen Mitarbeitern in ein Unternehmen und umfasst alle Maßnahmen, die für die fachliche und auch soziale Integration notwendig sind. Ganz konkret weist das Handbuch zur Mitarbeitermotivation (Krupp et al. 2018) des Projektes MoLa (Motivation im Lager) in einem eigenen Kapitel darauf hin, dass für die Erbringung der vollen Arbeitsleistung durch einen neuen Mitarbeiter ein motivierendes Arbeitsumfeld geschaffen werden müsse. Eine konkrete Vorgehensweise wird hierzu vorgeschlagen und eine Checkliste zur Orientierung aufgestellt.

Zusätzlich wirken zahlreiche Management-Aktivitäten auf den Bereich des sekundären Lernens direkt ein, wie beispielsweise Organisationsentwicklungsprozesse zur Steigerung der Produktivität oder andere Formen der Prozessoptimierung. Grundsätzlich wirken diesbezüglich jegliche Formen des Change Managements oder Qualitätsmanagements, ggf. auch mit Unterstützung durch externe Berater. Der interdependente Zusammenhang zwischen organisationaler Entwicklung und individuellem Lernen wird in der Literatur vielfach erörtert (Gairing 2017; Scharmer 2015). Somit besteht eine Interdependenz zwischen dem primären und sekundären Lernen sowie ggf. zwischen dem sekundären Lernen und den organisationalen Aktivitäten (Adler und Clark 1991; Gairing 2008; Gairing 2017).

Die Ergebnisse von Lernprozessen in der Kommissionierung zeigen sich in Form einer deutlich angestiegenen durchschnittlichen Kommissionierleistung. Der betriebliche Zielwert wird dabei i. d. R. innerhalb von wenigen Tagen erreicht. Andererseits können erfahrene Kommissionierer durch adäquate Weiterbildungs- und Lernformate auch längerfristig motiviert werden

und zudem können dadurch auch Team- und Organisationsdimensionen der Zusammenarbeit (Klima, Produktivität, Schnittstellenabstimmungen, etc.) positiv beeinflusst werden. Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass eine ausschließlich behavioristische Betrachtung der Kommissionierleistungsentwicklung mit univariaten Lernkurvenmodellen nur zur Beschreibung von Lerneffekten, nicht jedoch zur Frage der didaktisch-methodischen Gestaltung der Lernprozesse zielführend ist.

Qualitative Dimensionen von Lernprozessen in der Intralogistik, beispielsweise die methodisch-didaktische Gestaltung oder die individuellen lernpsychologischen Dispositionen einzelner Lernender wurden bisher unzureichend erforscht. Für die Untersuchung dieser qualitativen Dimensionen von Lernprozessen ist es zudem sinnvoll, auch neuere lernpsychologische Konzepte wie kognitivistische und konstruktivistische Lerntheorien – oder insbesondere auch handlungsorientierte Lernformate – zu berücksichtigen.

Wesentliche Lehr- und Lernformate zur beruflichen Einarbeitung und Weiterqualifizierung können entsprechend dem aktuellen Stand der betrieblichen Erwachsenenbildung sein:

- unterweisungsorientierte Formate wie ein Lehrvortrag, ein Lehrgespräch oder die Vier-Stufen-Methode
- Formen des Handlungslernens, z. B. Action Learning, Problem-based Learning oder auch Cognitive Apprenticeship (Kauffeld 2010), ggf. erweitert um zusätzliches Mentoring oder Tutoring (Gairing et al. 2011)
- E-Learning-Module und Blended Learning in online oder mobiler Form
- Einsatz von Augmented Reality oder Virtual Reality

Erste Aussagen zu der Praktikabilität des Einsatzes von verschiedenen Lernformaten liegen bereits vor. Stinson (2018) schließt aus seinen Untersuchungen, dass sich zur Einführung neuer Mitarbeiter in einfacheren Kommissionierszenarien der standardisierte und betreuungsaufwandsarme Einsatz eines Einarbeitungsvideos anbietet; bei komplexeren Kommissionierszenarien sei jedoch eine tutor-gestützte Lernmethode erforderlich, bei der direkt Fragen beantwortet und Probleme rechtzeitig korrigiert werden könnten.

Gleichzeitig weist Stinson (2018) auf die Möglichkeit hin, Virtual Reality basierte Methoden zu verwenden, um Mitarbeiter dezentral, d.h. ortsunabhängig, einzuarbeiten; dies könnte bereits vor der Einstellung stattfinden, um die Eignung der Mitarbeiter für die Kommissionier-tätigkeit festzustellen. Erfahrungen aus der Praxis liegen hier bereits vor; so gibt die Schenker AG (2018) an, in Leipzig mehr als 600 Personen pro Jahr über Virtual Reality zu schulen.

Der Einsatz von Virtual Reality in Anlernprozessen wird in Zukunft weiter an Bedeutung zunehmen (Thissen 2017).

Ein weiteres Potential bietet der Bereich der Gamification. Im Projekt GameLog (Guenther et al. 2015) wurde durch eine Analyse und Befragung bei den beobachteten Unternehmen festgestellt, dass Vorgaben beim Anlernen von neuen Mitarbeitern fehlen würden und keine ausreichende Qualifizierung erreicht werden könne. Es wird abgeleitet, dass die Notwendigkeit für eine strukturierte, standardisierte und qualitativ hochwertige Anlernphase bestünde. Das Projekt bezieht den Anlernprozess in den Gamification-Ansatz mit ein und kommt zum Ergebnis, dass sich der Einsatz von Gamification in der Anlernphase positiv auf die Anlernmotivation auswirke; darüber hinaus fühlten sich die Untersuchungsteilnehmer besser auf ihre Arbeitstätigkeit als Kommissionierer vorbereitet. Andererseits kann die Befragung nicht bestätigen, dass die Anlernqualität aus Sicht der Teilnehmer zunähme. In der abschließenden Gesamtbewertung sieht die Studie die Ergebnisse als einen weiteren Indikator für die motivationsfördernde Wirkung von Gamification.

### **1.3 Zielsetzung und Methodik**

Das Forschungsprojekt LernLager untersucht die Lernprozesse in der manuellen Kommissionierung auf qualitativer Ebene, um Erkenntnisse über die Ansätze zur Optimierung von Anlernprozessen in der Kommissionierung zu erhalten. Hierzu werden einerseits qualitativ unterschiedliche Lernformate für verschiedene Kommissioniertechnologien entwickelt und unter Laborbedingungen erprobt. Dabei führt jeder Untersuchungsteilnehmer im Anschluss an die Anlernphase einen Kommissionierprozess mit einem Standardauftragsdatensatz durch. Die Auswirkungen werden in erster Linie in den Kenngrößen Kommissionierleistung und Kommissionierqualität gemessen. Andererseits werden Anwendungserkenntnisse ermittelt, die sich aus dem systematischen Einsatz von unterschiedlichen Lernformaten bei verschiedenen Kommissioniertechnologien im Labor ergeben. Das Einsatzpotential der unterschiedlichen Lernformate in der Praxis wird darüber hinaus in eigenen Diskussionsrunden mit Anwendungspartnern aus dem Projekt vor dem Hintergrund der jeweils spezifischen Kommissioniersituation reflektiert.

Zur Untersuchung der Auswirkungen werden für die Anlernphase sinnvolle Lernformate zu sogenannten LernPaketen konsolidiert:

- CAPT (Cognitive Apprenticeship – Peer Tutoring): Kombination des praxisnahen Anlernens durch einen Tutor mit anschließenden Peer-Phasen, in denen die Mitarbeiter weitgehend selbstgesteuert die Kommissionierung erlernen.

- E-Learning: Lernende interagieren mit einer modularen Tablet-Anwendung. Nach einer Theorieeinführung findet ein praxisnahes Anlernen der Kommissionierung mit Hilfe des Tablets statt.
- Virtual Reality: Praxisorientiertes Lernen durch Kommissionierung in einem virtuellen Lager mit tutorieller Begleitung.

Die lern-theoretischen Ansätze werden ebenso im Dialog mit Vertretern aus den Anwendungsunternehmen auf ihre Praktikabilität hin überprüft. Diese Reflexions-Workshops folgen als qualitative empirische Plattformen der Leitidee der Aktionsforschung, demgemäß Aktion und Reflexion sowie Theorie und Praxis zusammengedacht werden sollen (Reason und Bradbury 2001).

Die Ergebnisse aus sowohl der systematischen Untersuchung wie auch der Diskussion mit den Praxis-Vertretern werden ausgewertet und interpretiert sowie die sich daraus ergebenden Erkenntnisse in einem Leitfaden zur Verwendung in der Praxis zusammengefasst.

Durch die Nutzung der im Projekt erarbeiteten Empfehlungen zur Optimierung von Lernprozessen wird erwartet, dass sowohl die am Projekt beteiligten wie auch andere KMU folgende wirtschaftliche Vorteile erzielen können:

- Verbesserung der Planung und Optimierung intralogistischer Prozesse durch flankierende Konzepte der Kompetenz- und Personalentwicklung
- Standardisierung der An-, Um- und Weiterlernprozesse auf Basis wissenschaftlich fundierter und professionell gestalteter Lernformate
- Flexibilisierung des Mitarbeiterereinsatzes durch verkürzte und standardisierte An-, Um- und Weiter-Lernformate

## **2. Arbeitspakete und Ergebnisse**

### **2.1 Arbeitspaket 1: IST-Prozessanalyse und Bestimmung von Anforderungen an Optimierungskonzepte (IFT & IAF)**

#### Ziele des Arbeitspaketes

Das Arbeitspaket 1 beinhaltet die Erörterung und Auflistung von Anforderungen an die geplanten Untersuchungen im LernLager<sup>2</sup>. Ausgangspunkt für die Analyse von Anforderungen sind die beteiligten Projektpartner. Ihre Praxiserfahrungen über Anlern- und Kommissionierprozesse werden in die Erstellung eines Lastenheftes für die geplanten experimentellen Untersuchungen einbezogen. Ziel dieses Lastenheftes ist es, die zu untersuchenden Kommissioniertechnologien und Kommissionierarten festzulegen sowie Anforderungen an die geplanten Lernkonzepte zu erhalten.

#### Durchgeführte Arbeiten und erzielte Ergebnisse

In Gesprächen mit den Projektpartnern sowie durch einen Kick-off-Termin wurden die Anforderungen an die bevorstehenden Untersuchungen ausführlich durch beide Forschungsstellen erarbeitet und abgestimmt.

Für die ausführliche Erörterung und Analyse von Anforderungen wurde ein Kick-off-Termin durchgeführt, in dem die Projektpartner ihre Anforderungen an die geplanten Lernkonzepte und experimentellen Untersuchungen vorstellten. Die Anforderungen wurden durch beide Forschungsstellen aufgenommen. Schwerpunkte lagen dabei seitens IAF in der Aufnahme von Anforderungen an Lernkonzepte und deren didaktische und organisatorische Rahmenbedingungen. Die Forschungsstelle IFT nahm vor allem die Anforderungen an die Konzeptionierung des LernLagers auf. Abschließend wurden mit den Projektpartnern die zu untersuchenden Kommissioniertechnologien in einem Lastenheft festgelegt.

---

<sup>2</sup> Forschungs-, Lehr- und Praxislabor für die manuelle Kommissionierung am Institut für Fördertechnik und Logistik der Universität Stuttgart.

## **2.2 Arbeitspaket 2: Analyse von Lernprozessen bei den Projektpartnern und Konzipierung von LernPaketen (IAF)**

### Ziele des Arbeitspaketes

Im den von der Forschungsstelle IAF bearbeiteten Arbeitspaket 2 werden die erfolgskritischen methodisch-didaktischen Gestaltungsformen untersucht, um optimale Einarbeitungskonzepte zu entwerfen. Dies beinhaltet eine Analyse der IST-Situation bei den Anwendungspartnern hinsichtlich der Lernprozesse und der beobachteten Lernergebnisse. Unter Berücksichtigung des berufspädagogischen Forschungsstandes zu individuellen Faktoren und organisatorischen Rahmenbedingungen (systemischer Anspruch nach Rosenstiel 2003) werden Lernmethoden – sog. LernPakete – entwickelt, die die analysierte IST-Situation der Anwendungspartner berücksichtigen. Gleichzeitig wird die Versuchsplanung im LernLager so konfiguriert, dass die erarbeiteten LernPakete experimentell untersucht werden können.

### Durchgeführte Arbeiten und erzielte Ergebnisse

#### *Entwicklung von LernPaketen*

Die jeweiligen IST-Analysen über Lernprozesse sowie Lernergebnisse wurden mit Anwendungspartnern durchgeführt und die Erkenntnisse in die Entwicklung der LernPakete durch die Forschungsstelle IAF einbezogen. Dies beinhaltete ebenso die Aufnahme von organisationalen und mitarbeiterspezifischen Rahmenbedingungen der Anwendungspartner, um den gesamtheitlichen und systemischen Anspruch der zu erarbeitenden Einarbeitungskonzepte zu berücksichtigen.

Es wurden drei LernPakete für die Einarbeitung in die manuelle Kommissionierung entwickelt. Die zu untersuchenden LernPakete unterscheiden sich grundsätzlich im Einsatz digitaler Medien und den daraus resultierenden Einsatzszenarien in der Praxis. Die LernPakete kombinieren unter pädagogischen Gesichtspunkten einzelne Lernmethoden so miteinander, dass ein Anlernprozess möglichst erfolgreich für den Lernenden stattfinden kann. Jedes LernPaket besitzt dabei methodische Grundbausteine, ist jedoch an den kombinierten Einsatz mit der jeweiligen Kommissioniertechnologie angepasst. Folgende LernPakete wurden für die experimentelle Untersuchung von Anlernprozessen im LernLager erarbeitet.

### *LernPaket 1: CAPT*

Das LernPaket CAPT verbindet zwei klassische Lernmethoden miteinander: Cognitive-Apprenticeship und Peer-Tutoring.

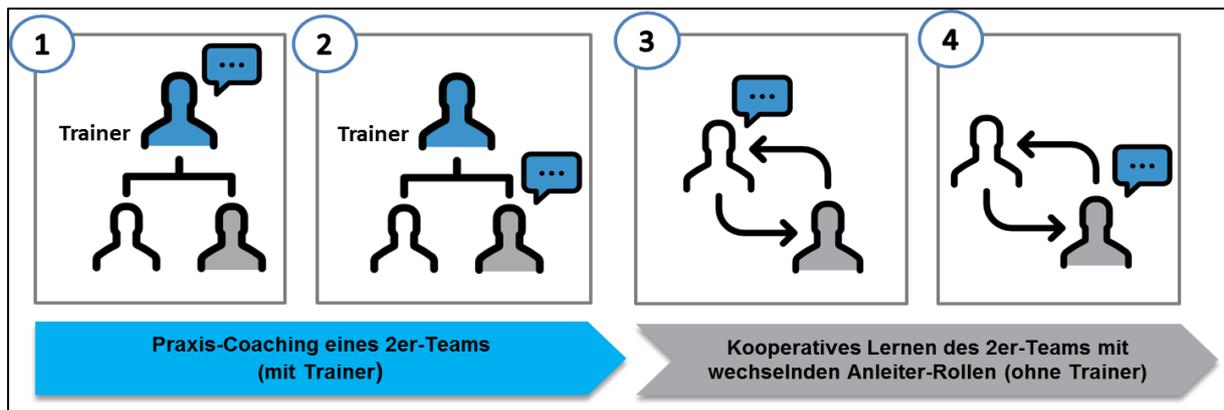
Der Einsatz von Peer-Tutoring als Form kooperativen Instruktions-Lernens fußt auf den vielfach beschriebenen Gesamteffekten dieser Lernmethode auf die Lernenden (Hattie 2013). Durch intensive und aktive Beschäftigung mit der Lernaufgabe (gegenseitiges Erklären und Vermitteln, gemeinsames Lösen von Problemen etc.) wird von höheren kognitiven Lernleistungen ausgegangen, als bei reiner Instruktion von außen. Daneben wird festgestellt, dass die Interaktion zwischen den Lernenden eine hohe Intensität aufweisen kann und ebenso soziale Lernziele verfolgt werden: Gegenseitige Hilfestellungen, Feedback und die gemeinsame Suche nach Problemlösungen fördern die Teambildung (Büttner et al. 2012). Aufgrund höherer Lerneffekte wird zudem die Form des reziproken Peer-Tutoring (Wechsel der Lehrer-Lernenden-Rolle) dem konstanten Peer-Tutoring (starres Lehrer-Lerner-Verhältnis) vorgezogen (Robinson et al. 2005). Neben Lerneffekten profitieren die Lernenden zudem im Ausbau ihrer sozialen Kontakte und der Entwicklung der eigenen Handlungskompetenz. In einer Definition nach Topping lässt sich Peer-Tutoring wie folgt beschreiben:

“[...] [P]eople from similar social groups who are not professional teachers helping each other to learn and learning themselves by teaching [...]. [A]t any point someone has the job of tutor while the other(s) are in role as tutee(s).” (Topping 1996, S. 322).

Das Modell Cognitive Apprenticeship nach Collins et al. (1987) orientiert sich an der traditionellen Handwerkslehre (Meister-Lehrlings-Prinzip) und den anwendungsbezogenen Vermittlungs- und Lernprozessen zwischen „Experten“ und „Novizen“ (Kauffeld 2016). Im Vordergrund steht mehr als nur die reine Vermittlung manueller Tätigkeiten. Es wird die Entwicklung einer experten-ähnlichen Handlungskompetenz angestrebt. Lernende werden befähigt, für heterogene Aufgaben- und Problemstellungen eigene Lösungsstrategien zu finden und einzusetzen (Sonntag und Stegmaier 2007). Gleichzeitig ist Cognitive Apprenticeship besonders geeignet, um Instruktionen in arbeitsorientierten Lernfeldern zu unterstützen (Kauffeld 2016) und ist daher für den Einsatz in Anlernprozessen prädestiniert. Das Modell wird in der Lehr-Lernforschung als vier bis sechs stufiges Modell beschrieben (Niegemann et al. 2008; Kauffeld 2016). Das 6-stufige Modell von Cognitive Apprenticeship lässt sich wie folgt darstellen:

1. **Modeling:** Modellhaftes Vorführen der Vorgehensweise / Aufgabe durch den Experten, das durch die Lernenden ausreichend beobachtbar und nachvollziehbar ist. Zentral ist dabei das ausführliche verbale Berichten – „lautes Denken“ – der sichtbaren Handlungen, wie auch die Begründung der Handlungen. Zielführend sollen Lernende dadurch angeregt werden, ihr eigenes Konzept zur eigenständigen Durchführung der Aufgabe zu entwickeln.
2. **Coaching:** Der Experte beobachtet die Lernenden, während sie selbst die Aufgabe durchführen. Er unterstützt und berät bei Fragen oder fehlerhaften Vorgehensweisen. In manchen Fällen lohnt sich zudem das wiederholte Vorführen einzelner Arbeitsschritte.
3. **Scaffolding:** Je nach Einschätzung des Experten erfolgt der allmähliche Übergang in die selbstständige Durchführung der Aufgaben durch den Lernenden.
4. **Articulation:** Den Lernenden werden Methoden, Instrumente o. Ä. zur Verfügung gestellt, um ihre eigene Vorgehensweise und das damit verbundene Denken und Wissen zu artikulieren.
5. **Reflection:** Den Lernenden wird die Möglichkeit geboten, das eigene Wissen sowie eigene Vorgehensweisen im Vergleich zum Experten oder anderen Lernenden zu vergleichen. Dies erfordert, das eigene Wissen und seine Vorgehensweisen sichtbar zu machen.
6. **Exploration:** Abschließend sollten die Lernenden in der Lage sein, ohne Unterstützung durch den Experten, die Aufgaben selbstständig durchzuführen. Wichtig ist hierbei, dass der Lernende auch für auftretende Probleme Lösungsstrategien generieren kann (Collins et al. 1987).

Das konzipierte LernPaket CAPT beinhaltet vier Lernphasen, kombiniert beide Lernmethoden miteinander und ist für das simultane Anlernen von zwei Personen geeignet (Siehe Abbildung 1).



**Abbildung 1: Grafische Darstellung des Anlernprozesses nach CAPT**

Dabei erhalten die beiden Einzulernenden zunächst eine praktische Einweisung in Kommissionierprozess und -technologie (Phase 1 - Modeling). Anschließend (Phase 2 - Coaching) führt einer der Einzulernenden den Kommissionierprozess selbstständig durch und wird durch den Trainer begleitet. Der zweite Einzulernende begleitet diesen Kommissionierprozess ebenso und festigt das zuvor Gelernte. In den Phasen Articulation (Phase 3) und Reflection (Phase 4) bearbeiten beide Einzulernende in einem 2er-Team weitere Kommissionieraufträge weitgehend selbstgesteuert. Dabei wechseln diese einmal ihren aktiven bzw. passiven Tätigkeitsstatus (in Abbildung 1 mit blauer Sprechblase gekennzeichnet). Ziel ist es, dass beide Lernende die Handlungskompetenz entwickeln, um nach diesen vier Phasen selbstständig zu kommissionieren. Tabelle 1 verdeutlicht nachfolgend die Handlungsprozesse der vier Phasen. Darin wird auch dargestellt, wie das LernPaket im Projekt LernLager umgesetzt wurde.

**Tabelle 1: Prozessverlauf CAPT**

Lernphase	Inhalt	Akteure TA = Trainer VP = Versuchsperson	Lernort
1.1 Modeling - Einführung in die Lernumgebung Lager	Einführung in den „Lernraum“ Lager: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Klärung von Lernzielen und Lernablauf</li> <li>- Kurzurundgang</li> <li>- Erste Informationen zum Lager geben (Farbgebung, Nummerierung des Lagers etc.)</li> </ul>	TA: erklären, strukturieren, motivieren  VP1/2: zuhören, eventuell Fragen stellen	Kommissionierbereich
1.2 Modeling - Einführung in den Kommissionierprozess	Bearbeiten eines Beispielauftrages durch Trainer: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Funktionalität der Kommissioniertechnologie</li> <li>- Erklären der einzelnen Arbeitsschritte</li> <li>- Verdeutlicht Entscheidungsfindung</li> <li>- Weist auf Heurismen, Faustregeln oder Praxistipps hin</li> </ul>	TA: erklären, verbalisieren, zeigen  VP1/2: aktiv zuhören, aktiv beobachten, Fragen stellen	Kommissionierbereich
2.1 Coaching	Übergabe eines Beispielauftrages an VP1: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selbstständige Durchführung durch einen Lernenden</li> <li>- Lernender verbalisiert, wie auch Trainer zuvor, seine Entscheidungen und Handlungsschritte</li> <li>- Trainer gibt motivierendes Feedback</li> <li>- Trainer führt bei Bedarf einzelne Handlungsschritte nochmals vor</li> <li>- Besonderen Wert legen auf Erklärung der Wegstrategie</li> </ul>	Aktive VP1: erklären, verbalisieren, zeigen  TA: aktiv beobachten, Feedback geben, helfen bei Bedarf  Passive VP2: aktiv zuhören, aktiv beobachten, Fragen stellen	Kommissionierbereich

<p>2.2 Scaffolding / Einführung Peer-Tutoring</p>	<p>Einführung Auftragsbearbeitung in 2er Gruppen (Peers):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einteilen der Lernenden in Peers (bei mehr als 2 Einzulernenden)</li> <li>- Erklären des Arbeitsauftrages</li> <li>- Festlegen der Lernzeit</li> <li>- Eventuell auf Hilfsmittel hinweisen</li> </ul>	<p>TA: erklären, strukturieren, motivieren</p> <p>VP1/2: zuhören, eventuell Fragen stellen</p>	<p>Kommissionierbereich</p>
<p>3. Peer-Tutoring / Articulation</p>	<p>Selbstständige Durchführung des Auftrages in Peers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trainer steht nur als Tutor bei schwerwiegenden Problemen zur Verfügung</li> <li>- Selbstständige Bearbeitung des Arbeitsauftrages durch aktiven Lernenden VP2</li> <li>- Aktive VP 2 verbalisiert seine Entscheidungen und Handlungsschritte</li> </ul>	<p>Aktive VP2: arbeitend, verbalisieren</p> <p>Passive VP1: aktiv zuhören, aktiv beobachten, Fragen stellen/Feedback geben</p>	<p>Kommissionierbereich</p>
<p>4. Peer-Tutoring / Reflection</p>	<p>Wechsel der aktiven und passiven Versuchsperson</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trainer steht nur als Tutor bei schwerwiegenden Problemen zur Verfügung</li> <li>- Selbstständige Bearbeitung Arbeitsauftrages durch aktive VP 1</li> <li>- Aktiver Lernender VP1 verbalisiert seine Entscheidungen und Handlungsschritte</li> </ul>	<p>Aktive VP1: arbeitend, verbalisieren</p> <p>Passive VP2: aktiv zuhören, aktiv beobachten, Fragen stellen/Feedback geben</p>	<p>Kommissionierbereich</p>
<p><i>Exploration Außerhalb der Anlernphase</i></p>	<p><i>Trennung der Peers/Selbstständige Auftragsbearbeitung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>VP1/2 führen jeweils selbstständig Kommissionierungsaufträge durch</i></li> <li>- <i>Trainer steht nur als Tutor bei schwerwiegenden Problemen zur Verfügung</i></li> </ul>	<p><i>VP1/2: führen Arbeitsaufträge selbstständig durch</i></p>	<p><i>Kommissionierbereich</i></p>

### *LernPaket 2: E-Learning*

Dem Einsatz von E-Learning in der betrieblichen Weiterbildung wird ein hohes Potential zugemessen, das sich vor allem auf die Selbststeuerung des Lernens und die verringerte Betreuung durch einen Trainer / Lehrenden bezieht (Zimmer 2002). E-Learning bezeichnet dabei im Allgemeinen jegliche „[...] Lernform, die durch den Computer einschließlich des Internets unterstützt wird.“ (Meier 2006, S. 44). Durch Einbezug neuer Medien wie Tablets, Smartphones etc. sind E-Learning-Anwendungen jedoch nicht mehr auf den stationären Computer angewiesen. Somit ergeben sich mit dem Bereich des Mobile Learning neue Lernsettings, beispielsweise durch Wählen des Lernraumes, so dass Lernen wesentlich flexibler gestaltet und sogar ein Lernen direkt am Arbeitsplatz ermöglicht werden kann.<sup>3</sup> Derartige Anwendungen und E-Learnings im Allgemeinen lassen sich dabei mit Blick auf die Interaktionsform in drei Ausprägungen klassifizieren:

Beim *E-Learning by distributing* nutzt der Lernende die Anwendung, um gezielt Informationen zu beschaffen und eine Lösung für seine Lernaufgaben zu finden. Die E-Learning-Anwendung fungiert somit als Distributor von Informationen. Eine starke Interaktion mit der Anwendung findet beim *E-Learning by interacting* statt. Der Lernende erhält durch das Medium lernrelevante Informationen und festigt das neu erworbene Know-how durch selbstgesteuerte Übungen. Beim *E-Learning by collaborating* steht der Austausch mit anderen Lernenden im Vordergrund. Die Anwendung verbindet Lernende so miteinander, dass gemeinsam Problemlösungen gefunden werden können.

Im Vergleich dieser Interaktionsformen bietet sich *E-Learning by interacting* für den Anlernprozess besonders an. Es zeichnet sich durch eine geringere Medienerfahrung, Selbststeuerung und Sozialkompetenz des Lernenden aus. Zudem weist eine erarbeitete Anwendung nach *E-Learning by interacting* Vorteile durch einen standardisierten und medial begleiteten Anlernvorgang auf, der Wissensinhalte immer gleich vermittelt und den Einsatz eines Online-Tutors einspart (Bosch 2006). Abschließende Praxisübungen festigen das erlernte Wissen und können den Praxistransfer wesentlich verbessern.

Für das Anlernen in der manuellen Kommissionierung wurde eine E-Learning-Anwendung unter Einsatz der Software Adobe Storyline 3 entwickelt. Durch die Einbindung von Responsive Design kann die E-Learning-Anwendung von unterschiedlichen Endgeräten (Laptops, Tablets und Smartphones mit größerem Display) genutzt werden. Aufgrund der besseren Bedienbarkeit und Sichtbarkeit der Lerninhalte empfiehlt sich jedoch der Einsatz eines Tablets als Lernmedium.

---

<sup>3</sup> Eine erweiterte Form von E-Learning bilden Blended-Learning-Formate. Hierbei wird Online- und Präsenzlehre auf unterschiedlichste Weise miteinander kombiniert. Als Erweiterung des LernPaketes E-Learning wäre beispielsweise die Einbindung einer trainergestützten Unterweisung denkbar.

Die entwickelte E-Learning-Anwendung besteht aus zwei Modulen. Das erste Modul schult den Lernenden theoretisch anhand eines ca. 30-minütigen E-Learning-Kurses. Im zweiten Modul wird die Kommissionierung praxisnah erlernt. Als Leitfigur ist ein „digitaler Buddy“ in die Anwendung eingebunden. Er begleitet den Lernenden während des gesamten Prozesses, erklärt Lernziele und Aufgaben und gibt motivierendes Feedback. Jedes Modul ist durch eine Erfolgskontrolle abzuschließen und gibt dem Lernenden Auskunft über den aktuellen Lernzuwachs (Siehe Abbildung 2). Beide Module enthalten zudem Gamification-Ansätze durch positives Feedback oder Erlangen von Badges nach Abschluss eines Modules.



**Abbildung 2: Menüstruktur der E-Learning-Anwendung**

Beide Module lassen sich inhaltlich wie folgt skizzieren:

Im Modul 1 „Einführung in die Kommissionierung“ erhalten die Lernenden einen ersten Zugang zum Arbeitsfeld der Intralogistik und Kommissionierung. Anhand eines vertonten und teilanimierten Vortrages werden wichtige Grundlagen und Begriffe des Arbeitsfeldes erläutert, der Vorgang der manuellen Kommissionierung erklärt und die Bedeutung des Kommis-

sionierers im Unternehmen hervorgehoben. Mit einer abschließenden Erfolgskontrolle über Multiple-Choice Fragen erhält der Lernende eine Rückmeldung über seinen Lernerfolg.

Im Modul 2 bearbeitet der Lernende anhand der Anwendung einen ganzheitlichen Kommissionierungsauftrag. Dabei wird der Kommissionierungsauftrag in spezifische Arbeitsschritte eingeteilt. Ein jeder Arbeitsschritt wird zunächst in der E-Learning-Anwendung per Videosequenz verdeutlicht und danach vom Lernenden direkt in der Praxis ausgeführt. Ist ein Arbeitsschritt beendet, kann die nächste Videosequenz angeschaut und praktisch umgesetzt werden. Das Modul 2 ist ebenso durch eine Erfolgskontrolle abzuschließen.

Das Lernmedium Tablet wird während des Lernprozesses des zweiten Moduls am Kommissionierwagen befestigt. Dadurch dient der Kommissionierwagen als Kommissionierhilfsmittel und Lernstation gleichermaßen. Der Lernende hat zudem beide Hände frei, um die gezeigten Arbeitsschritte ungehindert durchzuführen (Siehe Abbildung 3).



**Abbildung 3: E-Learning im Einsatz**

Aufgrund der modularen Struktur der E-Learning-Anwendung ist es ebenso möglich, den Lernprozess zu verkürzen, wenn ausreichende Vorkenntnisse beim Lernenden vorliegen. Wird die Erfolgskontrolle von Modul 1 ohne Durchführung von Modul 1 bestanden, kann dieses Modul übersprungen werden. Andernfalls sind fehlende Kenntnisse durch Bearbeitung des Modules 1 nachzuholen.

### *LernPaket 3: Anlernen mit Virtual Reality*

Virtuelle und erweiterte Realitäten nehmen in Zeiten von Industrie 4.0 und „Internet of Things“ eine immer größere Rolle ein. Dies verdeutlichen nicht nur die Vielzahl an Anbietern für Virtual und Augmented Reality, sondern auch die Erforschung und Erprobung neuer Anwendungsfelder (Dörner et al. 2013). Auch im Bereich der Aus- und Weiterbildung und dem Anlernen immer komplexerer Arbeitsprozesse können derartige Anwendungen einen Beitrag zu erfolgreichen Bildungsprozessen leisten. Sie ermöglichen innovative Formate des virtuellen, arbeitsplatznahen Lernens und können Lernwelten erschaffen, in denen Lernende ihre Fähigkeiten entwickeln und erproben (Zobel et al. 2018). Trotz einer nicht einheitlichen Definition von Virtual Reality im wissenschaftlichen Diskurs können Virtual Reality-Systeme beschrieben werden als "[...] a simulation in which computer graphics is used to create a realistic looking world. [...] [A] high end user computer interface that involves real-time simulation and interactions through multiple sensorial channels. These sensorial modalities are visual, auditory, tactile, smell, and taste." (Burdea und Coiffet 2003, S. 2).

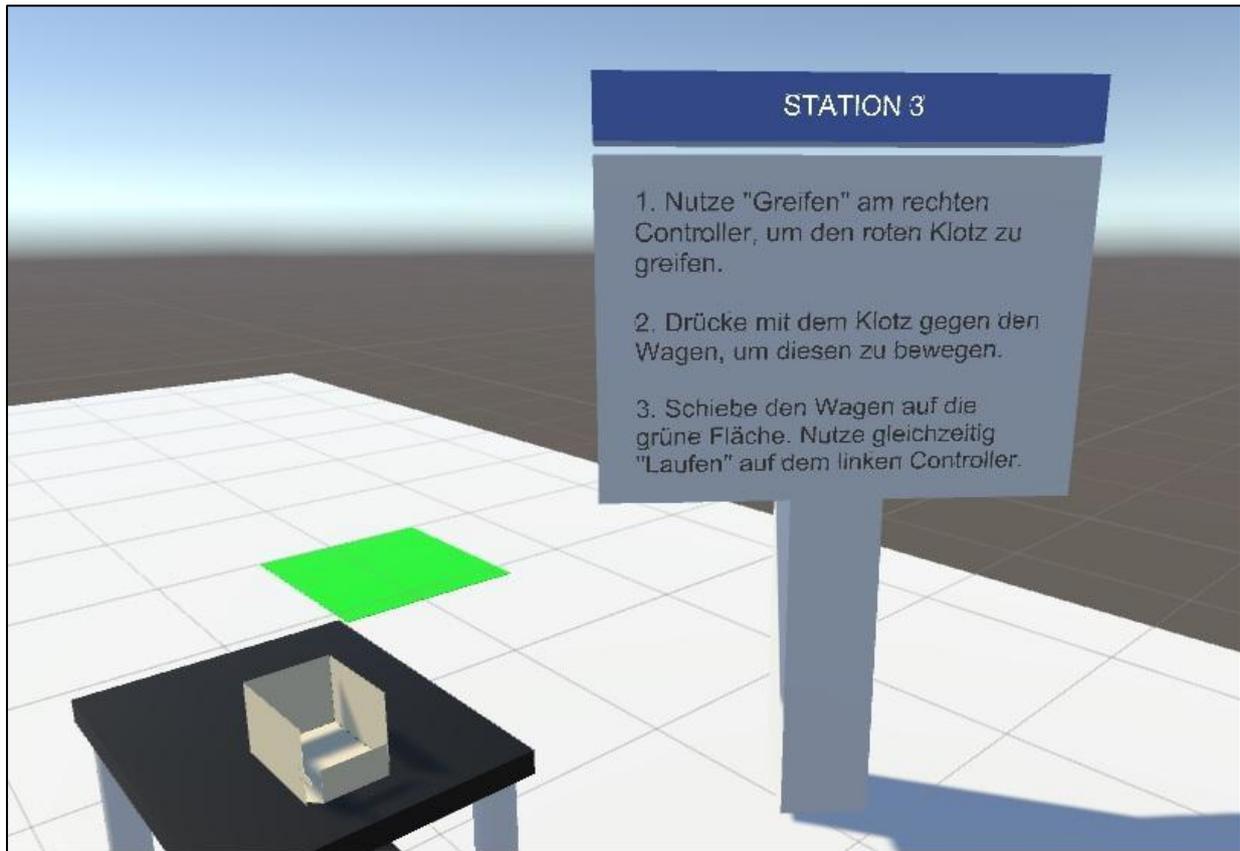
Virtual Reality-Systeme sind des Weiteren vor allem durch drei Eigenschaften entscheidend geprägt: Die *Interaktion* des Nutzers durch Möglichkeiten auf die Virtual Reality-Umgebung zu reagieren und mit ihr zu interagieren. Die *Imagination* als die Vorstellungskraft des Nutzers, sich in die virtuelle Realität hineinzusetzen. Die *Immersion* als „Eingebundenheit“ in die virtuelle Realität, so dass auch die Körperwahrnehmung mit der virtuellen Welt verschmilzt und beispielsweise auf Gefahrensituationen wie in der Realität reagiert wird (u. a. Pupillenerweiterung) (Rademacher 2014). Im pädagogischen Kontext werden Virtual Reality-Anwendungen meist aus konstruktivistischer Sicht betrachtet. Lernende können in virtuellen Lernumgebungen sich selbstständig, aktiv und gezielt mit Lerninhalten auseinandersetzen. Vor allem komplexe Sachverhalte werden durch diese direkte Interaktion des Lernenden leichter verstanden und prägen sich durch die direkte Erfahrung in scheinbar realen Situationen ein. Gefahren beim Einsatz von Virtual Reality bestehen in der kognitiven Überlastung der Lernenden: Das Verstehen und Anwenden der Virtual Reality-Technologie und der zugehörigen Steuerungsgeräte kann hohe Kapazitäten des Lernenden beanspruchen, so dass das Lernen von Fachinhalten in den Hintergrund rückt (Jenewein et al. 2009).

Für den Anlernprozess in die manuelle Kommissionierung ist ebenfalls ein LernPaket mit Hilfe der virtuellen Realität entwickelt und experimentell erprobt worden. Ziel war es, Probanden in die manuelle Kommissionierung einzulernen und in einem virtuellen Lager Kommissionierprozesse durchführen zu lassen. Hierfür wurden die Kommissionierungstechnologien Pick-by-Light und Pick-by-Voice als Anwendungsbeispiele ausgewählt. Für die technische Umsetzung des LernPaketes wurde zunächst ein physischer Virtual Reality-Raum eingerichtet. Dieser verfügt über genügend Raumgröße, um die Bewegungsfreiheit in der virtuellen Welt zu gewährleisten. Die Virtual Reality-Anwendung wurde mit Hilfe der Software Unity3D erstellt und auf einem rechenstarken Computer installiert. Die Bediengeräte bestehen aus einer Virtual Reality-Datenbrille und zwei Handcontrollern des Systems HTC Vive. Zur besseren tutoriellen Begleitung wird, während des Anlernprozesses, die laufende Anwendung auf einem weiteren Bildschirm dargestellt. Der Tutor hat so die Möglichkeit, jeden Schritt und die Sichtweisen des Lernenden nachzuverfolgen, Handlungsanweisungen der Virtual Reality-Welt zu erklären und bei Bedarf zu unterstützen (Siehe Abbildung 4).



**Abbildung 4: Durchführung des Anlernens im Virtual Reality-Labor**

Je nach zu erlernender Kommissioniertechnologie sind die Lernphasen und Aufgaben an die Besonderheiten der Technologie und der Kommissionierart angepasst. Bei der didaktischen Entwicklung des LernPaketes für Pick-by-Light wurde ein zweistufiger Lernphasenverlauf gewählt und umgesetzt. In der ersten Lernphase wird zunächst der Umgang mit der Virtual Reality-Technologie geschult. Das Erlernen von „Bewegen und Handeln im virtuellen Raum“ bildet das Lernziel. Erste Erfahrungen mit der Virtual Reality-Technologie sollen gesammelt und Bewegungsabläufe trainiert werden. Hierfür agiert der Teilnehmer in einem virtuellen Übungsraum (Siehe Abbildung 5).



**Abbildung 5: Übungsraum des LernPaketes Virtual Reality**

Mit Hilfe von drei Übungsstationen erlernt der Teilnehmer die Grundsteuerung des Virtual Reality-Systems (Laufen, Greifen und Schieben) und die für die Kommissionierung notwendigen Grundfertigkeiten (Kommissionierwagen schieben, Barcode scannen und Produkte greifen). Der Tutor kann bei Bedarf unterstützend tätig sein und Hinweise geben oder Handlungsabläufe erklären. Durch die niedrighwellige Einführung in die Technologie Virtual Reality verringert sich nebenbei die Gefahr einer kognitiven Überlastung des Teilnehmers in der zweiten Lernphase.

In der zweiten Lernphase von Virtual-Reality und Pick-by-Light gelangt der Lernende in das virtuelle Kommissionierlager. Das virtuelle Kommissionierlager ist eine virtuelle Abbildung des LernLagers und enthält alle wesentlichen Objekte, die zur Kommissionierung benötigt werden. Der Lernende erhält vorwiegend über Schrifttafeln Handlungsanweisungen, die ihm erklären, wie ein Kommissionierprozess durchgeführt wird. Eventuelle Fragen zu den Handlungsanweisungen können durch den Tutor aufgegriffen und beantwortet werden. Anschließend führt der Lernende zwei Kommissionierungsaufträge in der Kommissionierart Single-Order-Picking<sup>4</sup> durch. Die Komplexität der Aufträge steigt sukzessive an und fördert so den Lernprozess. Bei Fragen während des Kommissionierprozesses können Hilfsinformationen

---

<sup>4</sup> Single-Order-Picking bezeichnet das einstufige Kommissionierverfahren, in dem einem Kundenauftrag genau ein Kommissionierauftrag zugeordnet ist.

zum Kommissionierprozess jederzeit eingeblendet oder der Tutor in Anspruch genommen werden.

Die Virtual Reality-Anwendung für Pick-by-Voice ist ebenfalls an die Kommissioniertechnologie angepasst. Hierfür wurde zunächst das Sprachsystem der Pick-by-Voice-Technologie analysiert und die geeigneten Spracheingabe und -ausgabebefehle für die Bearbeitung von zwei Kommissionieraufträgen in einem Kommunikationsmodell beschrieben.

Aus dem Kommunikationsmodell wurde anschließend ein Pick-by-Voice-Modul programmiert und in die Virtual Reality-Anwendung eingebunden. Durch Abgleich des Sprachmoduls mit der realen Pick-by-Voice-Technologie konnte in Pilottests sichergestellt werden, dass eine praxisnahe Darstellung der Pick-by-Voice-Technologie gewährleistet ist. Die technische Ausstattung der Kommissioniertechnologie wird durch ein Headset simuliert. Der Anwender kann so in der Virtual Reality-Umgebung durch das Headset mit dem Sprachmodul über den gesamten Kommissionierprozess interagieren. Wie bei Pick-by-Light wird auch in dieser Lernanwendung zunächst das Bewegen und Handeln im virtuellen Raum erlernt. Anschließend werden zwei Kommissionieraufträge durch die simulierte Pick-by-Voice-Technologie bearbeitet. Für einen besseren Praxistransfer werden diese Lernphasen durch eine Dritte erweitert. Der Lernende erhält darin eine Video-Schulung zum Thema Multi-Order-Picking<sup>5</sup>. Somit wird eine lernförderliche und aufsteigende Komplexität gewährleistet und der Praxistransfer gesichert.

### **2.3 Arbeitspaket 3: Konfiguration des Modelllagers zur Durchführung von Probandenversuchen (IFT)**

#### Ziele des Arbeitspaketes

Zur Untersuchung der abgestimmten Kommissionierprozesse wird das LernLager konfiguriert. Dabei werden die Anforderungen der Projektpartner aus den vorausgehenden Arbeitspaketen einbezogen. Dieses Arbeitspaket wird durch die Forschungsstelle IFT bearbeitet.

#### Durchgeführte Arbeiten und erzielte Ergebnisse

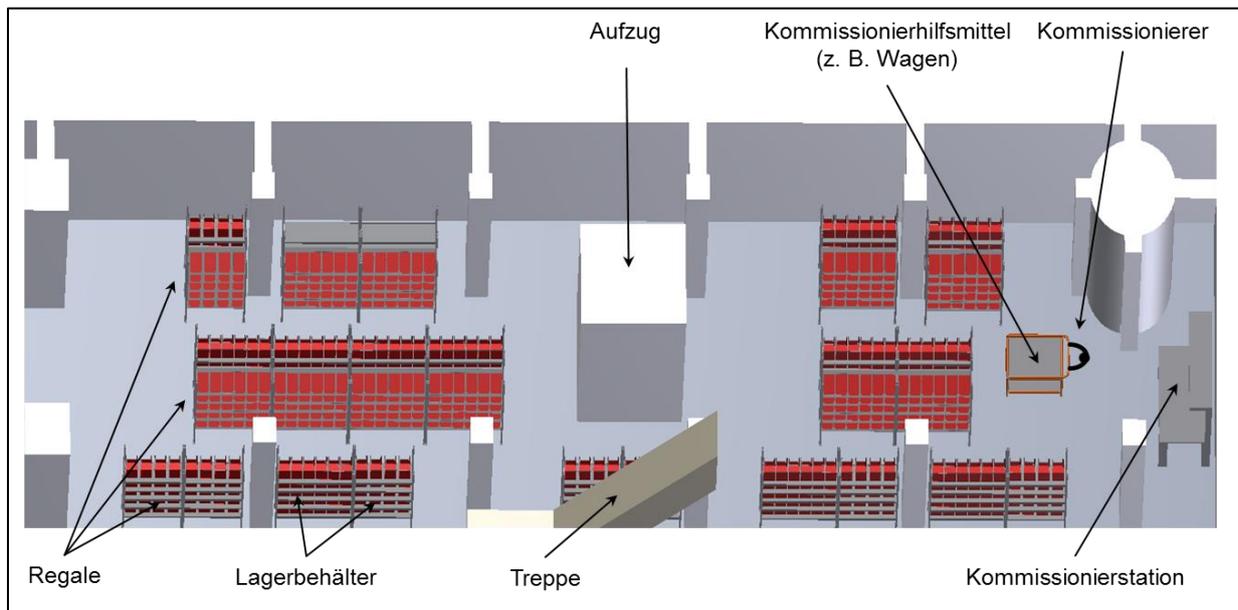
Unter Einbindung der vorherigen Analysen und Anforderungen der Projektpartner wurde das LernLager zur Durchführung von Probandenversuchen durch die Forschungsstelle IFT konfiguriert. Berücksichtigt wurden hierbei die gewonnenen Erkenntnisse durch die Gespräche mit den Projektpartnern sowie Lagerbesichtigungen bei Projektpartnern. Des Weiteren baut

---

<sup>5</sup> Multi-Order-Picking bezeichnet ein zweistufiges Kommissionierverfahren. Anforderungen aus mehreren Einzelaufträgen werden stapelweise, also in einem Batch, zusammengefasst und die Waren anschließend jeweils nach Auftrag sortiert.

die Konfiguration des LernLagers und die Zusammensetzung der Kommissionieraufträge auf den Studienergebnissen nach Stinson (2018) auf, die ebenfalls im LernLager entstanden sind.

Das LernLager umfasst drei Kommissioniergassen mit ca. 1.000 Lagerplätzen auf einer Kommissionierfläche von 120m<sup>2</sup>. Das LernLager ist mit realen Produkten bestückt, um einer realitätsnahen Kommissionierung trotz Laborumgebung gerecht zu werden. Um den Schwierigkeitsgrad der Kommissionierung zu erhöhen, weisen die Produkte für die Probandenversuche geringe Abmessungen sowie Gewichte auf und sind in ihrer Optik sehr ähnlich. Eine eindeutige Identifizierung der zu entnehmenden Artikel ist somit durch das bloße Auge nicht durchführbar. Das Fachbodenregallager beinhaltet fünf Regalreihen mit fünf bis zehn Lagerregalen. Jedes Lagerregal beinhaltet fünf vertikale Abschnitte und vier bis fünf horizontale Abschnitte (Siehe Abbildung 6).



**Abbildung 6: Grundaufbau des LernLagers (3D-Sicht)**

Die Lagerplätze sind durch Lagernummern gekennzeichnet. Für den Lagerplatz in der ersten Regalreihe A des ersten Lagerregals auf dem fünften vertikalen und vierten horizontalen Abschnitt ist folglich die Lagernummer A-01-5-4 angebracht. Somit ist der Proband in der Lage, jeden Lagerplatz problemlos aufzufinden. Ebenso ist an den Lagerplatznummern eine Prüfziffer für das Pick-by-Voice-System angebracht, um den zu bearbeitenden Lagerplatz korrekt zu quittieren. Die Bereitstellung der Artikel findet dezentral und statisch in Form der Person-zur-Ware-Kommissionierung statt. Der Kommissionierer bewegt sich eindimensional zu den bereitgestellten Waren. Als Kommissionierhilfsmittel wird ein Kommissionierwagen eingesetzt. Der Kommissionierer entnimmt die entsprechende Ware und legt diese in zugehörige

Entnahmebehälter auf den Kommissionierwagen. Nach Abschluss der gesamten Entnahme werden die Entnahmebehälter an der Kommissionierbasis abgelegt und der Auftrag abgeschlossen. Hierfür ist an der Kommissionierbasis ein Barcode für die Scanprozesse sowie eine Prüfziffer für das Pick-by-Voice-System angebracht.

Neben der Hardwarekonfiguration im LernLager war die Codierung der durchzuführenden Kommissionieraufträge Teil der Vorbereitung für die Probandenversuche. Die Aufträge wurden durch das installierte Warehouse Management System bereitgestellt. Im LernLager sind zur Bearbeitung der Aufträge vier Kommissioniertechnologien installiert. Diese sind

- Pick-by-Light
- Pick-by-Scan
- Pick-by-Voice
- Pick-by-Vision inklusive eines Fingerscanners

Die Auftragskonfiguration für die experimentelle Untersuchung wurde spezifisch für die jeweiligen Kommissioniertechnologien im LernLager durchgeführt. Übergreifend wurden 18 Aufträge in unterschiedlicher Größe konfiguriert, die über die verschiedenen Kommissioniertechnologien hinweg identisch durchgeführt werden. Für die Kommissioniertechnologie Pick-by-Light wurden die Aufträge über eine xlsx-Datei erstellt. Die Umsetzung der Aufträge in Pick-by-Vision wurde durch einen Projektpartner durchgeführt. Pick-by-Scan sowie Pick-by-Voice wurden über ein Warehouse Management-Programm erstellt. Jeder Kommissioniertechnologie ist zudem eine Kommissionierart zugeordnet. Die Kommissionierung wird entweder in Form von Single-Order-Picking oder Multi-Order-Picking durchgeführt. Auf Basis vorheriger Forschungsarbeiten wurde Multi-Order-Picking aufgrund einer höheren Kommissionierleistung gegenüber Single-Order-Picking gewählt (Stinson 2018). Lediglich bei Pick-by-Light wurde aufgrund von technischen Einschränkungen im LernLager die Kommissionierart Single-Order-Picking gewählt. Somit ergeben sich die in Tabelle 2 konfigurierten Kommissionierverfahren für die Durchführung der Probandenversuche. Zur Datenaufnahme ist im LernLager ein videobasiertes Trackingsystem installiert, das bei der Durchführung der Probandenversuche eingesetzt wurde. Durch die videobasierte und somit visuelle Aufzeichnung konnten Fehler und Probleme auch noch im Nachgang der Probandenversuche nachvollzogen werden. Anforderungen an das Trackingsystem waren, einen ungestörten Kommissionierprozess zu ermöglichen, den Blick des Kommissionierers darzustellen und somit seine Handlungen aufzuzeichnen sowie eine anonymisierte Aufzeichnung der Probanden zu gewährleisten.

**Tabelle 2: Untersuchte Kommissioniertechnologien und -arten**

Kommissioniertechnologie	Kommissionierart
Pick-by-Light	Single-Order-Picking
Pick-by-Scan	Multi-Order-Picking
Pick-by-Voice	Multi-Order-Picking
Pick-by-Vision	Multi-Order-Picking

## 2.4 Arbeitspaket 4: Durchführung und Auswertung der Probandenversuche (IFT)

### Ziele des Arbeitspaketes

Im Rahmen des Forschungsprojektes werden die vorliegenden LernPakete (Siehe 2.2) anhand von Probandenversuchen experimentell untersucht. Zur Durchführung der Probandenversuche wird in einem Versuchsprogramm das experimentelle Design festgelegt. Anhand des experimentellen Designs werden anschließend Probandenversuche durchgeführt und die Ergebnisse ausgewertet. Dieses Arbeitspaket wird durch die Forschungsstelle IFT bearbeitet.

### 2.4.1 Experimentelles Design und Durchführung der Probandenversuche

#### Durchgeführte Arbeiten und erzielte Ergebnisse

Das experimentelle Design wurde durch die Forschungsstelle IFT festgelegt und ermöglicht einen standardisierten Ablauf aller Probandenversuche. Im Versuchslabor LernLager wurden insgesamt zehn Versuchsreihen durchgeführt. Jede Versuchsreihe kombiniert eine Kommissioniertechnologie mit einem LernPaket und enthält eine Probandenanzahl von mindestens zwölf Versuchsteilnehmern. Vor der Umsetzung einer Versuchsreihe ist in einer Testphase das experimentelle Design verifiziert worden. Der grundlegende Versuchsablauf ist über alle Versuchsreihen identisch und umfasst drei Phasen (Siehe Abbildung 7).



**Abbildung 7: Phasen des experimentellen Designs**

### *Anlernphase*

In der Anlernphase erlernen die Versuchspersonen ein durch den Versuchsleiter ausgewähltes Kommissionierverfahren mit Hilfe eines zugeordneten LernPaketes. Die Zuordnung von Versuchspersonen zu den jeweiligen Versuchsreihen wird randomisiert durchgeführt. Wie schon beschrieben, wurden die entwickelten LernPakete an die Besonderheiten der Kommissioniertechnologien angepasst, um ein möglichst erfolgreiches Lernen zu gewährleisten. Daraus resultierend, unterscheiden sich zum einen die LernPakete zu einander, wie auch in ihrer Anpassung an die jeweilige Kommissioniertechnologie in folgenden Ausprägungen:

- *Geplante Anlernzeit:* Je nach Komplexität des Kommissionierverfahrens, der Kommissionierart und des LernPaketes treten unterschiedliche Anlernzeiten auf und sind auch in der didaktischen Gestaltung der Lernprozesse eingeplant. Über alle Versuchsreihen hinweg steht jedoch die individuelle Anlernzeit des Lernenden im Vordergrund. Es wurden keine beschränkenden Maßnahmen einbezogen, um die Anlernzeit zu verkürzen oder zu verlängern. Somit ist ebenso gewährleistet, dass aufgenommene Anlernzeiten realistische Werte aufweisen.
- *Gestaltung von Lerninhalten, -aufgaben und Erfolgskontrollen:* Im Vergleich der LernPakete wurden die Lerninhalte, -aufgaben und Erfolgskontrollen für die jeweiligen Lernmethoden erarbeitet. So beinhaltet beispielsweise das LernPaket E-Learning abschließende Lernerfolgskontrollen durch Beantwortung von Multiple-Choice-Fragen. Im LernPaket CAPT zeigt sich die Lernerfolgskontrolle im erfolgreichen Abschluss der Kommissionieraufträge und dem kommunikativen Austausch der Peers. Innerhalb eines LernPaketes wurden für die Vermittlung der Besonderheiten der eingesetzten Kommissioniertechnologie zugehörige Lerninhalte entwickelt und die Lernaufgaben sowie Erfolgskontrollen auf diese Lerninhalte angepasst.
- *Tutorielle Begleitung durch einen Trainer oder durch eingesetzte Lernmedien:* Je nach LernPaket steht im Anlernprozess eine tutorielle Präsenz-Begleitung durch einen Trainer zur Verfügung oder die Begleitung wird durch das eingesetzte Lernmedium selbst übernommen. Über alle Versuchsreihen hinweg fand vor Beginn der Anlernphase eine allgemeine Einführung in den bevorstehenden Versuchsablauf durch den Versuchsleiter statt.

### *Kommissionierphase*

Nach der Anlernphase wird die Kommissionierphase eingeleitet. Hierbei wird der Proband aufgefordert, 18 Kommissionieraufträge mit Hilfe der erlernten Kommissioniertechnologie im LernLager zu bearbeiten. Die 18 Kundenaufträge unterscheiden sich voneinander in:

- Anzahl an Pickpositionen pro Kundenauftrag
- Anzahl der zu entnehmenden Artikel pro Pickposition
- Größe, Umverpackung und Gewicht des jeweiligen Artikels

Die Kommissionierphase wird bei den LernPaketen E-Learning sowie Virtual Reality direkt an die Lernphase angeschlossen. Beim Lernpaket CAPT, bei dem zwei Versuchspersonen gleichzeitig eingelernt werden, führt zunächst nur eine Versuchsperson die Kommissionierphase durch, sodass sich für die zweite Versuchsperson eine Wartezeit von ca. 30 Minuten ergibt. In jeder Kommissionierphase werden identische Pickpositionen von Probanden bearbeitet, um anschließend Aussagen über die Auswirkungen der LernPakete zu den jeweiligen Kommissioniertechnologien zu treffen. Somit ergeben sich folgende Versuchsreihen (Siehe Tabelle 3).

**Tabelle 3: Zuordnung der LernPakete zu Kommissioniertechnologien**

Kommissioniertechnologie und -art	Eingesetzte LernPakete
Pick-by-Light: Single-Order-Picking (mit serieller Bearbeitung der Kundenaufträge)	CAPT
	E-Learning
	Virtual Reality
Pick-by-Voice: Multi-Order-Picking (mit 2 parallelen Kundenaufträgen)	CAPT
	E-Learning
	Virtual Reality
Pick-by-Scan: Multi-Order-Picking (mit 2 parallelen Kundenaufträgen)	CAPT
	E-Learning
Pick-by-Vision: Multi-Order-Picking (mit 2 parallelen Kundenaufträgen)	CAPT
	E-Learning

### *Bewertung durch Fragebogen*

Nach der Kommissionierphase reflektieren und bewerten die Probanden den zurückliegenden Kommissionier- und Anlernprozess durch einen Fragebogen. Der Fragebogen enthält vier Themenblöcke:

- Soziodemografische Merkmale
- Berufliche Vorkenntnisse und Medienerfahrung
- Selbsteinschätzung des Kommissionier- und Anlernprozesses
- Bewertungen und Optimierungsvorschläge zum LernPaket und Anlernprozess

Insgesamt werden 19 offene, geschlossene oder teilgeschlossene Fragen gestellt. Neben dieser nachgelagerten Datenerhebung findet eine begleitende Messung des Anlern- und Kommissionierprozesses statt. Es werden folgende Daten aufgenommen und ausgewertet:

Kommissionierzeit (Quantität):

- Gesamtzeit der Kommissionierung (alle 18 Kundenaufträge)

Kommissionierfehler (Qualität):

- Positionsfehlerquote

Anlernphase:

- Gesamtzeit der Anlernphase

Die Daten des Fragebogens und die aufgenommenen Daten aus den Kommissionier- und Anlernprozessen werden abschließend miteinander in Verbindung gesetzt, um eine ganzheitliche Sicht auf das Anlernen in der manuellen Kommissionierung zu gewährleisten. Als Auswertungsinstrument wurde die Statistiksoftware SPSS 24 eingesetzt.

### **2.4.2 Auswertung der Probandenversuche**

Ziel der Versuchsauswertung ist es, den Lern- und Kommissionierprozess hinsichtlich qualitativer und quantitativer Merkmale zu untersuchen und Schlussfolgerungen über geeignete Lernprozesse für die eingesetzten Kommissioniertechnologien zu treffen. Im LernLager haben 124 Probanden die Kommissionierung erlernt und anschließend in der Kommissionierphase ihre neuen Fähigkeiten angewandt. Jeder Proband hat nur einmal eine Lern- und Kommissionierphase durchgeführt. Die Anlernzeit betrug insgesamt ca. 1.894 Minuten bei einer mittleren Anlernzeit von ca. 15 Minuten. Die Bearbeitungszeit für die Kom-

missionieraufträge umfasste insgesamt 3.858 Minuten bei einer mittleren Kommissionierzeit von ca. 31 Minuten. Es wurden 2.232 Kundenaufträge und 7.812 Positionen bearbeitet sowie 26.412 Entnahmen vorgenommen.

Die aufgenommenen soziodemografischen Merkmale unterteilen sich in Geschlecht, Alter, letzter Bildungsabschluss und aktuelle Beschäftigung. Des Weiteren wurden Erfahrungen in der gewerblichen Arbeit und im speziellen der Kommissionierarbeit erfragt sowie um eine Selbsteinschätzung des Lern- und Kommissionierprozesses gebeten. Die Daten zur Selbsteinschätzung geben wieder, dass eine solide Stichprobe für die Versuchsreihen gewählt wurde. Die Probanden schätzen sich selbst als „eher hoch belastbar“ sowie „eher hoch motiviert“ ein. Nach der Kommissionierphase lag eine „mittlere Erschöpfung“ bei den Probanden vor. Die Bedienbarkeit der technischen Hilfsmittel wurde, wie auch die Verständlichkeit der Anweisungen, ebenfalls als „eher hoch“ eingestuft (Siehe Anhang Tabelle 22). Störeffekte durch technische Probleme oder unverständliche Lernanweisungen können damit über alle Versuchsreihen hinweg weitgehend ausgeschlossen werden. Die eingesetzten Probanden lassen sich nach ihren soziodemografischen Merkmalen wie in den folgenden Tabellen ersichtlich darstellen.

**Tabelle 4: Grundlegende Probandenangaben: Geschlechterverteilung**

		Anzahl (absolut)	Anzahl (in Prozent)
<b>Geschlecht</b>	weiblich	45	36,9 %
	männlich	77	63,1 %

Fehlende Werte: N = 2; N = 122

**Tabelle 5: Grundlegende Probandenangaben: Altersverteilung**

	Mittelwert	Standardabweichung	Maximum	Minimum
<b>Alter in Jahren</b>	24	5	62	18

Fehlende Werte: N = 2; Verarbeitete Fälle: N = 122

**Tabelle 6: Grundlegende Probandenangaben: Erfahrung in der gewerblichen Arbeit**

		in Prozent
<b>Erfahrung gewerbliche Arbeit</b>	Ja	40,3 %
	Nein	59,7 %

Erfahrung gewerbliche Arbeit ja/nein: Verarbeitete Fälle: N = 124

**Tabelle 7: Grundlegende Probandenangaben: Kommissioniererfahrung**

		in Prozent
<b>Kommissioniererfahrung</b>	Ja	24,2 %
	Nein	75,8 %

Verarbeitete Fälle: N = 124

**Tabelle 8: Grundlegende Probandenangaben: Aktuelle Beschäftigung**

		Absolut	in Prozent
<b>Aktuelle Beschäftigungsart</b>	Student	116	93,5 %
	Berufstätig	8	6,5 %
	Sonstiges	0	0,0 %

Verarbeitete Fälle: N = 124

**Tabelle 9: Grundlegende Probandenangaben: Letzter Bildungsabschluss**

		Absolut	in Prozent
<b>Letzter Bildungsabschluss</b>	Abitur / Fachabitur	62	51,2 %
	Hochschulabschluss	46	38,0 %
	Sonstiges	4	3,3 %
	Berufsausbildung	8	6,6 %
	Hauptschulabschluss	1	0,8 %

Fehlende Werte N = 3; Verarbeitete Fälle N = 121

Weitere Ausprägungen ohne Werte waren "Mittlere Reife" (0 %) und "kein Bildungsabschluss" (0 %)

Die Auswertung der Forschungsergebnisse beruht auf qualitativen und quantitativen Kennzahlen. Durch Nutzung von aufgenommenen oder berechneten Kennzahlen ist es möglich, die qualitativen und quantitativen Dimensionen von Lernprozessen in der manuellen Kommissionierung grafisch darzustellen und zu bewerten. Hierfür wird für jede Kommissioniertechnologie eine individuelle Auswertung nach LernPaketen vorgenommen. Die eingesetzten Kennzahlen sind vor Beginn der Versuchsreihen definiert und geprüft worden. Im Folgenden werden die eingesetzten Kennzahlen und Berechnungs- bzw. Erhebungsarten betrachtet:

*Anlernzeit:* Die Kennzahl "Anlernzeit" beschreibt die Zeitspanne von Beginn bis zum Abschluss des eigentlichen Lernprozesses. Die Kennzahl wurde manuell durch den Versuchsleiter erhoben. Nicht einbezogen in die Anlernzeit sind die Begrüßung des Probanden durch den Versuchsleiter und die allgemeine Einführung in den bevorstehenden Versuchsablauf.

Für das LernPaket CAPT wurde die Anlernzeit für den gesamten Anlernprozess aufgenommen. Aufgrund des gleichzeitigen Anlernens von zwei Probanden, kann die Anlernzeit aus Sicht des Ressourceneinsatzes von Unternehmen halbiert werden.

Formelberechnung der Anlernzeit pro Person für CAPT:

$$\text{Anlernzeit pro Person (CAPT)} = \frac{\text{Aufgenommene Anlernzeit (in mm:ss)}}{\text{Anzahl der Lernenden in der jeweiligen Lernphase}}$$

*Kommissionierzeit:* Die Kommissionierzeit ist die Zeit, die benötigt wird, um einen Auftrag in der Kommissionierung abzuschließen. Sie setzt sich zusammen aus der Basiszeit sowie der positionsbezogenen Greifzeit, Totzeit und Wegzeit. Die Kommissionierzeit wird durch folgende Formel beschrieben:

$$\text{Kommissionierzeit [s]} = \text{Basiszeit} + \sum_{r=1}^n (\text{Wegzeit}_r + \text{Greifzeit}_r + \text{Totzeit}_r)$$

Um die Auswirkungen der Lernprozesse über einen längeren Kommissionierzeitraum festzustellen, wurde die Kommissionierzeit als Summe der Bearbeitungszeit aller 18 Kundenaufträge definiert. Die Kommissionierzeit beschreibt dabei die Zeit, die ein Proband für den Abschluss von 18 Kundenaufträgen benötigt, d.h. vom Erhalt des ersten Entnahmebefehles bis zur Abgabe und Beendigung des 18. Kundenauftrags. In dieser Kommissionierzeit sind ebenfalls Basiszeiten, Wegzeiten, Greifzeiten und Totzeiten einbezogen, um realitätsnahe Werte zu erhalten. Die Kommissionierzeit wurde durch das videobasierte Trackingsystem aufgezeichnet und nach Abschluss des gesamten Versuchsablaufes durch den Versuchsleiter ausgewertet. Vor der Auswertung fand, wie auch bei der Anlernzeit, eine Bewertung der individuellen Kommissionierzeiten durch Boxplot-Grafiken statt. Extremwerte wurden aus der Versuchsreihe ausgeschlossen und relative Ausreißer auf ihren Einbezug in die Datenauswertung geprüft.

*Positionsfehlerquote:* Die Positionsfehlerquote wird als Relation der Anzahl fehlerhaft ausgeführter Auftragspositionen einer Versuchsreihe zur Gesamtzahl der bearbeiteten Auftragspositionen einer Versuchsreihe definiert. Sie berechnet sich wie folgt:

$$\text{Positionsfehlerquote in \%} = \frac{\sum \text{fehlerhafte Auftragspositionen einer Versuchsreihe} \times 100}{\sum \text{Auftragspositionen einer Versuchsreihe}}$$

Neben der Positionsfehlerquote wird in der Kommissionierung ebenso die Auftragsfehlerquote eingesetzt. Aufgrund der präziseren Zuordnung von Entnahmefehlern zu einzelnen Positionen wird jedoch nur die Positionsfehlerquote als Kennzahl genutzt. Die Positionsfehler jedes Probandenversuches werden nach Beendigung des Versuchsablaufes durch den Versuchsleiter manuell erhoben. Die Positionsfehler unterscheiden sich in Mengenfehler, Auslassungsfehler, Typfehler und Ablagefehler (nur bei Multi-Order-Picking möglich). Erhobene Ablagefehler werden in der Fehlerauswertung als zwei Positionsfehler gewertet, da hieraus zwei fehlerhafte Kundenaufträge resultieren.

Die Bewertung der Versuchsreihen wird mit Hilfe von Boxplot-Grafiken durchgeführt. Durch Boxplot-Grafiken werden Wertereihen hinsichtlich ihrer Verteilung in Bezug zu den Messgrößen grafisch dargestellt. Boxplots bieten ein statistisches Instrument, um einen Eindruck zu erhalten, in welchen Wertebereichen die Daten einer Wertereihe liegen. Gleichzeitig können dadurch abweichende Einzelwerte – sogenannte Ausreißer und Extremwerte – dargestellt werden. Identifizierte Ausreißer oder Extremwerte können anschließend analysiert und – bei einer ausreichenden Begründung – aus der Wertereihe ausgeschlossen werden. Zielführend werden dadurch die Verzerrungen bei der Auswertung von Wertereihen minimiert.

In der Auswertung der Versuchsreihen wird jeweils für die Kennzahlen Positionsfehlerquote, Kommissionierzeit und Anlernzeit eine Bewertung anhand von Boxplots entlang der durchgeführten Kommissioniertechnologien vorgenommen. Bei der Auswertung der einzelnen Boxplots wird nach auffälligen Werten gesucht und beim betreffenden Wert entschieden, ob dieser aus der Auswertung der Kennzahl in der jeweiligen Versuchsreihe ausgeschlossen wird. Dabei werden die Einzelwerte in Bezug auf die Interquartilsabstände betrachtet. Der Interquartilsabstand (IQR) ist ein robustes Maß zur Abschätzung des Streuungsmaßes einer Wertereihe; er zeigt an, in welchem Wertebereich 50% der Werte liegen (Siehe Abbildung 8).

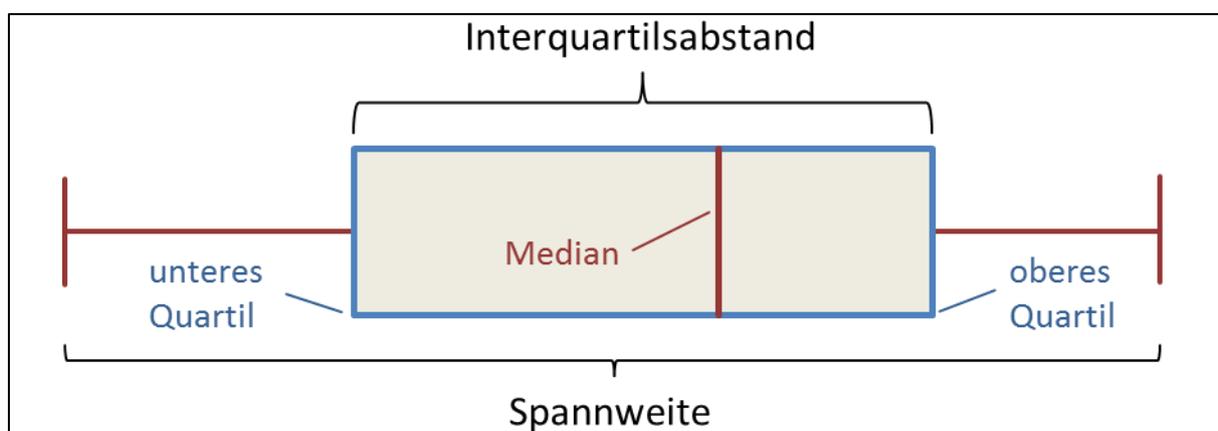


Abbildung 8: Darstellung des Interquartilsabstandes

Ein Ausreißer liegt vor, wenn sich der betreffende Wert oberhalb des IQR-Bereichs  $x_{0,75} + 1,5$  IQR oder unterhalb  $x_{0,25} - 1,5$  IQR befindet. Diese Werte werden auf Störfaktoren im Versuchsablauf sowie auf mögliche Eingabefehler überprüft. Liegt eines dieser Kriterien vor, wird der Wert aus der Kennzahlen-Berechnung ausgeschlossen.

Ein Extremwert liegt vor, wenn sich der betreffende Wert oberhalb des IQR-Bereichs  $x_{0,75} + 3$  IQR oder unterhalb  $x_{0,25} - 3$  IQR befindet. Hier wird ebenfalls untersucht, ob der Versuchsablauf gestört wurde oder ein Eingabefehler vorliegt. Ist dies zutreffend, wird der Wert ebenfalls ausgeschlossen.

### 2.4.3 Pick-by-Light: Auswertung der LernPakete

Beim Anlernen des Kommissionierprozesses unter Verwendung der Kommissioniertechnologie Pick-by-Light wurden drei LernPakete eingesetzt. Es ergeben sich folgende Boxplot-Grafiken, die die Zusammenhänge der Einzelwerte darstellen (Siehe Abbildung 9).

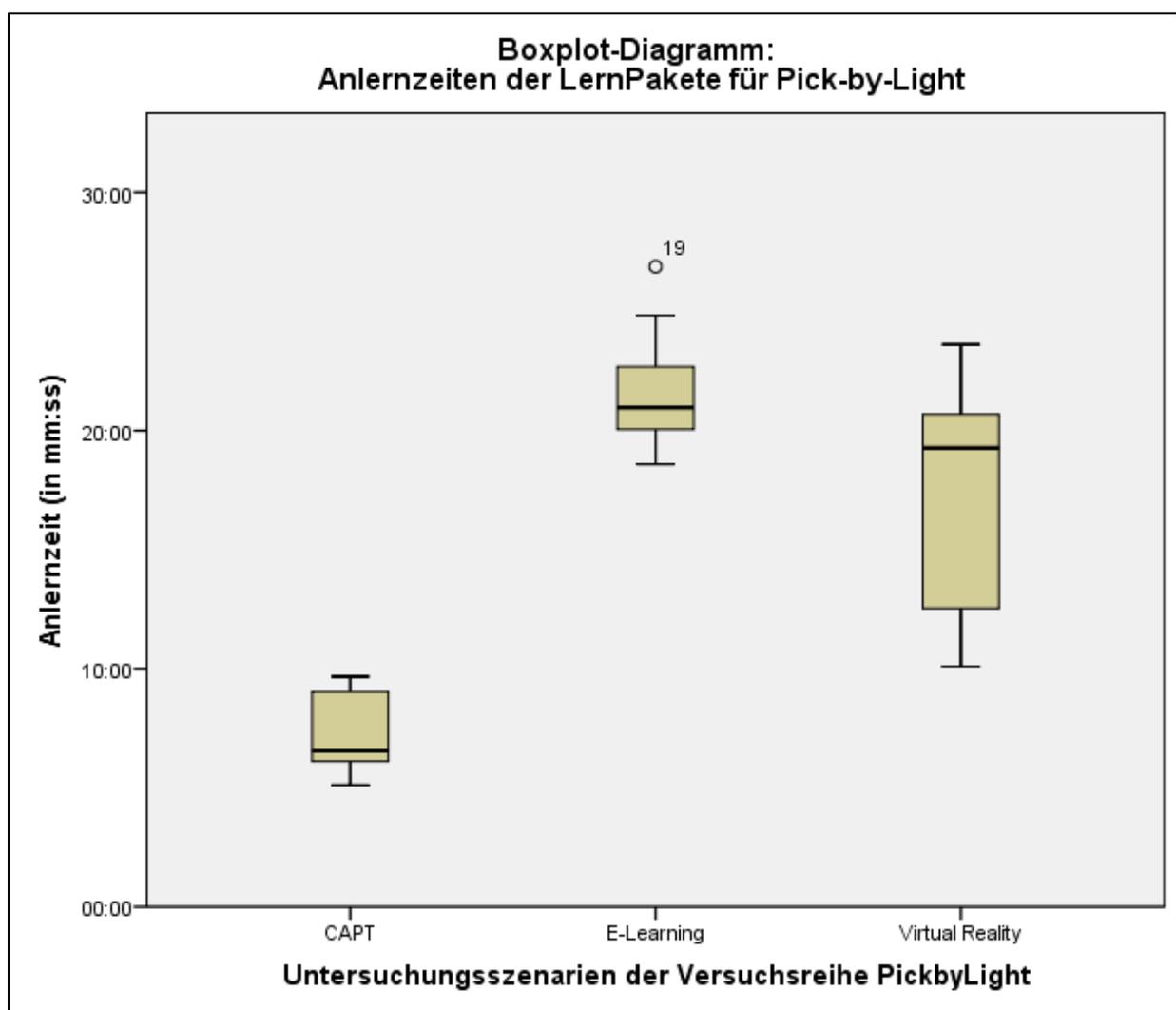


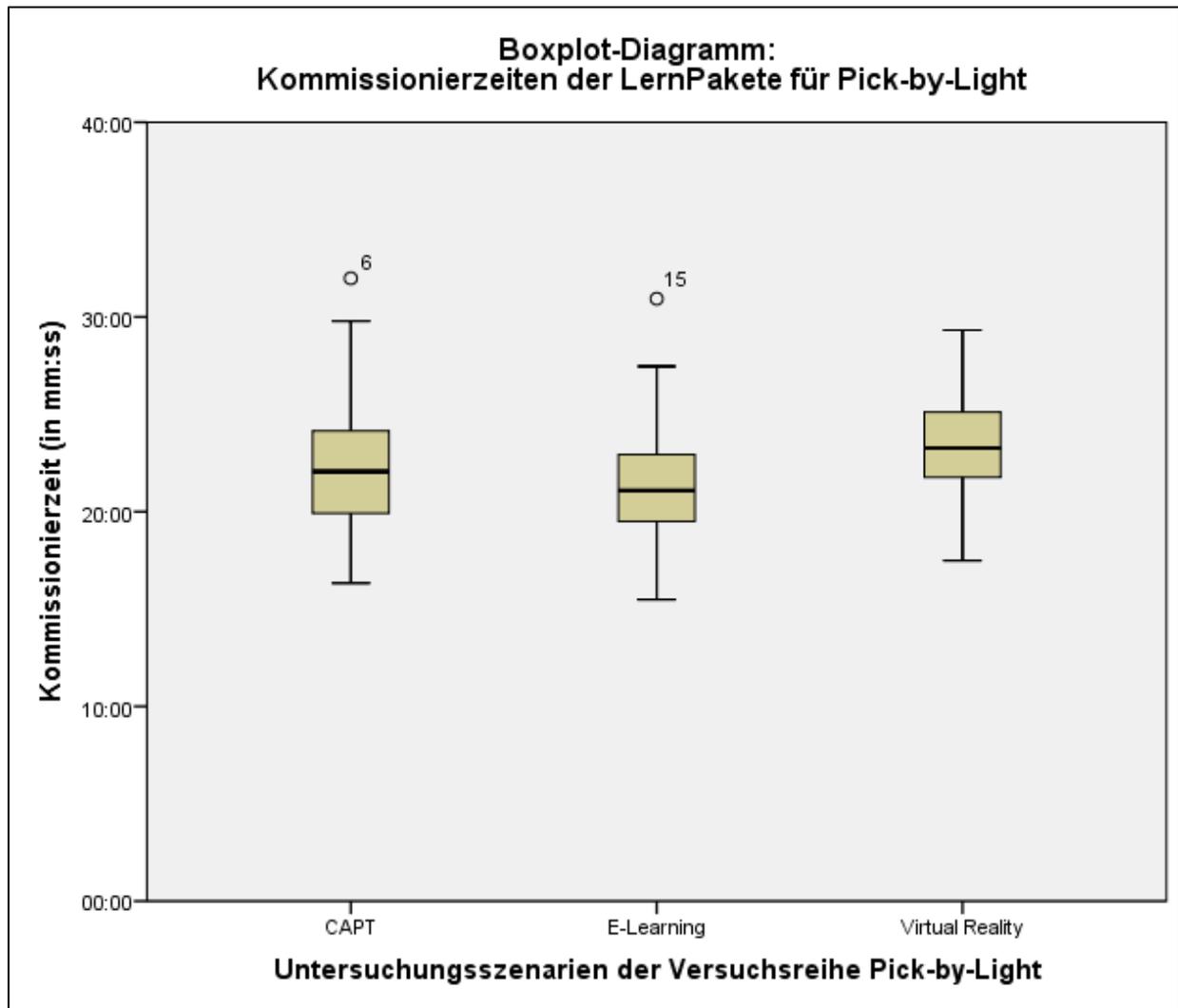
Abbildung 9: Boxplot-Diagramm Anlernzeit für Pick-by-Light

Keine der Versuchsreihen enthält Extremwerte, d. h. Werte oberhalb  $x_{0,75} + 3 \text{ IQR}$  oder unterhalb  $x_{0,25} - 3 \text{ IQR}$ . In der Versuchsreihe E-Learning / Pick-by-Light liegt ein Ausreißer vor (Einzelwert 19). Dieser weist jedoch keinen Eingabefehler oder durch den Versuchsablauf entstandenen Messfehler auf und wird in die Versuchsreihe einbezogen. Auf Grundlage der Prüfung der Einzelwerte wurden die Anlernzeiten aller drei LernPakete für die Kommissioniertechnologie Pick-by-Light ausgewertet. Die Anlernzeit bezieht sich immer auf die Zeit pro Anzulernenden. Diesbezüglich wird zur ressourcenbezogenen Vergleichbarkeit auch die Anlernzeit pro Person angegeben. Folgende Ergebnisse liegen vor (Siehe Tabelle 10).

**Tabelle 10: Auswertung Anlernzeit für Pick-by-Light**

		Anlernzeit (in mm:ss)		
		Anzahl	Mittelwert	Standardabweichung
<b>Kommissioniertechnologie</b> <b>Pick-by-Light</b> (Single-Order-Picking)	CAPT	14	07:10	01:40
	pro Person	14	03:55	00:50
	E-Learning	13	21:48	02:19
	Virtual Reality	13	17:20	04:35

Für die anschließende Kommissionierphase wurden die Kennzahlen „Kommissionierzeit“ und „Positionsfehlerquote“ erhoben. Bei der Auswertung der Kommissionierzeiten durch Boxplot-Grafiken ergaben sich für die unterschiedlichen LernPakete folgende Boxplots (Siehe Abbildung 10).



**Abbildung 10: Boxplot-Diagramm Kommissionierzeit für Pick-by-Light**

Keine der Versuchsreihen enthält Extremwerte, d.h. Werte oberhalb  $x_{0,75} + 3 \text{ IQR}$  oder unterhalb  $x_{0,25} - 3 \text{ IQR}$ . In der Versuchsreihe E-Learning / Pick-by-Light liegen zwei Ausreißer vor (Einzelwert 6 und 15). Diese können als „milde Ausreißer“ bewertet werden und haben keinen starken Einfluss auf die Mittelwerte der Versuchsreihen. Beide Werte weisen keine Eingabefehler oder durch den Versuchsablauf entstandene Messfehler auf und werden in die Versuchsreihe einbezogen. Auf Grundlage der Prüfung der Einzelwerte wurden die Kommissionierzeiten aller drei LernPakete für die Kommissioniertechnologie Pick-by-Light ausgewertet. Folgende Ergebnisse sind festzustellen (Siehe Tabelle 11).

**Tabelle 11: Auswertung Kommissionierzeit für Pick-by-Light**

		Kommissionierzeit (in mm:ss)		
		Anzahl	Mittelwert	Standardabweichung
<b>Kommissioniertechnologie Pick-by-Light (Single-Order-Picking)</b>	CAPT	14	22:46	04:36
	E-Learning	13	21:58	03:56
	Virtual Reality	13	23:14	03:31

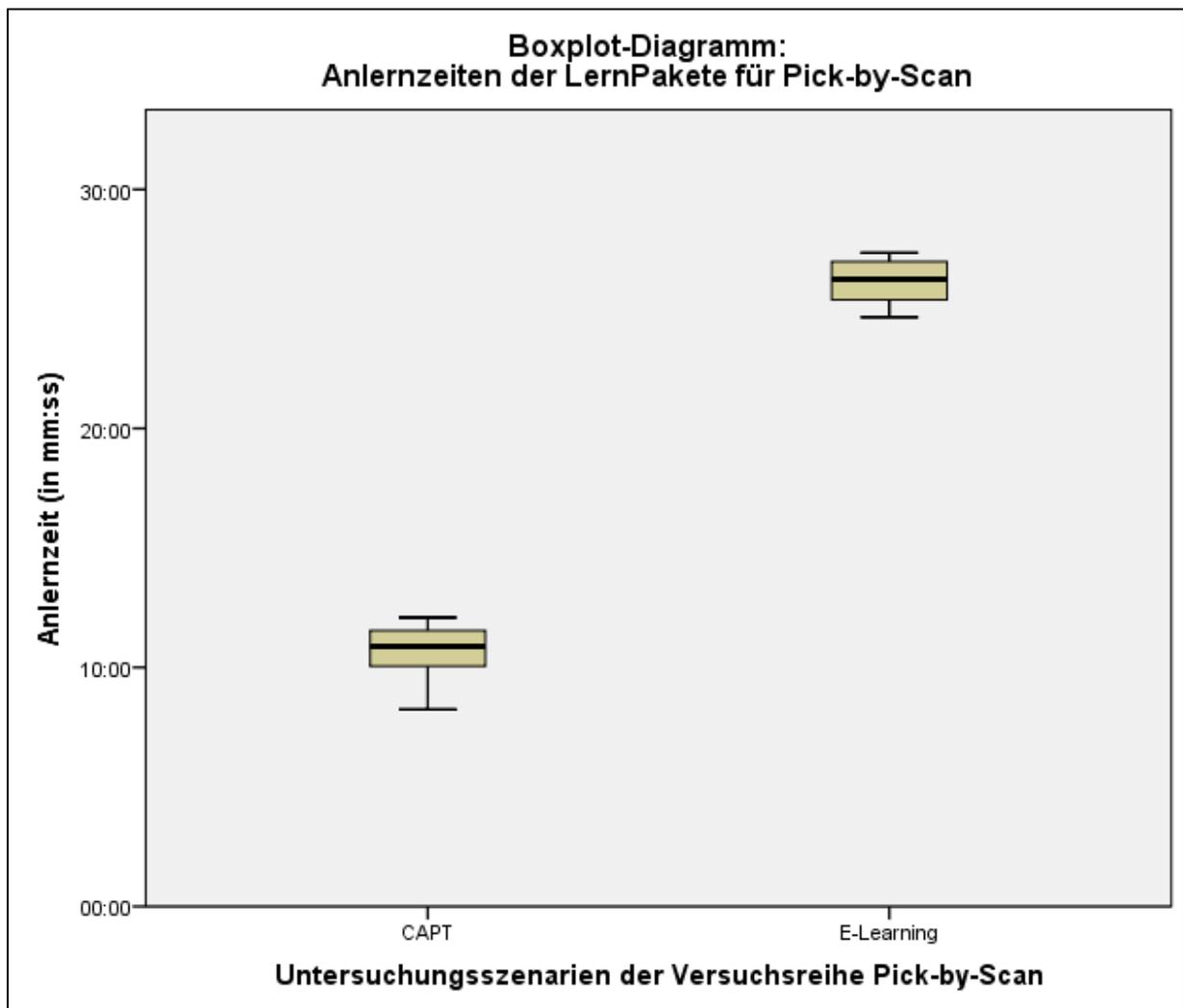
Die Positionsfehlerquote wurde mit Hilfe der in 2.4.2 dargestellten Formel berechnet. Für die LernPakete ergeben sich folgende Fehlerquoten (Siehe Tabelle 12).

**Tabelle 12: Auswertung Positionsfehlerquote für Pick-by-Light**

		Positionsfehlerquote	
		Anzahl	Positionsfehlerquote in %
<b>Kommissioniertechnologie Pick-by-Light</b> (Single-Order-Picking)	CAPT	14	0,57
	E-Learning	13	0,24
	Virtual Reality	13	0,49

#### 2.4.4 Pick-by-Scan: Auswertung der LernPakete

Für die Kommissioniertechnologie Pick-by-Scan liegen ebenso die Ergebnisse der Versuchsreihenauswertung vor. Während des Lernprozesses wurden die Anlernzeiten der Probanden aufgenommen. Die Boxplot-Grafik verzeichnet keine Extremwerte oder Ausreißer. Alle Werte der Versuchsreihen werden in die Auswertung einbezogen (Siehe Abbildung 11).



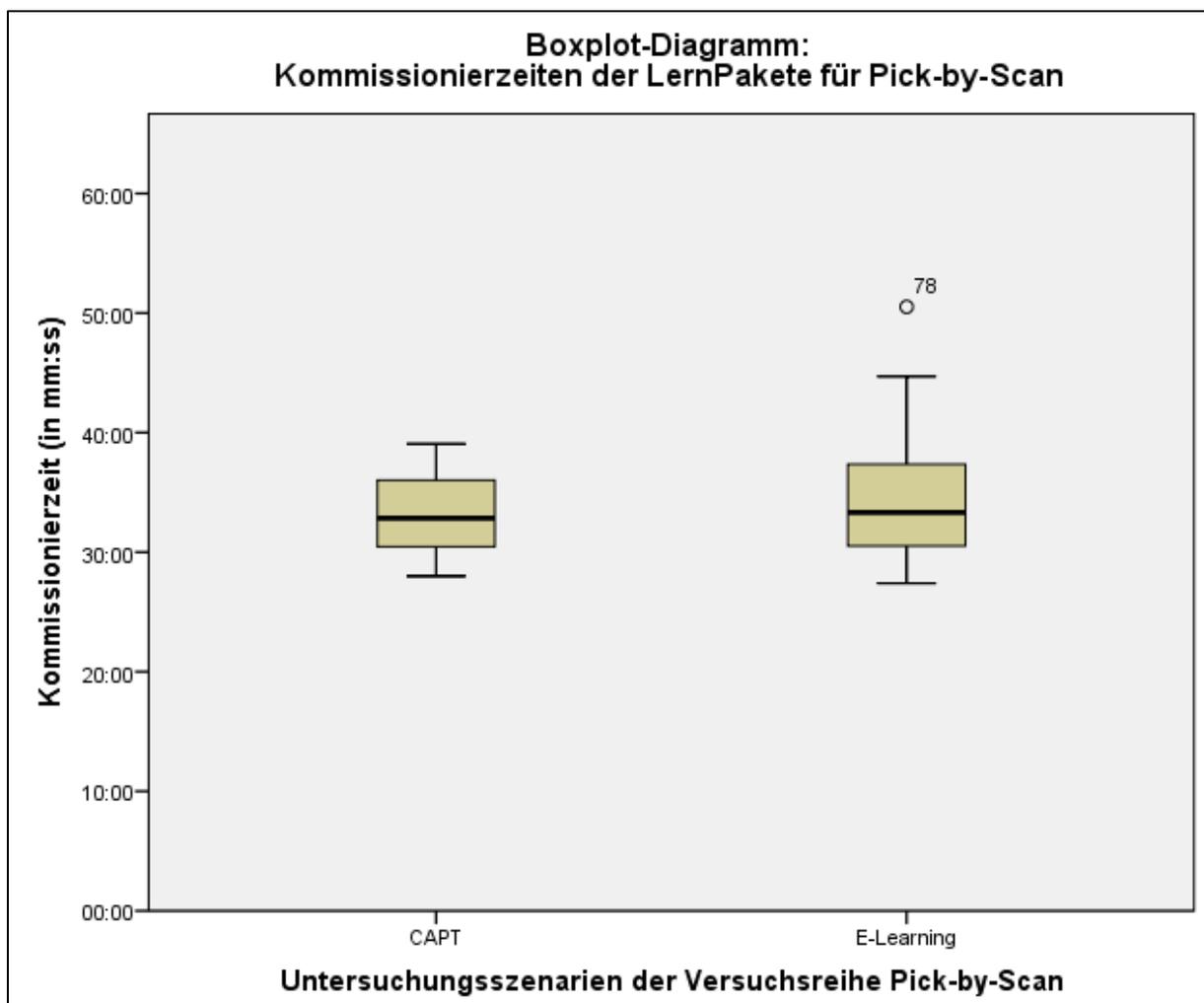
**Abbildung 11: Boxplot-Diagramm Anlernzeit für Pick-by-Scan**

Das LernPaket CAPT wurde ebenso für die Kommissioniertechnologie Pick-by-Scan mit zwei Probanden gleichzeitig durchgeführt. Diesbezüglich wird die Anlernzeit pro Person als Vergleichswert zum LernPaket E-Learning eingesetzt. Folgende Ergebnisse liegen vor (Siehe Tabelle 13).

**Tabelle 13: Auswertung Anlernzeit für Pick-by-Scan**

		Anlernzeit (in mm:ss)		
		Anzahl	Mittelwert	Standardabweichung
<b>Kommissioniertechnologie</b> <b>Pick-by-Scan</b> (Multi-Order-Picking)	CAPT	12	10:36	01:16
	pro Person	12	05:18	00:38
	E-Learning	12	26:11	00:53

Während der Bearbeitung der Kommissionieraufträge durch die Probanden wurden die Kommissionierzeiten aufgenommen. Die Prüfung der Werte durch Boxplot-Grafiken verzeichnet einen Ausreißer (Einzelwert 78) in der Versuchsreihe Pick-by-Scan / E-Learning (Siehe Abbildung 12).



**Abbildung 12 : Boxplot-Diagramm Kommissionierzeit für Pick-by-Scan**

Der Ausreißer-Wert 78 befindet sich nicht oberhalb  $x_{0,75} + 3 \text{ IQR}$  oder unterhalb  $x_{0,25} - 3 \text{ IQR}$  und stellt damit keinen Extremwert dar. Es sind keine Eingabefehler zu vermerken, jedoch Verzögerungen in der Kommissionierphase aufgrund der Kommissioniertechnologie. Der Ausreißer wird auf dieser Grundlage aus der Versuchsreihe ausgeschlossen. Folgende Werte sind nach Prüfung der Werte für die Kommissionierzeit festzustellen (Siehe Tabelle 14).

**Tabelle 14: Auswertung Kommissionierzeit für Pick-by-Scan**

		Kommissionierzeit (in mm:ss)		
		Anzahl	Mittelwert	Standardabweichung
<b>Kommissioniertechnologie</b> <b>Pick-by-Scan</b> (Multi-Order-Picking)	CAPT	12	33:02	03:28
	E-Learning	11*	33:36	05:04

\*Ausreißer ausgeschlossen (N=1)

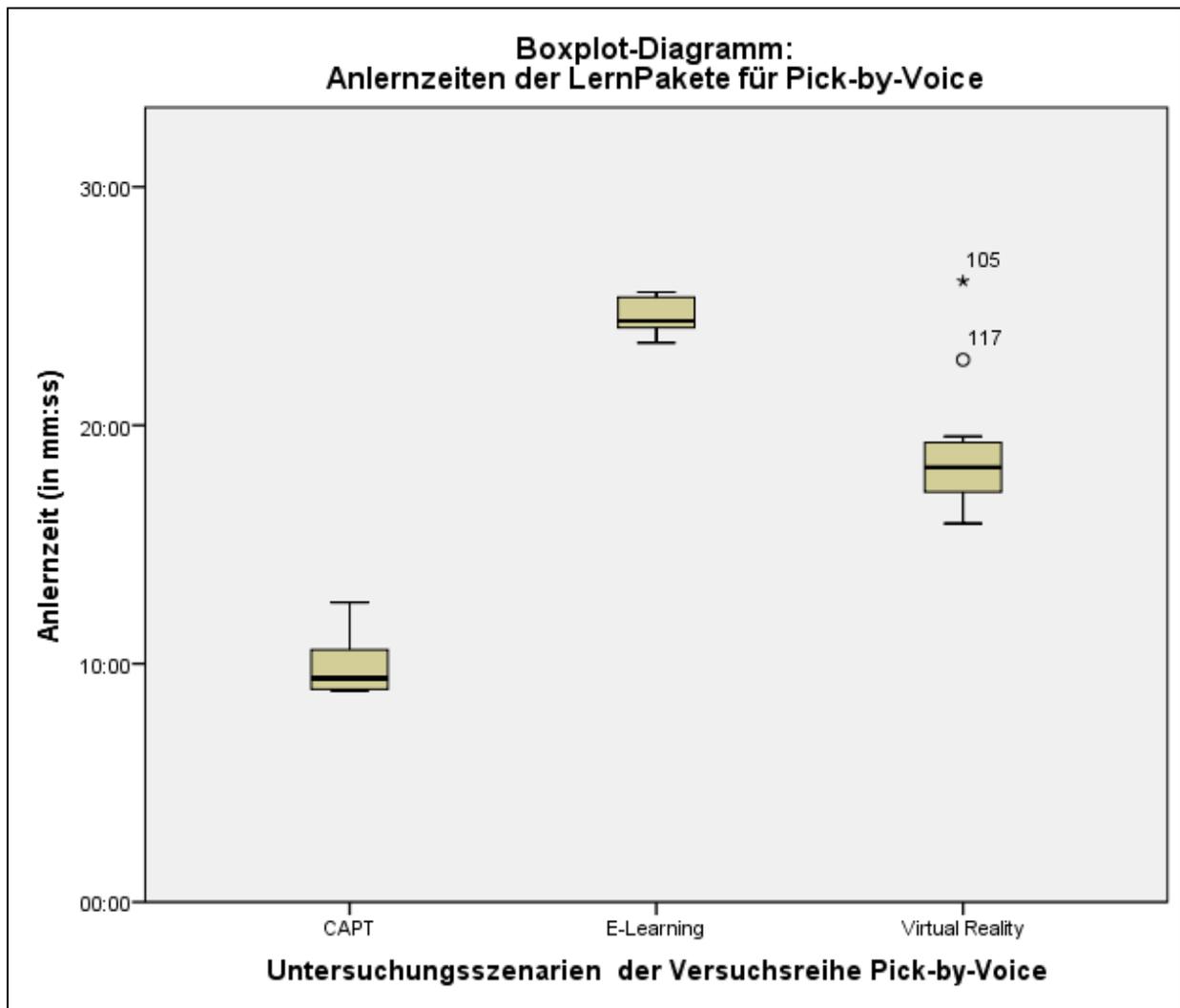
Für die Positionsfehlerquoten liegen ebenso die Werte für beide LernPakete CAPT und E-Learning vor (Siehe Tabelle 15).

**Tabelle 15: Auswertung Positionsfehlerquote für Pick-by-Scan**

		Positionsfehlerquote	
		Anzahl	Positionsfehlerquote in %
<b>Kommissioniertechnologie</b> <b>Pick-by-Scan</b> (Multi-Order-Picking)	CAPT	12	2,51
	E-Learning	12	1,46

#### 2.4.5 Pick-by-Voice: Auswertung der LernPakete

Für die Kommissioniertechnologie Pick-by-Voice wurden drei LernPakete entwickelt und in den Versuchsreihen jeweils eine Anlern- und Kommissionierphase durchgeführt. In der Anlernphase wurden die jeweiligen Anlernzeiten manuell durch den Versuchsleiter aufgenommen. Die Prüfung der aufgenommenen Einzelwerte fand mit Hilfe von Boxplot-Grafiken statt (Siehe Abbildung 13).



**Abbildung 13: Boxplot-Diagramm Anlernzeit für Pick-by-Voice**

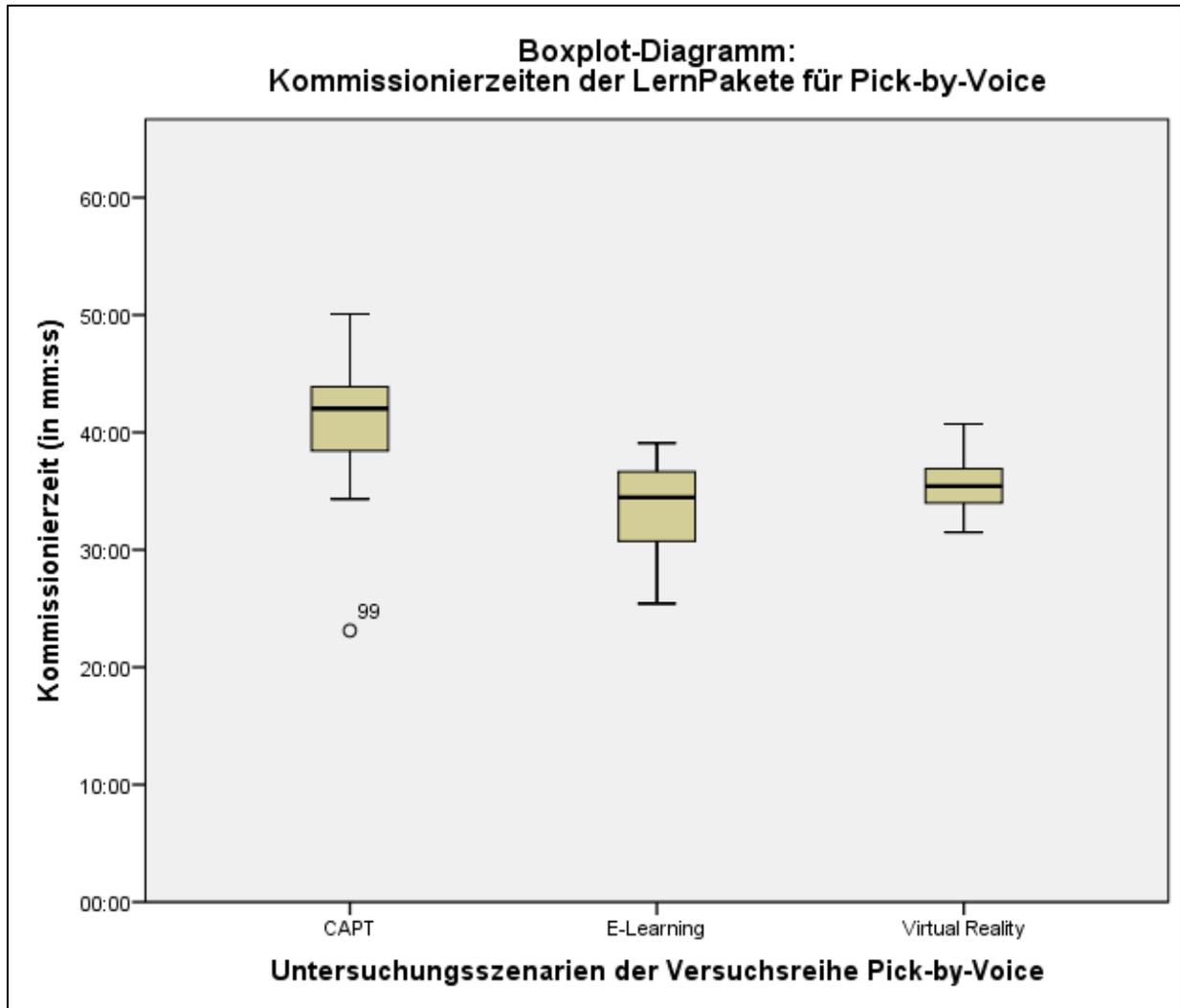
Die Versuchsreihe Pick-by-Scan / Virtual Reality beinhaltet einen Extremwert (Einzelwert 105). Der betreffende Versuchsablauf wurde als Pilottest durchgeführt und weist dadurch einen Störeffekt auf Seiten des Versuchsleiters auf. Dieser Einzelwert wird aus der Auswertung ausgeschlossen. Des Weiteren liegt in der Versuchsreihe ein Ausreißer (Einzelwert 117) vor, der sich nicht im Werteraum oberhalb  $x_{0,75} + 3 \text{ IQR}$  oder unterhalb  $x_{0,25} - 3 \text{ IQR}$  befindet und dadurch kein Extremwert ist. Für den betreffenden Einzelwert liegen keine Eingabefehler oder durch den Versuchsablauf entstandene Messfehler vor. Der Ausreißer wird in die Auswertung der Versuchsreihe einbezogen. Für das LernPaket CAPT wird zum Vergleich mit den anderen LernPaketen, wieder die Anlernzeit pro Person einbezogen. Folgende Ergebnisse liegen für die Anlernzeit der LernPakete mit Pick-by-Voice vor (Siehe Tabelle 16).

**Tabelle 16: Auswertung Anlernzeit für Pick-by-Voice**

		Anlernzeit (in mm:ss)		
		Anzahl	Mittelwert	Standardabweichung
<b>Kommissioniertechnologie</b> <b>Pick-by-Voice</b> (Multi-Order-Picking)	CAPT	12	09:54	01:14
	CAPT pro Person	12	04:57	00:37
	E-Learning	12	24:36	00:43
	Virtual Reality	11*	18:15	01:50

\*Extremwerte ausgeschlossen (N=1)

Für die anschließende Kommissionierphase wurden die Kommissionierzeiten aufgenommen und die Einzelwerte durch Boxplot-Grafiken auf Ausreißer oder Extremwerte überprüft (Siehe Abbildung 14).



**Abbildung 14: Boxplot-Diagramm Kommissionierzeit für Pick-by-Voice**

Bei den Versuchsreihen liegen keine Extremwerte im Werteraum oberhalb  $x_{0,75} + 3 \text{ IQR}$  oder unterhalb  $x_{0,25} - 3 \text{ IQR}$  vor. Die Versuchsreihe Pick-by-Voice / CAPT beinhaltet einen milden Ausreißer (Einzelwert 99). Die Prüfung des Wertes ergab, dass keine Eingabefehler oder Fehler aufgrund des Versuchsablaufes vorliegen. Der Ausreißer wird in die Versuchsauswertung einbezogen. Folgende Ergebnisse bestehen für die Kommissionierzeiten bei Pick-by-Voice (Siehe Tabelle 17).

**Tabelle 17: Auswertung Kommissionierzeit für Pick-by-Voice**

		Kommissionierzeit (in mm:ss)		
		Anzahl	Mittelwert	Standardabweichung
<b>Kommissioniertechnologie</b> <b>Pick-by-Voice</b> (Multi-Order-Picking)	CAPT	12	40:35	06:49
	E-Learning	12	33:35	04:02
	Virtual Reality	12	35:44	02:43

Neben der Anlern- und Kommissionierzeit wurden die Positionsfehlerquoten der drei LernPakete ausgewertet. Folgende Ergebnisse liegen vor (Siehe Tabelle 18).

**Tabelle 18: Auswertung Positionsfehlerquote für Pick-by-Voice**

		Positionsfehlerquote	
		Anzahl	Positionsfehlerquote in %
<b>Kommissioniertechnologie</b> <b>Pick-by-Voice</b> (Multi-Order-Picking)	CAPT	12	0,66
	E-Learning	12	0,00
	Virtual Reality	12	0,26

#### 2.4.6 Pick-by-Vision: Auswertung der LernPakete

Für die Kommissioniertechnologie Pick-by-Vision wurden zwei LernPakete entwickelt und experimentell untersucht. In der Anlernphase wurden die Probanden in der Anwendung der Kommissioniertechnologie und des Kommissionierprozesses geschult. Dabei wurden die Anlernzeiten der Probandenversuche aufgezeichnet. Die Prüfung der Einzelwerte fand vor der Versuchsreihenauswertung mit Hilfe von Boxplot-Grafiken statt (Siehe Abbildung 15).

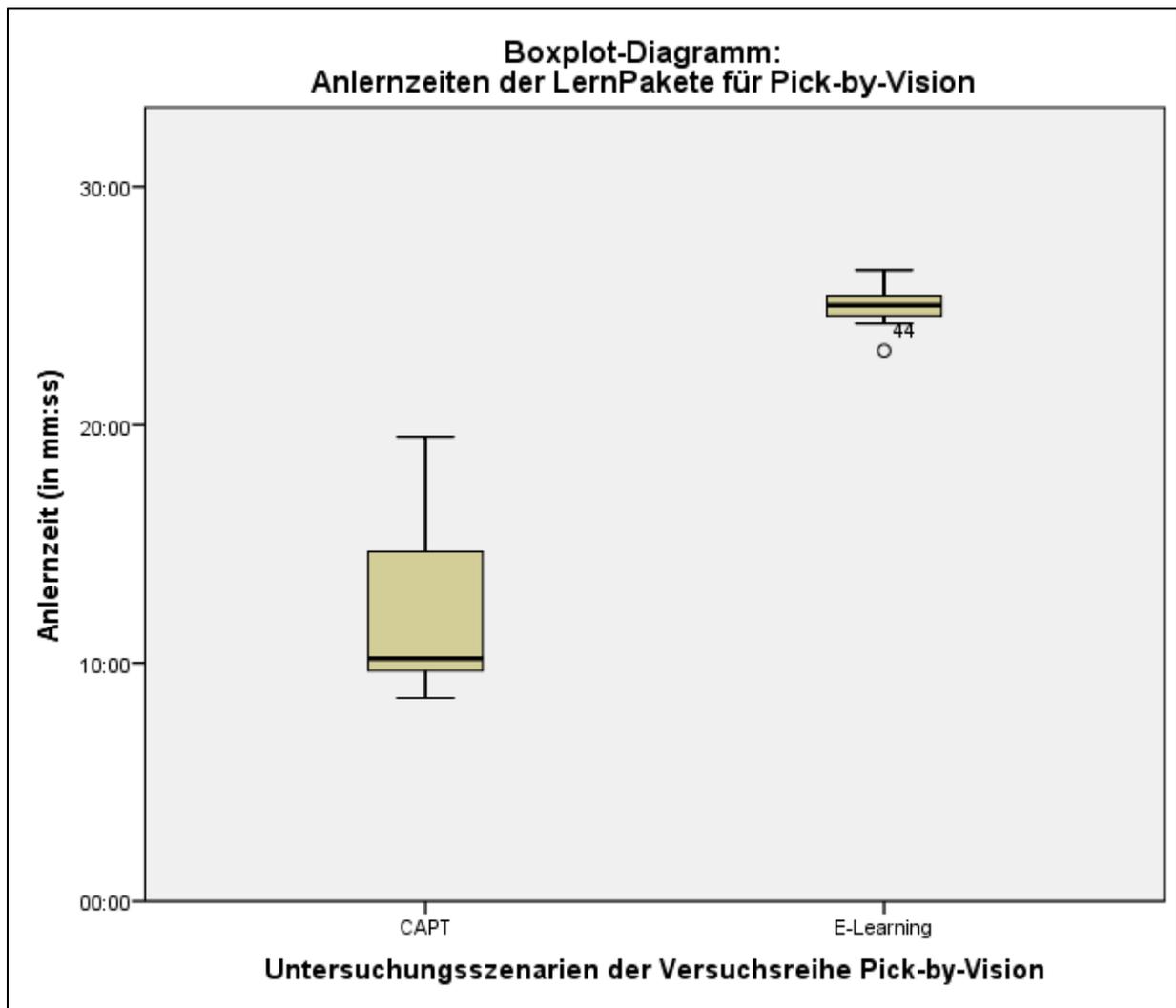


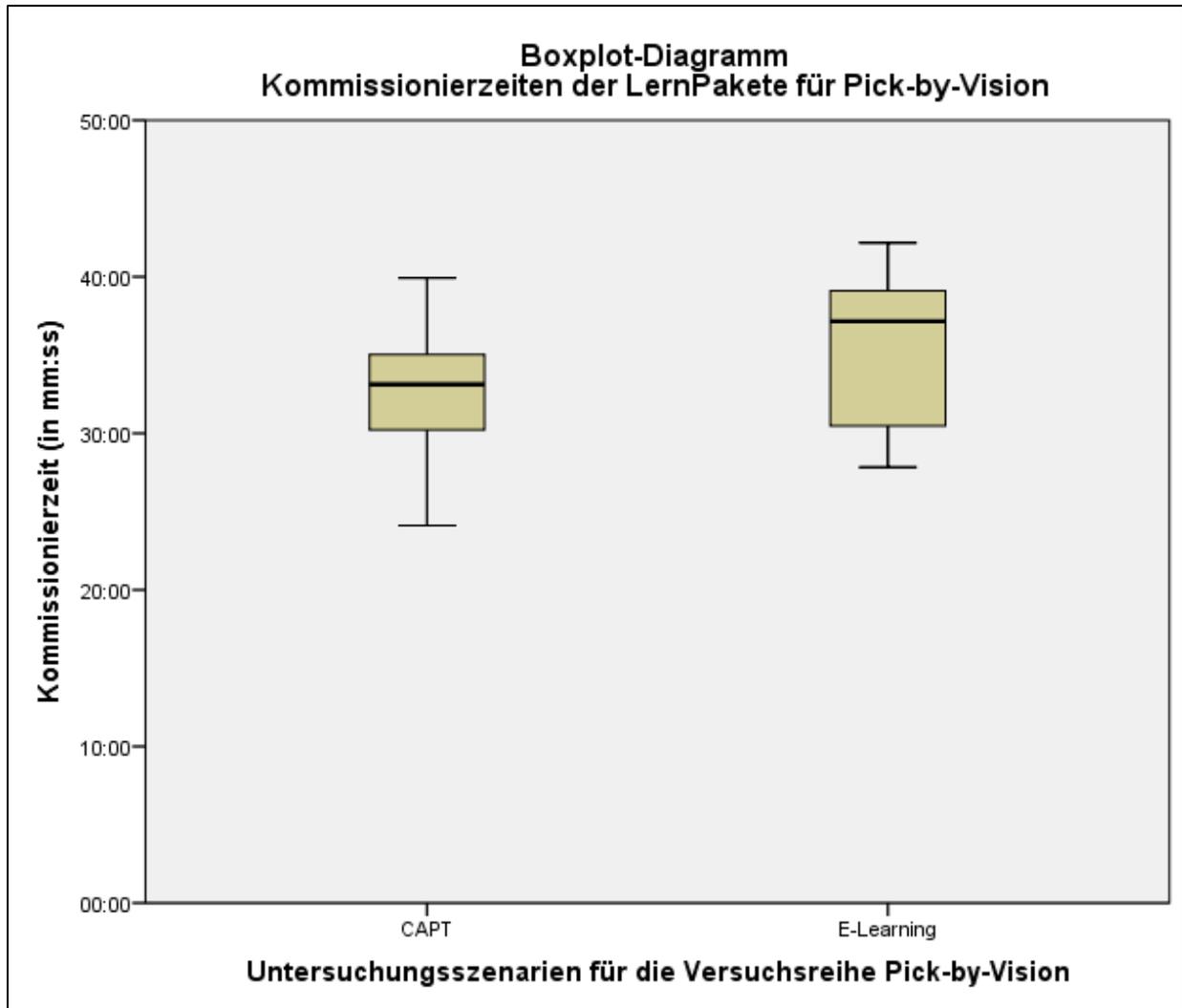
Abbildung 15: Boxplot-Diagramm Anlernzeit für Pick-by-Vision

Es liegen keine Extremwerte im Werteraum oberhalb  $x_{0,75} + 3 \text{ IQR}$  oder unterhalb  $x_{0,25} - 3 \text{ IQR}$  vor. Die Versuchsreihe Pick-by-Vision / E-Learning beinhaltet einen Ausreißer (Einzelwert 44). Beim betreffenden Einzelwert sind keine Eingabefehler auszumachen sowie Wertveränderungen durch den Versuchsablauf erklärbar. Der Ausreißer wird in die Versuchsauswertung einbezogen. Für die Kommissioniertechnologie Pick-by-Vision ergeben sich folgende Mittelwerte für die Zeit der Anlernphase, wobei die Anlernzeit für CAPT ebenso personenbezogen aufgeschlüsselt wird (Siehe Tabelle 19).

Tabelle 19: Auswertung Anlernzeit für Pick-by-Vision

		Anlernzeit (in mm:ss)		
		Anzahl	Mittelwert	Standardabweichung
Kommissioniertechnologie Pick-by-Vision (Multi-Order-Picking)	CAPT	12	12:12	04:19
	pro Person	12	06:06	02:09
	E-Learning	12	24:58	00:50

In der nachfolgenden Kommissionierphase wurden durch die Probanden Kommissionieraufträge erarbeitet. Die diesbezügliche Gesamtzeit der Kommissionierphase wurde anschließend ausgewertet. Die Einzelwerte der Kommissionierphasen wurden zuvor auf Abweichungen geprüft (Siehe Abbildung 16).



**Abbildung 16: Boxplot-Diagramm Kommissionierzeit für Pick-by-Vision**

Keine der Versuchsreihen enthält Extremwerte oder Ausreißer, so dass alle Einzelwerte in die Versuchsreihenauswertung einbezogen werden. Die Auswertung der Mittelwerte der Kommissionierzeiten mit Pick-by-Vision stellt sich wie folgt dar (Siehe Tabelle 20).

**Tabelle 20: Auswertung Kommissionierzeit für Pick-by-Vision**

		Kommissionierzeit (in mm:ss)		
		Anzahl	Mittelwert	Standardabweichung
<b>Kommissioniertechnologie</b> <b>Pick-by-Vision</b> (Multi-Order-Picking)	CAPT	12	32:35	04:16
	E-Learning	12	35:24	05:01

Die Positionsfehlerquote in der durchgeführten Kommissionierphase wurde für die beiden LernPakete ausgewertet. Folgende Positionsfehlerquoten ergeben sich für das Anlernen mit E-Learning und Anlernen mit CAPT (Siehe Tabelle 21).

**Tabelle 21: Auswertung der Positionsfehlerquote für Pick-by-Vision**

		Positionsfehlerquote	
		Anzahl	Positionsfehlerquote in %
<b>Kommissioniertechnologie Pick-by-Vision (Multi-Order-Picking)</b>	CAPT	12	1,46
	E-Learning	12	1,19

## **2.5 Arbeitspaket 5: Erarbeitung von Optimierungsmaßnahmen & Einsatzkonzepten (IAF & IFT)**

### Ziele des Arbeitspaketes:

Das Arbeitspaket 5 umfasst die Zusammenführung der Rahmenbedingungen der Lernprozesse aus Arbeitspaket 2 und der Auswertungsergebnisse aus Arbeitspaket 4, um hieraus Optimierungsmaßnahmen und Einsatzkonzepte zu entwickeln. Die Konzeption der erstellten LernPakete in Verknüpfung mit den Kommissioniertechnologien ermöglicht ein systematisches Anlernen der Kommissionierer. Aufbauend auf der zusammenführenden Bewertung können die erfolgskritischen Gestaltungsformen für ein ganzheitliches Einarbeitungs- und Qualifizierungskonzept beschrieben werden.

### Durchgeführte Arbeiten und erzielte Ergebnisse:

In Arbeitspaket 2 und 4 wurden die geforderten Vorarbeiten durch die Forschungsstellen IFT und IAF erfolgreich durchgeführt. Die erstellten LernPakete konnten anhand der Ergebnisse der abgeschlossenen Versuchsreihen detailliert bewertet werden. Schwerpunkte im Arbeitspaket 5 lagen seitens der Forschungsstelle IAF in der Interpretation der Forschungsergebnisse und seitens der Forschungsstelle IFT in der Auswertung von Rahmenbedingungen aus den Erfahrungen der Probandenversuche.

### **2.5.1 Darstellung und Interpretation der Forschungsergebnisse**

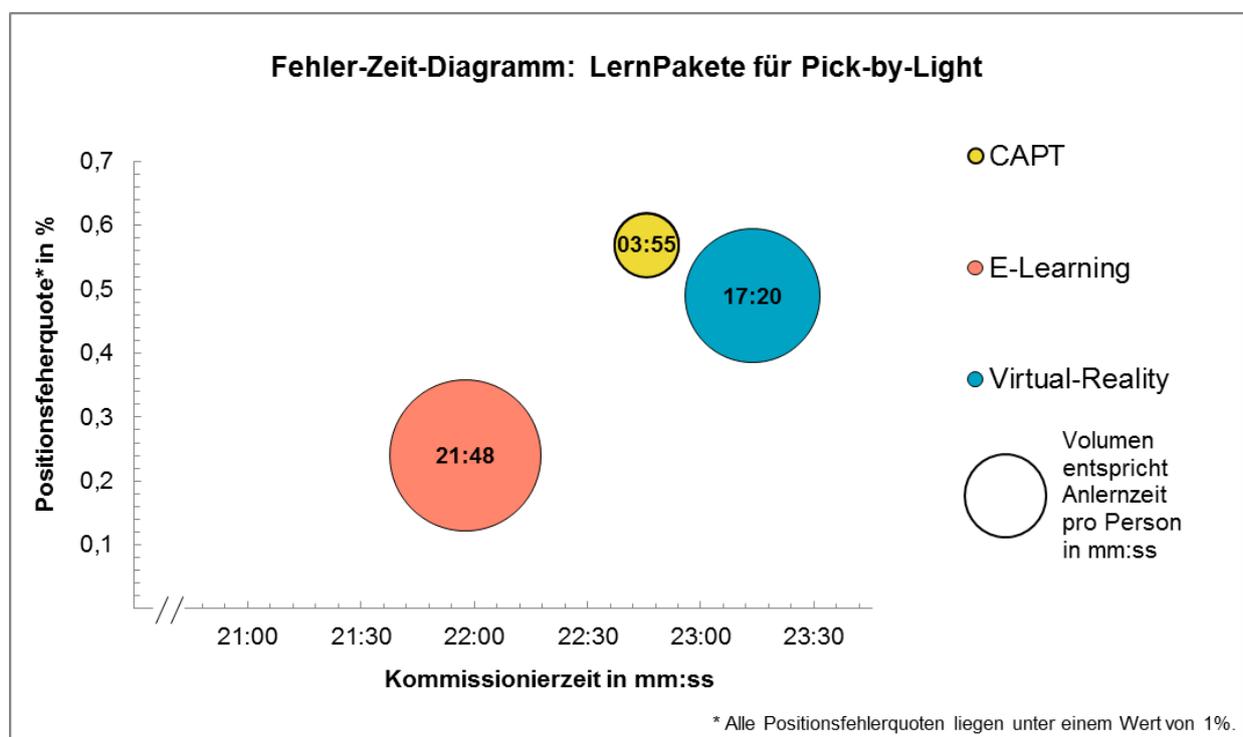
Im Folgenden werden die Ergebnisse aus den Versuchsreihen interpretiert. Als Basis wird das Kapitel 2.4 herangezogen, ohne dabei weiterführende Interpretationen und Diskussionen der Ergebnisse zu führen. Anhand von Fehler-Zeit-Diagrammen wird jede Kommissioniertechnologie mit den dazugehörigen LernPaketen betrachtet. Die Fehler-Zeit-Diagramme zei-

gen die LernPakete und deren Anlernzeiten pro Person auf sowie die zugehörigen Kommissionierzeiten und Positionsfehlerquoten.

Des Weiteren werden die quantitativen Daten durch qualitative Erkenntnisse über Rahmenbedingungen für den Einsatz von LernPaketen erweitert, die während der Entwicklung der LernPakete und der Probandenversuche gemacht wurden.

### Pick-by-Light

Die Ergebnisse wurden für die drei LernPakete CAPT, E-Learning und Virtual Reality in Versuchsreihen von mindestens 12 Probanden ermittelt (Siehe Abbildung 17).



**Abbildung 17: Fehler-Zeit-Diagramm für Pick-by-Light**

Die Kommissioniertechnologie Pick-by-Light mit Single-Order-Picking hat die geringste Anlernzeit pro Person im LernPaket CAPT mit 3:55 Minuten. Die LernPakete Virtual Reality (17:20 Minuten) und E-Learning (21:48 Minuten) weisen im Vergleich zu CAPT eine längere Anlernzeit pro Person auf.

Die Kommissionierzeiten liegen bei allen LernPaketen in einem ähnlichen Bereich. Eine geringfügig kürzere Kommissionierzeit besitzt das LernPaket E-Learning mit 21:58 Minuten, gefolgt von CAPT (22:46 Minuten) und Virtual Reality (23:14 Minuten).

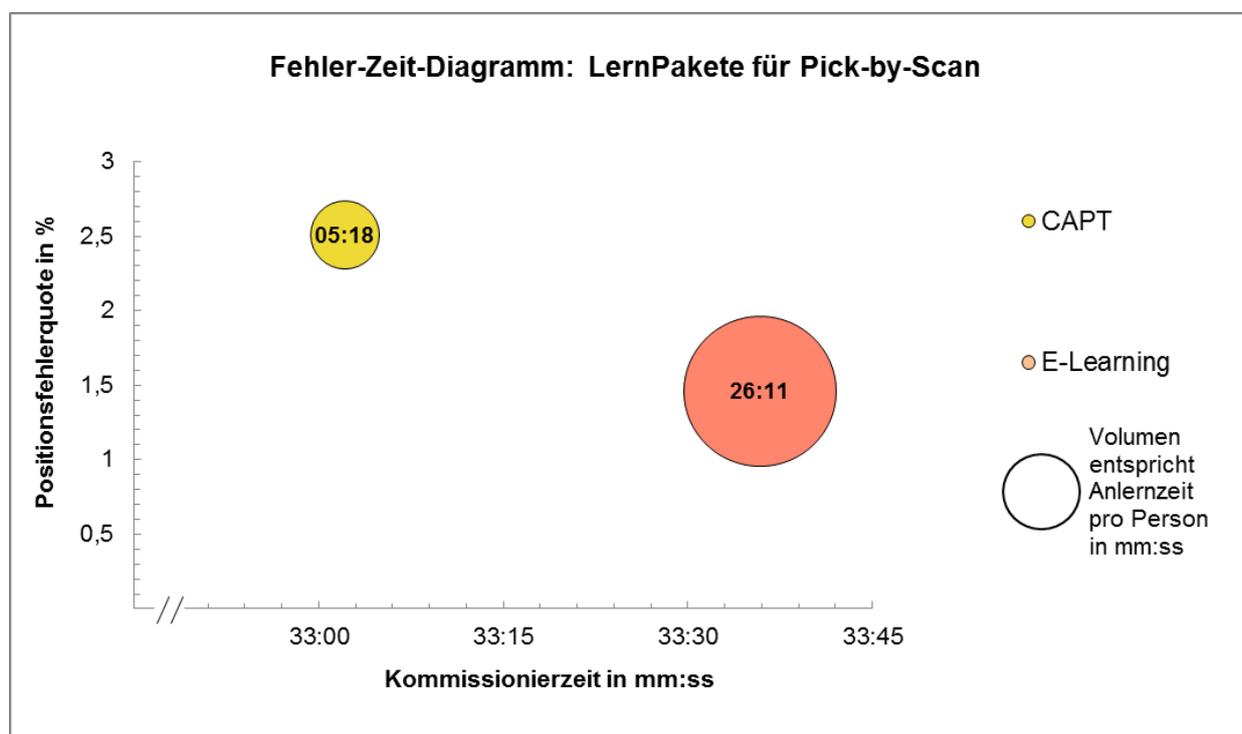
Die Positionsfehlerquoten aller drei LernPakete befinden sich unterhalb der 1 % Grenze. Die geringste Positionsfehlerquote besitzt das LernPaket E-Learning mit 0,24 %. Die weiteren

LernPakete weisen eine annähernd doppelt so hohe Fehlerquote (Virtual Reality: 0,49 %) sowie eine mehr als doppelt so hohe Fehlerquote (CAPT: 0,57 %) auf.

Unter Berücksichtigung der Kennzahlen Kommissionierzeit, Positionsfehlerquote und Anlernzeit lässt sich für Pick-by-Light somit kein eindeutiges LernPaket identifizieren, das in allen Datenbereichen dominiert.

### *Pick-by-Scan*

Die Ergebnisse wurden für die zwei LernPakete CAPT und E-Learning in Versuchsreihen von mindestens 12 Probanden ermittelt (Siehe Abbildung 18).



**Abbildung 18: Fehler-Zeit-Diagramm für Pick-by-Scan**

Für die Kommissioniertechnologie Pick-by-Scan weist das LernPaket CAPT mit 5:18 Minuten die geringste Anlernzeit pro Person auf. Für das LernPaket E-Learning ist eine längere Anlernzeit von 26:11 Minuten festzustellen.

Bei der Kommissionierzeit der LernPakete können ähnliche Werte registriert werden. Dennoch weist das LernPaket CAPT mit 33:02 Minuten eine geringfügig kürzere Kommissionierzeit auf, als das LernPaket E-Learning mit 33:36 Minuten.

Die Positionenfehlerquote beider LernPakete liegt unter dem Niveau von 3 %. Beim LernPaket E-Learning traten in der Kommissionierphase der Probanden durchschnittlich zu 1,46 % Positionenfehler auf, während CAPT mit 2,51 % eine höhere Positionenfehlerquote aufweist.

Unter Berücksichtigung der Kennzahlen Kommissionierzeit, Positionsfehlerquote und Anlernzeit lässt sich für Pick-by-Scan somit kein eindeutiges LernPaket identifizieren, das in allen Datenbereichen dominiert.

### Pick-by-Voice

Die Ergebnisse wurden für die drei LernPakete CAPT, E-Learning und Virtual Reality in Versuchsreihen von mindestens 12 Probanden ermittelt, wobei ein Ausreißer im LernPaket Virtual Reality aus den Messwerten herausgerechnet wurde (Siehe Abbildung 19).

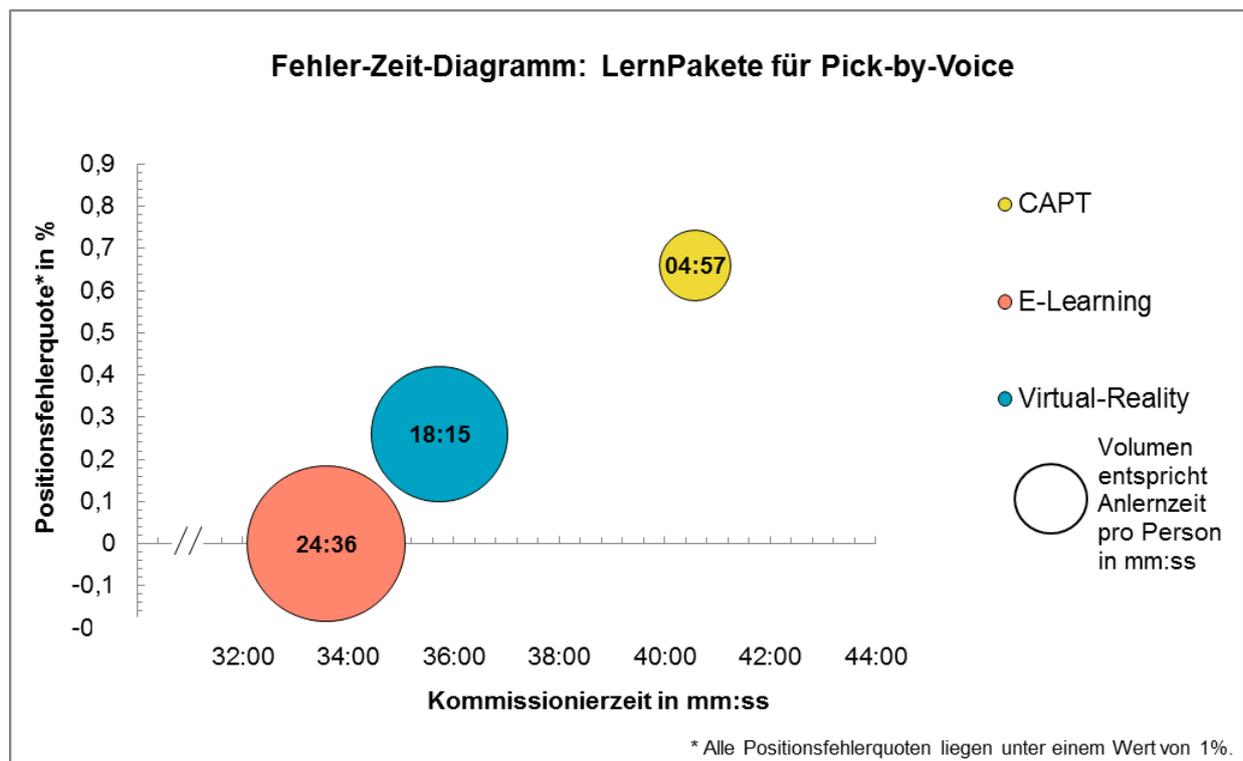


Abbildung 19: Fehler-Zeit-Diagramm für Pick-by-Voice

Für die Kommissioniertechnologie Pick-by-Voice mit Multi-Order-Picking weist das LernPaket CAPT die geringste Anlernzeit pro Person von 4:57 Minuten auf. Virtual Reality folgt mit einer Anlernzeit von 18:15 Minuten. Die Anlernmethode E-Learning benötigt bei Pick-by-Voice die längste Anlernzeit mit 24:36 Minuten.

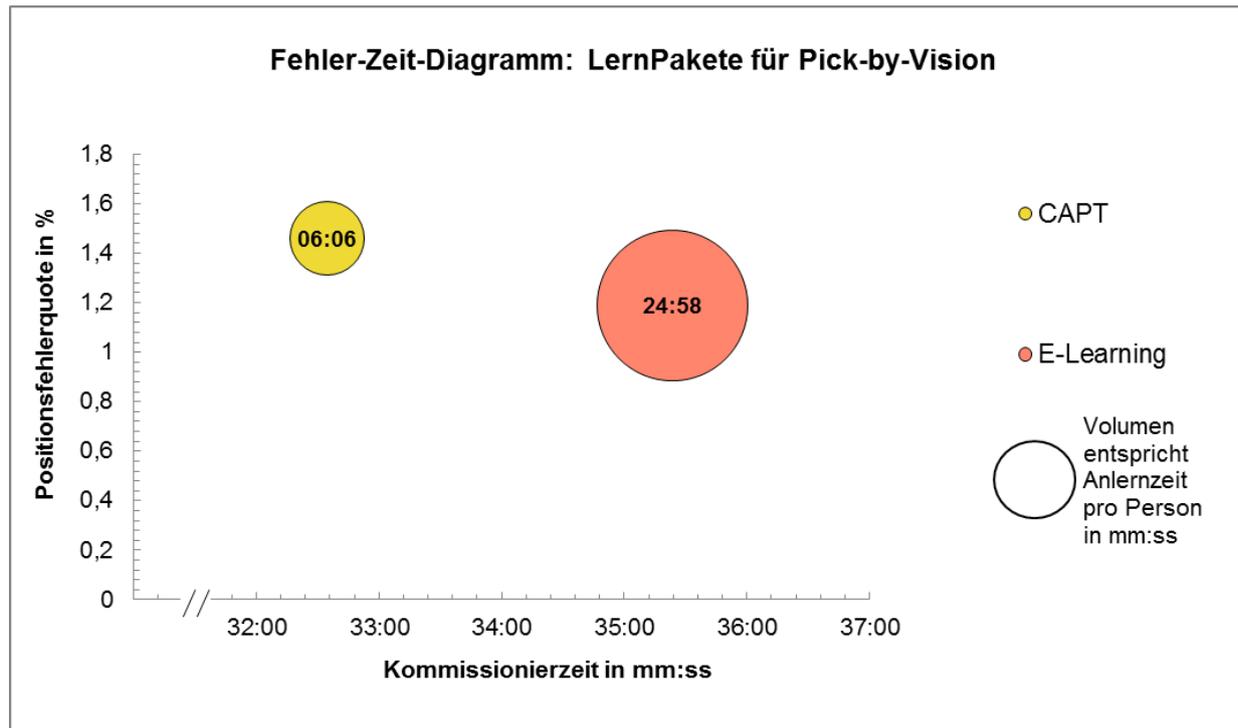
Die geringste Kommissionierzeit weist das LernPaket E-Learning mit 33:35 Minuten auf, gefolgt von Virtual Reality mit 35:44 Minuten und CAPT mit 40:35 Minuten.

Die Positionsfehlerquoten aller drei LernPakete befinden sich unterhalb der 1 % Grenze. Beim LernPaket E-Learning traten während der Kommissionierphase keine Positionsfehler auf. Auch die beiden anderen LernPakete weisen mit 0,26 % bei Virtual Reality sowie 0,66 % bei CAPT eine geringe Positionsfehlerquote auf.

Unter Berücksichtigung der Kennzahlen Kommissionierzeit, Positionsfehlerquote und Anlernzeit lässt sich für Pick-by-Voice somit kein eindeutiges LernPaket identifizieren, das in allen Datenbereichen dominiert.

*Pick-by-Vision:*

Die Ergebnisse wurden für die zwei LernPakete CAPT und E-Learning in Versuchsreihen von mindestens 12 Probanden ermittelt (Siehe Abbildung 20).



**Abbildung 20: Fehler-Zeit-Diagramm für Pick-by-Vision**

Für die Kommissioniertechnologie Pick-by-Vision mit Multi-Order-Picking weist das LernPaket CAPT die geringste Anlernzeit pro Person mit 6:06 Minuten auf. E-Learning benötigt eine Anlernzeit von 24:58 Minuten.

Bei den Kommissionierzeiten dominiert im Vergleich das LernPaket CAPT mit einer Kommissionierzeit von 32:35 Minuten. Das LernPaket E-Learning kommt hingegen auf eine Kommissionierzeit von 35:24 Minuten.

Die Positionenfehlerquoten aller LernPakete befinden sich unter dem Niveau von 2 %. Im Vergleich ist beim LernPaket E-Learning mit 1,19 % eine geringere Positionenfehlerquote zu konstatieren, als beim LernPaket CAPT, das eine Positionenfehlerquote von 1,46 % aufweist.

Unter Berücksichtigung der Kennzahlen Kommissionierzeit, Positionsfehlerquote und Anlernzeit lässt sich für Pick-by-Voice somit kein eindeutiges LernPaket identifizieren, das in allen Datenbereichen dominiert.

*Kommissioniertechnologieübergreifende Betrachtung:*

Bei der Anlernzeit weist CAPT kommissioniertechnologieübergreifend deutlich die geringste Anlernzeit pro Person auf; die beiden anderen LernPakete E-Learning und Virtual Reality liegen um ein Drei- bis Fünffaches über den Werten von CAPT. Gleichzeitig weist hier das LernPaket E-Learning die jeweils größte Anlernzeit auf.

Bei der Kommissionierzeit lässt sich kommissioniertechnologieübergreifend keine Aussage zur Dominanz treffen. Die Werte liegen bis auf eine Ausnahme im Bereich von bis zu 10 % Abweichung beieinander; eine Ausnahme stellt CAPT bei Pick-by-Voice dar, hier liegt die Abweichung bei ca. 20 %.

Bei der Positionsfehlerquote dominiert E-Learning mit den geringsten Werten; gleichzeitig weist CAPT stets die größten Fehlerquoten auf.

## **2.5.2 Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt zu den Rahmenbedingungen der LernPakete**

Bei der Erarbeitung der LernPakete für die manuelle Kommissionierung sowie bei der Versuchsdurchführung mit Probanden konnten einige qualitative Erkenntnisse gewonnen werden, die in die Wahl eines LernPaketes einbezogen werden sollten.

*Ressourceneinsatz der LernPakete:* Grundsätzliche Entscheidungen für Lernformate beim Anlernen in der manuellen Kommissionierung sind vor dem Hintergrund der einzusetzenden Ressourcen zu treffen. Dabei werden nicht nur Ressourcen für die Erarbeitung benötigt, sondern ebenso während der Durchführung und der Aktualisierung der Lernformate, z. B. bei Veränderungen in den Lerninhalten. Die im Projekt erarbeiteten LernPakete unterscheiden sich erheblich in der Gewichtung ihrer Ressourcen. So weist das LernPaket CAPT in der Erarbeitungsphase einen vergleichsweise geringen Ressourceneinsatz auf, z. B. in den Bereichen didaktische Konzeptionierung oder Trainerschulung. Während der Durchführungsphase werden jedoch – im Gegensatz zu E-Learning – über den gesamten Anlernprozess ein Trainer und ein Übungsabschnitt des Lagers benötigt. Durch die LernPakete Virtual Reality und E-Learning können standardisierte und weitgehend selbstgesteuerte Lernprozesse durchgeführt werden. Dies erfordert jedoch ein durchdachtes Lernkonzept, das nachfolgend entwickelt werden muss sowie die dementsprechenden Lernmedien benötigt. Bei einer Ent-

scheidung eines Unternehmens für ein LernPaket ist daher eine Analyse der notwendigen Ressourcen und deren Gewichtung notwendig. Des Weiteren sollte abgeglichen werden, welche Ressourcen unternehmensintern beispielsweise durch interne Trainer oder E-Learning-Designer abgedeckt werden können und welche Ressourcen extern beschafft werden müssen.

*Praxistransfer durch arbeitsorientiertes Lernen:* Grundsätzlich lohnt es sich, bei der Vermittlung konkreter aufgabenbezogener Fähigkeiten und Kenntnisse die Nähe zum Arbeitsprozess zu suchen. Eine Verknüpfung von Lerninhalten mit der direkten Praxis wendet sich ab von schulischen Vorstellungen über Lernprozesse, die Mitarbeiter häufig mit der eigenen Rückkehr in die Rolle des Schülers verbinden. Arbeitsorientiert ausgerichtetes Anlernen zeigt den Lernenden direkt den praktischen Sinn des zu Erlernenden auf und wirkt so motivierend. Daneben ist bei der Einbindung praktischer Anteile schnell ersichtlich, ob das Gelernte verstanden wurde und umgesetzt werden kann sowie welcher Trainingsbedarf noch besteht. Schlussfolgernd verbessert sich hierdurch der Praxistransfer des Gelernten und Mitarbeiter können schneller ihre Arbeitsaufgaben selbstständig bewerkstelligen.

*Standardisierte Abläufe und Lernformate:* Ein hoher Grad an Standardisierung von Lernformaten kann über viele Anlernprozesse hinweg eine gleichbleibende Vermittlungsqualität fördern. Gleichzeitig können notwendige Ressourcen (Trainer, Räume, Lernmedium) für die Durchführungsphase besser eingeschätzt werden. Die LernPakete Virtual Reality und E-Learning zeichnen sich durch eine besonders hohe Standardisierung aus. Hier ist weitgehend gewährleistet, dass alle Mitarbeiter nach einer Anlernphase die gleichen Fähigkeiten und Kenntnisse erworben haben. Für das LernPaket CAPT ist eine gleichbleibende Qualität des Trainers von großer Bedeutung für einen standardisierten Lernprozess. Hier sollten sich Trainer, z. B. anhand eines Leitfadens, immer wieder bewusst machen, ob der Anlernprozess gleichbleibend gut durchgeführt wird. Gesonderte Train-the-Trainer-Schulungen helfen dabei, diese Reflexionskompetenz bei Trainern zu entwickeln.

### **2.5.3 Analyse- und Auswertungsworkshops für Optimierungsmaßnahmen**

Auf Grundlage der qualitativen und quantitativen Ergebnisse wurde durch beide Forschungsstellen ein Auswertungs- und Analyseworkshop durchgeführt. In der Auseinandersetzung mit den vorliegenden Ergebnissen des Forschungsprojektes wurde deutlich, dass es Ziel sein muss, ein Einsatzkonzept praxisnah zu erarbeiten. Ein Einsatzkonzept sollte daher über die Ergebnisse zu geeigneten LernPaketen hinausgehen und den Organisationsprozess hin zu einem gelungenen Anlernkonzept beschreiben. Nur ein professioneller Organisationspro-

zess, in dem die zentralen Aspekte und Rahmenbedingungen beachtet werden, führt zum langfristig erfolgreichen Anlernen in Unternehmen und beugt kurzfristigen „Insellösungen“ vor.

Für die praxisnahe Umsetzung eines professionellen Anlernkonzepts wurde ein Praxis-Leitfaden gewählt. Hierfür wurden durch beide Forschungsstellen zunächst die wichtigsten Prozessschritte eines Leitfadens analysiert und strukturiert:

- Schritt 1: Strategie-, Umfeld- und Zielanalyse
- Schritt 2: Mitbeteiligung bei einer systematischen Personalentwicklung
- Schritt 3: Entwicklung von Kompetenzprofilen
- Schritt 4: Soll-Analyse des Anlernprozesses
- Schritt 5: Entwicklung eines Anlernkonzeptes
- Schritt 6: Umsetzung des Anlernkonzeptes
- Schritt 7: Evaluation
- Schritt 8: Optimierung des Onboardingprozesses

Anschließend wurde die Inhaltsstruktur des Leitfadens festgelegt. Der Leitfaden strukturiert sich dabei wie folgt:

- Erläuterung des Arbeitsschrittes: Hier werden der jeweilige Arbeitsschritt und dessen Bedeutung für ein gelungenes Anlernkonzept dargestellt. Es wird auf zentrale Rahmenbedingungen eingegangen und – wenn sinnvoll – praxisnahe Instrumente aufgezeigt.
- Betroffene Akteure: Die Auflistung der betroffenen Akteure dient Unternehmen dazu, die wesentlichen Personen und Bereiche des Unternehmens in den jeweiligen Arbeitsschritt einzubinden.
- Handlungsfragen: Hier wird die Erläuterung des jeweiligen Arbeitsschrittes durch Handlungsfragen für Unternehmen zusammengefasst. Sie geben eine Orientierung, welche Aspekte im Arbeitsschritt diskutiert und bearbeitet werden sollten.
- Aus der Praxis für die Praxis: In ausgewählten Arbeitsschritten sind die Projekterkenntnisse und -erfahrungen zu Anlernkonzepten, Zielgruppe und Lernformen für den Praxiseinsatz dargestellt.

- Besonderheiten für KMU: Mit Blick auf die Zielgruppe des Leitfadens, die nicht nur Großunternehmen sind, werden in ausgewählten Arbeitsschritten zusätzliche Besonderheiten für KMU erläutert.

Als Überblick wurde des Weiteren ein Strukturplan für den gesamten Organisationsprozess erstellt, um die wesentlichen Arbeitsschritte zur Entwicklung und Einführung eines Anlernkonzeptes für Unternehmen übersichtlich darzustellen. Der Leitfaden dient damit als praxisnahes Handlungsinstrument für Unternehmen, die ein Anlernkonzept für neue Mitarbeiter forcieren.

## **2.6 Arbeitspaket 6: Bewertung und Analyse von Maßnahmen bei Projektpartnern (IFT & IAF)**

### Ziele des Arbeitspaketes:

Die erarbeiteten Lernkonzepte werden im Arbeitspaket 6 mit Anwendungspartnern hinsichtlich der Einsatzmöglichkeiten und der Nutzenpotentiale in Form von Praxisworkshops diskutiert. Die Ergebnisse der Diskussionen werden in strukturierter Form niedergelegt. Um die Breite der Untersuchungen zu gewährleisten, werden Anwendungspartner mit unterschiedlichen Profilen ausgewählt. Die Konzeptgestaltung wird vorrangig durch die Forschungsstelle IAF durchgeführt, während die inhaltliche Entwicklung der Workshops auf Seiten der Forschungsstelle IFT liegt. Beide Forschungsstellen führen die Praxisworkshops mit Anwendungspartner durch und werten diese aus.

### Durchgeführte Arbeiten und erzielte Ergebnisse:

Im Arbeitspaket 6 wurde zunächst die Methodik zur Analyse und Bewertung von Maßnahmen durch die Forschungsstellen erarbeitet und ein Konzept für Workshops mit Projektpartnern entwickelt. Die mit zwei Anwendungspartnern durchgeführten Workshops wurden anschließend mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse anhand von festgelegten Kriterien ausgewertet und in Form von Schlussfolgerungen für Anlernkonzepte zusammengefasst.

### **2.6.1 Methodisches Vorgehen**

Die Bewertung und Analyse der erarbeiteten Lernkonzepte hat das Ziel, die Einsatzmöglichkeiten und Nutzungspotentiale für Anwendungspartner zu eruieren. Hier war es besonders relevant, auch den Zugang zur eigentlichen Zielgruppe, den Kommissionierern, zu erhalten, um praxisnahe Meinungen zum Anlernen in der Kommissionierung einzufangen. Erweitert

wurden diese praxisnahen Meinungen durch die Bewertung der LernPakete aus Sicht von Führungskräften. Somit konnte eine gesamtheitliche Sicht auf die erarbeiteten LernPakete gewährleistet werden. Die Anwendungspartner wurden gezielt erst zeitlich nach der Erarbeitung und Auswertung der LernPakete befragt, um Eindrücke aus den Probandenversuchen in die Befragungen einzubeziehen. Die Bewertung und Analyse der LernPakete wurde in Form von Workshops durchgeführt. Hierfür wurde im Projektverlauf ein Grobkonzept für Workshops erarbeitet. Durch gemeinsame Arbeitskreise der Forschungsstellen wurden mögliche Methoden für Gruppenverfahren in der qualitativen Forschung analysiert, das Grobkonzept weiterentwickelt und ein Feinkonzept für die bevorstehenden Workshops finalisiert (Siehe Abbildung 21).



**Abbildung 21: Prozesse des Workshops mit Anwendungspartnern**

Zu Beginn des Workshops fanden eine Begrüßung und ein Kennenlernen der Workshopteilnehmer und -moderatoren statt. Nachfolgend wurde der Ablauf mit allen Teilnehmern besprochen und erste Fragen geklärt.

Zur Aktivierung der Teilnehmer wurde auf das Thema „Anlernen in die Kommissionierung“ mit Hilfe eines 15-minütigen Vortrages eingestimmt. Dabei galt es, den Hintergrund des Forschungsprojektes zu erläutern und die entwickelten LernPakete vorzustellen. Hierfür wurden von beiden Forschungsstellen gemeinsam zielgruppengerechte Inhalte erstellt. Die LernPakete wurden anhand von Folien und durch Erklärvideos verdeutlicht. Für jedes LernPaket wurde daher ein 1-minütiges Video erstellt, das den Anlernprozess im LernLager visualisiert. Abschließend wurden aufkommende Verständnisfragen der Teilnehmer aufgenommen und beantwortet.

Die nachfolgenden Gruppeninterviews wurden als halbstandardisierte und leitfadengestützte Experteninterview umgesetzt. Anhand von definierten Fragen wurden die Teilnehmer zu den LernPaketen und Einsatzszenarien befragt, ohne jedoch die Offenheit des Interviews einzuschränken. Die Teilnehmer agierten als Experten, d. h. Repräsentanten ihres Handlungsfeldes. Dementsprechend wurde auch gewährleistet, dass die Bewertungen der Experten weitgehend unbeeinflusst durch die Moderatoren blieben. So entwickelt sich ein Gesprächsraum, in dem die Expertenmeinungen unverfälscht aufgenommen werden können.

Die Aussagen der Teilnehmer wurden während der Gruppeninterviews protokolliert, um diese später systematisch auszuwerten.

Als weiteres Gestaltungskriterium für die Workshops wurde durch die Forschungsstellen festgelegt, die Kommissionierer und Mitarbeiter aus den Leitungsebenen getrennt zu befragen. Somit konnte sichergestellt werden, dass Aussagen unverfälscht getroffen wurden und eine „soziale Erwünschtheit“ von Antworten nicht die Bewertungen beeinflusst. Wie schon beschrieben, wurden die Fragenkataloge und die Aktivierungsphase dahingehend zielgruppengerecht und arbeitsbereichsspezifisch angepasst. Der Fragenkatalog für die Workshops mit der Leitungsebene umfasste vier Leitfragen:

- Bewertung der LernPakete im Allgemeinen
- Individuelle Einsatzpotentiale
- Anwendungsmöglichkeiten im Unternehmen
- Anwendungsmöglichkeiten im Intralogistik-Bereich

Die sechs Fragen für die Mitarbeiter aus der Kommissionierung beinhalteten die Schwerpunkte:

- Bewertung der LernPakete
- Passgenauigkeit auf die Zielgruppe der Kommissionierer
- Praktische Anwendungsmöglichkeiten im Unternehmen
- Meinungsabfrage über Virtual Reality als Anlernmedium
- allgemeine Passgenauigkeit der LernPakete auf Arbeitskollegen
- Praxisempfehlungen der Kommissionierer zum Anlernen

Alle Fragen zielten übergreifend auf die Bewertung der LernPakete und deren Einsatzpotentiale ab und ermöglichten durch die getrennte Befragung eine mehrdimensionale Sicht auf das Anlernen in der manuellen Kommissionierung. Für die Workshops war die Teilnehmeranzahl auf drei bis fünf begrenzt. Voraussetzung war es zudem, dass die Teilnehmer eine mindestens 3-jährige Betriebszugehörigkeit sowie ausreichende Erfahrungen im Kommissionierbereich bzw. intralogistischen Prozessen aufwiesen. Für jeden Workshop wurden eineinhalb Stunden eingeplant. Das Feinkonzept wurde schriftlich dokumentiert und diente als Handlungsleitfaden bei der Durchführung der Workshops (Siehe Abbildung 22).

Gairing/Jehniczen/ Mezger/Möller		<b>Projekt LernLager /Workshops für Unternehmen/Kommissionierer</b>	
Termin:		Ort:	
<b>Zeit</b>			
<b>13.00</b>	<p><b><u>1. Teil mit Lager-Leitern / Führungskräften (3-4 TN)</u></b>  <b>Einstieg/Überblick (max. 10 min)</b>                      Kurze Begrüßung, Einführung und Ziele des WS                      Kurze Vorstellungsrunde</p> <p><b>Präsentation (15 min) + (5 min für Fragen)</b>                      Ziele &amp; Vorgehen des Projektes (4 Folien)                      Detailliert: Die drei Lern-Pakete (1 Folie plus Video)                      Kommentare/ Fragen der TN</p> <p><b>Workshop / Dialog / Sparring (ca. 1h)</b>                      Unsere Fragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie bewerten Sie unsere Lern-Pakete?</li> <li>• Was davon können Sie nutzen/anwenden?</li> <li>• Welche praktischen Anwendungsmöglichkeiten wären ganz konkret bei Ihnen im UN denkbar...?</li> <li>• Sehen Sie Anwendungsmöglichkeiten in anderen Intra-Logistik Arbeitsbereichen (Verpackung, ...)</li> </ul>		
<b>14.30</b>	<p>Abschließende Diskussion                      Ende: ca. 14:30</p>		
<b>15.00</b>	<p><b><u>2. Teil mit den Kommissionierern (3-4 TN)</u></b>  <b>Einstieg/Überblick (max. 10 min)</b>                      Kurze Begrüßung, Einführung und Ziele des WS                      Kurze Vorstellungsrunde</p> <p><b>Präsentation (zielgruppenadäquat) (15 min) + (5 min für Fragen)</b>                      Ziele &amp; Vorgehen des Projektes (4 Folien)                      Detailliert: Die drei Lern-Pakete (1 Folie plus Video)                      Kommentare/ Fragen der TN</p> <p><b>Workshop / Dialog / Sparring (ca. 1h)</b>                      Unsere Fragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie bewerten Sie unsere Lern-Pakete?</li> <li>• Passen die vorgeschlagenen Lernpakete zur Zielgruppe?</li> <li>• Lassen sich die Lern-Formate bei Ihnen anwenden? Welche praktischen Anwendungsmöglichkeiten wären ganz konkret bei Ihnen im UN denkbar...?</li> <li>• Was denken sie über die VR-Anwendung (Zukunft)</li> <li>• Passt das zu Ihren Kollegen/Bewerbern?</li> <li>• Was würden Sie als Praktiker zum Anlernen von neuen Kollegen empfehlen?</li> </ul>		
<b>16.30</b>	<p>Abschließende Diskussion                      Ende: ca. 16:30</p>		

Abbildung 22: Feinkonzept Workshop mit Anwendungspartnern

## 2.6.2 Durchführung der Workshops

Für die Analyse und Bewertung der LernPakete wurden ein Logistikdienstleister und ein Industrieunternehmen ausgewählt. Beide Unternehmen integrieren die Intralogistik in differenzierter Weise in ihrem Leistungsportfolio.

Der erste und zweite Workshop wurde mit dem Anwendungspartner aus der Industrie durchgeführt. Nach Absprache fand zunächst ein Workshop mit drei Mitarbeitern der Leitungsebene statt. Darunter befanden sich eine Führungskraft mit Zuständigkeit für die Kommissionierung sowie zwei Teamleiter aus dem Kommissionierbereich. Der Workshop wurde wie geplant durchgeführt und in den Gruppeninterviews konnten die Leitfragen vollständig mit den Teilnehmern diskutiert werden. Nachfolgend wurde der Workshop mit drei operativen Mitarbeitern aus dem Kommissionierbereich umgesetzt. Auch hierbei konnten alle Leitfragen im Workshop bearbeitet und aussagekräftige Bewertungen aufgenommen werden. Dieser Workshop zeigte jedoch auch, dass die LernPakete und die damit verbundenen Lernmedien mit den Kommissioniertechnologien anfänglich verwechselt wurden. Für die nachfolgend geplanten Workshops wurde daher die Aktivierungsphase noch einmal überarbeitet, um eine noch deutlichere Abgrenzung von LernPaketen und Kommissioniertechnologien zu sichern.

Der dritte und vierte Workshop wurde beim Logistikdienstleister veranstaltet. Hier fand zunächst ein Workshop mit der Leitungsebene statt. Die Befragtengruppe bestand aus einer Führungskraft aus dem Bereich Prozessmanagement, einer Logistikleitung sowie zwei Teamleitungen aus dem Kommissionierbereich. Der Einführungs- und Aktivierungsphase folgte eine ergebnisreiche Bewertung über die gezeigten LernPakete und deren Einsatzmöglichkeiten. Nachfolgend wurde der Workshop mit drei Kommissionierern durchgeführt. Hier konnten neue Erkenntnisse aus den Interviews entnommen und Aussagen aus den vorangegangenen Workshops bestätigt werden.

Alle durchgeführten Workshops wurden durch die Forschungsstellen schriftlich festgehalten. Die Einschätzungen der Anwendungspartner wurden mit Hilfe einer qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet. Dabei wurde die deduktive Vorgehensweise der induktiven vorgezogen, um den Fokus auf die zu beantworteten Fragen bzw. Kategorien beizubehalten. Die qualitative Inhaltsanalyse wurde nach dem Schema von Mayring (2000) durchgeführt. Folgende Kategorien wurden gebildet:

- Bewertung der Lernpakete
- Nutzungspotentiale im Unternehmen
- Passgenauigkeit zur Zielgruppe der Kommissionierer
- Virtual Reality als innovative Lernmethode

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Inhaltsanalyse dargestellt und Schlussfolgerungen für geeignete Anlernkonzepte gezogen.

### **2.6.3 Auswertung der Workshops – Kommissionierer**

#### *Bewertung der LernPakete:*

Alle LernPakete werden grundsätzlich als umsetzbar bewertet. Je nach Einsatzszenario sind unterschiedliche Anpassungen in der Lern-Methodik notwendig. So ist bei der Umsetzung des LernPaketes CAPT besonders auf die Einhaltung der Sicherheitsvorkehrungen zu achten. Die Kommissionierer setzen in den Fokus ihrer Bewertung, dass die LernPakete in ein mitarbeiterorientiertes Lernsetting eingebettet werden müssen. Die Erfahrungen der vergangenen Einarbeitungen zeigten, dass beim Anlernprozess „[...] der Mensch nicht fehlen darf.“ (Workshopteilnehmer Projekt LernLager 2018). Denn nach einer ersten Phase des Anlernens kommen teilweise sehr spezifische Fragen, die durch einen Ansprechpartner flexibler beantwortet werden können.

In den Gruppenprozessen verdeutlichen die Kommissionierer die zentrale Bedeutung der Sprache im Anlernprozess. Aus dieser leiten sie zwei wichtige Schlussfolgerungen ab: Zum einen sind massierte<sup>6</sup> Lerntechniken unbedingt zu verhindern. Eine strukturierte und kleinschrittige Vermittlung im Anlernprozess kann besonders für Menschen mit fremder Muttersprache viel lerneffektiver sein:

„Das ist wie in der Fahrschule. Alles auf einmal geht nicht. Man muss da Schritt für Schritt ran.“ (Workshopteilnehmer Projekt LernLager 2018).

Dies wurde auch bei der Entwicklung der LernPakete beachtet und didaktisch umgesetzt. Zum anderen wirkt sich die Vermittlung von Informationen in der Muttersprache positiv auf den Lernprozess aus. Dahingehend sind komplexe Sachverhalte zunächst besser in der Muttersprache zu verstehen und können nachfolgend auch wieder in der deutschen Sprache vertieft werden. Eine ähnliche Verbesserung des Lernprozesses kann durch die schriftliche Vermittlung von Informationen erreicht werden. Das Lesen von Informationen hilft neuen Mitarbeitern mit anderer Muttersprache mehr als die verbale oder auditive Vermittlung. Lernende können so selbstgesteuert und in ihrem eigenen Tempo Sachverhalte effektiver aufnehmen.

---

<sup>6</sup> Beim massierten Lernen wird eine große Masse an Lernstoff innerhalb kürzester Zeit gelernt. Im Gegensatz dazu ist ein verteiltes Lernen wesentlich erfolgreicher, da der Lernstoff sich so besser einprägt und die Motivation bestehen bleibt.

men und verstehen. Vor diesem Hintergrund wird vor allem die E-Learning-Anwendung als sinnvolles Tool gesehen, um Mitarbeiter mit anderer Muttersprache als Deutsch einzulernen.

Des Weiteren wird dem Kennenlernen des Arbeitsfeldes vor dem ersten Arbeitstag oder vor dem Anlernbeginn eine hohe Bedeutung zugeschrieben. Dies erklären die Kommissionier zum einen damit, dass potenzielle Mitarbeiter sich frühzeitig entscheiden können, ob sie in der Kommissionierung arbeiten möchten. So wird auch verhindert, dass Mitarbeiter nach einer Anlernphase sich gegen das Arbeitsfeld entscheiden und folglich das Unternehmen wieder verlassen. Zum anderen wird eine Vorbereitung des potenziellen Mitarbeiters auch in Bezug zur Kompetenzentwicklung und der Reduzierung der Anlernzeit in der Praxis als positiv hervorgehoben. Einige Befragte befürworten unter diesen Gesichtspunkten daher das Anlernen durch Virtual Reality oder E-Learning mit einer anschließenden Anlernphase im Unternehmen, z. B. durch CAPT. Ein weiterer Vorteil wird dabei auch in der Sicherung des Gelernten gesehen, wenn neue Mitarbeiter mit Vorwissen und Fähigkeiten in der Praxis eingelernt werden.

#### Nutzungsmöglichkeiten im Unternehmen:

Neben den allgemeinen Nutzungsmöglichkeiten, die zuvor beschrieben wurden, nennen die Befragten einige weitere Einsatzszenarien für die dargestellten LernPakete. So könnten die Arbeitsbereiche in der Kommissionierung das LernPaket CAPT umsetzen sowie die Einarbeitung in die vorhandenen Fördermittel durch eine E-Learning-Anwendung erweitert werden. Eine Einbindung der E-Learning-Anwendung für die Einarbeitung in das Fördermittel Gabelstapler oder für den Bereich der Schnellläufer wäre ebenfalls denkbar.

#### Passgenauigkeit zur Zielgruppe der Kommissionierer:

Die Kommissionierer sehen es als Teil ihrer Pflicht gegenüber dem Arbeitgeber, offen für neue Lernmethoden zu sein. Es wird zwar darauf hingewiesen, dass besonders ältere Mitarbeiter, die vor dem Eintritt in die Rente stehen, eine geringe Anlernmotivation aufweisen und schwer vom Lernen neuer Kommissionierabläufe oder -technologien zu überzeugen sind. Grundlegend überwiegt aber der Gedanke, dass die Anlernmethoden passgenau zu den Kollegen sind, da sich auch die Mitarbeiter gegenüber neuen Formaten offen zeigen müssen. Ein besonderes Merkmal des Mitarbeiterstamms in den Unternehmen ist die große Vielfalt an Muttersprachen und die damit einhergehende schwierige Vermittlung von Informationen in deutscher Sprache. Wie schon beschrieben, wird aus diesem Grund besonders das LernPaket E-Learning positiv hervorgehoben.

Virtual Reality als innovative Lernmethode:

Das Anlernen mit Virtual Reality wird grundlegend positiv aufgenommen. Für viele Kommissionierer ist das Anlernen mit Virtual Reality eine Methode, die die Zukunft des Anlernens darstellen könnte. Diese Einsicht korreliert auch mit der zuvor beschriebenen Mitarbeiterloyalität und der notwendigen Offenheit der Mitarbeiter für neue Lerntechnologien. Aktuelle Problemlagen werden in der nicht vorhandenen Technik oder der scheinbar geringen Medienkompetenz der Mitarbeiter gesehen. Positiv wird der Spiele-Charakter der Anwendung hervorgehoben, der besonders bei spieleaffinen Mitarbeitern motivierend wirken könnte. Teilweise wird Virtual Reality auch als Möglichkeit des Unternehmensbranding gesehen, um neue Mitarbeiter zu gewinnen.

„Das ist auch für uns ein Aushängeschild für uns als Unternehmen. Wir lernen die Neuen richtig gut ein.“ (Workshopteilnehmer Projekt LernLager 2018).

#### **2.6.4 Auswertung der Workshops – Leitungsebene**

Bewertung der LernPakete:

Die vorgestellten LernPakete werden von den Befragten grundsätzlich befürwortet. Als einfach und direkt umzusetzendes LernPaket wird CAPT betrachtet. In einigen Fällen wird in den Unternehmen schon in ähnlicher Form eingelernt. Die Befragten äußern jedoch – ähnlich wie die Kommissionierer – dass in einigen Arbeitsbereichen, wie z. B. Kommissionieren mit Gabelstaplern, eine 1:1 Anlernmethode dem gleichzeitigen Anlernen von zwei Mitarbeitern vorzuziehen ist. Auch Sicherheitsaspekte spielen bei der Entscheidung für CAPT in einigen Bereichen eine ausschließende Rolle. Die Befragten bestätigen ebenso die Bedeutung des Menschen in der Anlernphase. Befragte beider Unternehmen präferieren daher eine Kopplung einer Lernbegleitung / eines Paten o. Ä. mit einem technischen Lernmedium, wie bei E-Learning oder Virtual Reality. Eine derartige Lernbegleitung kann flexibel auf Fragen des neuen Mitarbeiters reagieren und nach der Anlernphase auch die Eingewöhnungsphase des Mitarbeiters besser unterstützen. Des Weiteren stellen die Befragten heraus, dass Anlernen auch gleichzeitig eine Integrationsphase ins Unternehmen darstellt. Auch hier sollte nicht auf einen bestehenden Mitarbeiter als Lernbegleiter / Pate verzichtet werden. Als wichtige Voraussetzung wird von den Befragten die didaktische Schulung derartiger Lernbegleiter (Train-the-Trainer) genannt. Dies gilt es weiter zu professionalisieren und Handlungsinstrumente zu entwickeln, um geeignete Mitarbeiter auszuwählen und zu qualifizieren.

Nutzungsmöglichkeiten im Unternehmen:

Übergreifend wird der E-Learning-Anwendung ein hohes Nutzungspotential im Unternehmen zugeschrieben. Die Befragten des Industrieunternehmens sehen hier eine Möglichkeit, Teilbereiche des Anlernens durch elektronische Lernmedien auszubauen. Die Befragten des Logistikdienstleisters können sich die Anwendung als Erweiterung des unternehmensinternen Lern-Management-Systems vorstellen. Als Begründung werden der flexible Einsatz einer derartigen Anwendung (Einsatz in Leerlaufzeiten) und die Möglichkeit zur Erfolgskontrolle genannt.

Als kommissionierungsspezifische Einsatzszenarien für E-Learning werden die Einweisung, die Vermittlung von Veränderungsprozessen und die Durchführung von Eignungsfeststellungen (Kennenlernen der Kommissionierung) hervorgehoben. Darüber hinaus können sich alle Befragten vorstellen, die aufgeführten LernPakete auch in anderen intralogistischen Arbeitsbereichen einzusetzen. Voraussetzung ist auch hier die Verbindung von menschenzentriertem und elektronischem Anlernen. Anwendungsbeispiele sind Sicherheitsunterweisungen durch E-Learning und die Einführung in das Führen eines Gabelstaplers durch Virtual Reality.

Die Kosten-Nutzen-Frage der vorgestellten LernPakete E-Learning und Virtual Reality wird in den Gruppeninterviews immer wieder herausgehoben. Die Befragten sind sich bewusst, dass diese LernPakete einen hohen Entwicklungsaufwand bedeuten können. Hier fehlt es in den Handlungsfeldern der manuellen Kommissionierung noch an fundierten wissenschaftlichen Erkenntnissen, ob dieser Aufwand in einem Mehrwert bei den Lernerfolgen sichtbar wird. Einer der Befragten gibt zudem zu Bedenken, dass die Automatisierung und Digitalisierung von Intralogistik-Prozessen dynamisch voranschreitet und die Investition in komplexe Anlerninstrumente, wie z. B. Virtual Reality, in Frage stellt. Zumindest der befragte Logistikdienstleister investiert jedoch derzeit in virtuelle und elektronisch gestützte Lernformate und sieht dies auch als Branding-Effekt für die Mitarbeitergewinnung.

Virtual Reality als innovative Lernmethode:

Der Einsatz von Virtual Reality als innovative Lernmethode wird von den Befragten differenziert bewertet. Vorteile werden vor allem in der praxisnahen Abbildung von Arbeitsprozessen und dem „Üben ohne Konsequenzen“ gesehen. Des Weiteren könnte eine derartige Anwendung ebenfalls auch nach einer Anlernphase eingesetzt werden. Hier ist vorstellbar, das Qualitätsbewusstsein der Mitarbeiter durch Praxis-Szenarien in der virtuellen Umgebung zu schulen. Nachteile der Virtual Reality-Technologie werden im schon beschriebenen hohen Entwicklungsaufwand gesehen. Als Zielgruppe werden insbesondere junge und spieleaffine Mitarbeiter genannt. Eine Zurückhaltung besteht darin, Virtual Reality übergreifend für die

jetzigen Mitarbeiter als Einarbeitungsmethode zu nutzen. Als zukünftige Anlernmethode spielt Virtual Reality vor allem für den Logistikdienstleister eine besondere Rolle. Hier werden aktuell entsprechende Piloten getestet.

### **2.6.5 Schlussfolgerungen aus der qualitativen Inhaltsanalyse**

Die Einschätzung der ausgewählten Projektpartner zum Potential der LernPakete lässt grundlegende Schlussfolgerungen zu, die in den Praxisleitfaden der LernPakete eingeflossen sind und die es bei der Umsetzung von Anlernphasen in der Praxis zu beachten gilt. Folgende Schlussfolgerungen können zusammengefasst werden:

- Die erarbeiteten LernPakete sind grundsätzlich auch in der Praxis aktuell oder zukünftig einsetzbar. Das Arbeitssetting entscheidet jedoch maßgeblich über die direkte Anwendbarkeit der jeweiligen LernPakete.
- Die Optimierung von Anlernprozessen in der manuellen Kommissionierung ist mit der Auswahl und dem Einsatz von LernPaketen nicht abgeschlossen. Weitere makrodidaktische Entscheidungen müssen getroffen werden, um einen ganzheitlichen Lern- und Integrationsprozess ins Unternehmen zu gewährleisten. Eine Kombination von Lernbegleitung und LernPaket bietet hier einen ersten Anhaltspunkt. Hierin sind sich Leitungsebene und Kommissionierer einig.
- Aufgrund der Mitarbeitervielfalt in der manuellen Kommissionierung stellt die Beachtung der Muttersprachen einen wesentlichen Erfolgsfaktor für Lernprozesse dar. LernPakete sollten in ihrer praktischen Anwendung dahingehend konfiguriert werden.
- Mitarbeiter in der Kommissionierung zeigen sich offen gegenüber neuen Anlernformen. Von einer generellen Ablehnung auch technisch anspruchsvoller Lernmedien kann nicht ausgegangen werden.
- Entwicklungsentscheidungen für neue Anlernstrategien befinden sich im Spannungsfeld zwischen finanziellen und zeitlichen Ressourcen und ungewissen unternehmensspezifischen Lerneffekten der angestrebten Anlernstrategien.

## **2.7 Arbeitspaket 7: Erstellung eines Leitfadens zur Optimierung von Lernprozessen in der Intralogistik (IFT & IAF)**

### Ziele des Arbeitspaketes:

Im Arbeitspaket 7 soll der Praxistransfer der erarbeiteten Ergebnisse sichergestellt werden. Hierfür wird ein Praxisleitfaden erstellt, der es Anwendungspartnern ermöglicht, passende Anlernverfahren effektiv in der Praxis umzusetzen. Zur Umsetzung und Optimierung von Lernprozessen durch weitere Unternehmen, die keine Projektpartner sind, sollen die wichtigsten Prozessschritte in Form von Handlungsfragen erläutert werden. Beide Forschungsstellen sind an der Gestaltung des Leitfadens beteiligt und können ihre jeweiligen Kenntnisse einbringen. Schwerpunkte liegen dabei seitens der Forschungsstelle IAF auf den Handlungsschritten Strategie- Umfeld- und Zielanalyse, Mitwirkung an einer systematischen Personalentwicklung, Entwicklung von Kompetenzprofilen, Evaluation sowie Optimierung des Onboardingprozesses und seitens der Forschungsstelle IFT auf den Handlungsschritten Soll-Analyse des Anlernkonzeptes, Entwicklung des Anlernkonzeptes und Umsetzung des Anlernkonzeptes.

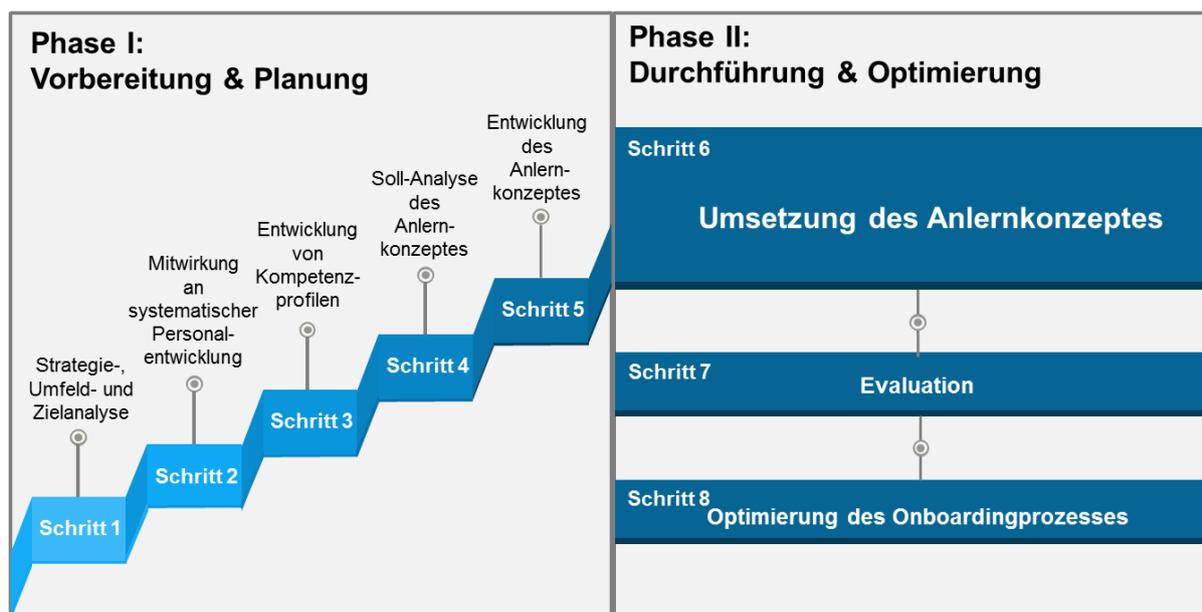
### Darstellung der durchgeführten Maßnahmen:

Unter Einbeziehung der Ergebnisse der Probandenversuche und der Rückmeldungen der Anwendungspartner wurde durch beide Forschungsstellen ein Leitfaden zur Optimierung von Anlernprozessen in der Intralogistik entwickelt. Den zentralen Ausgangspunkt des Leitfadens stellt die Einführung eines neuen Mitarbeiters im Arbeitsbereich der manuellen Kommissionierung dar. Der Leitfaden bietet damit ein praxisnahes Erweiterungsmodul zu den erarbeiteten Ergebnissen des Forschungsprojektes über effektive Lernmethoden in der manuellen Kommissionierung. Hierfür sind von Unternehmen schon vor dem ersten Arbeitstag eines neuen Mitarbeiters, während des Anlernprozesses und auch nach einer ersten Anlernphase einige Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Die erfolgreiche Gestaltung dieser Rahmenbedingungen kann ein ausschlaggebender Faktor für gelingendes Anlernen sein und einen wertvollen Beitrag für ein strategisches Onboarding in Unternehmen leisten.

Der Leitfaden wird im folgenden Kapitel gesondert strukturiert und aufgezeigt (Siehe Abbildung 23). In acht Abschnitten erklärt dieser die wichtigsten Handlungsschritte für Unternehmen, fasst diese in praxisnahen Handlungsfragen zusammen und schlägt die zu beteiligenden Akteure in Unternehmen vor. In den Leitfaden fließen ebenso „Erkenntnisse aus der Praxis für die Praxis“ über Lernprozesse, Lernzielgruppen und organisationale Rahmenbedingungen aus dem Forschungsprojekt LernLager mit ein, die wertvolle Hinweise für die Einarbeitung in die Intralogistik liefern können. Mit Blick auf die Förderung von KMU werden ebenso Besonderheiten von KMU einbezogen.

### 3. Leitfaden zur Optimierung von Lernprozessen in der Intralogistik

Die Gestaltung und Umsetzung eines Anlernkonzeptes wird im Praxisleitfadens in zwei wesentliche Phasen unterteilt: In der Phase I sind Handlungsschritte beschrieben, die den Weg zu einem gelungenen Anlernkonzept ebnen. Die Phase II beschreibt die direkte Umsetzung des Anlernkonzeptes und dessen Verankerung im Unternehmen als Teil einer erfolgreichen Mitarbeiterintegration.



**Abbildung 23: Leitfaden zur Gestaltung und Umsetzung eines Anlernkonzeptes in der manuellen Kommissionierung**

Im Folgenden werden die acht Handlungsschritte detailliert aufgezeigt und wesentliche Projekterkenntnisse aus dem Projekt LernLager eingebunden. Handlungsfragen geben zudem einen Überblick zu den zentralen Arbeitsaufgaben des jeweiligen Handlungsschrittes.

#### 3.1 Strategie-, Umfeld- und Zielanalyse

*Analyse der Strategien und Ziele sowie der Umfeldrahmenbedingungen in der Intralogistik und den für eine Anlernkonzeption relevanten Unternehmensbereiche*

Vor der Entwicklung und Einführung eines geeigneten Anlernkonzeptes ist es notwendig, die relevanten Einflussfaktoren anhand einer Strategie-, Ziel- und Umfeldanalyse zu untersuchen. Dabei ist es wichtig, die wesentlichen Rahmenbedingungen und Einflüsse, die die Tätigkeiten in der Kommissionierung wesentlich prägen, zu sichten und deren Bedeutung für das zu planende Anlernkonzept zu bewerten.

Dazu gehören u. a.:

- Unternehmensstrategie
- Unternehmenskultur, insbesondere Lernkultur
- Bereichsstrategie
- IT-Landschaft
- Intralogistikstrategie z. B. Kommissioniertechnologien und Automatisierung
- Personalstrategische Rahmenbedingungen wie Personalplanung oder Personalentwicklung
- Anforderungen an Personaldienstleister

Diese Umfeldfaktoren müssen ausgewertet und hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Kompetenzen der Mitarbeiter und die Gestaltung des Anlernprozesses im Kommissionierbereich abgeleitet werden. Die wesentliche Frage ist: Wie sieht der Gesamtkontext aus, in dem sich ein Anlernkonzept für Kommissionierer bewähren soll? Dieser Gesamtkontext wird bestimmt durch die Strategie des Unternehmens, d. h. die Ziele des Gesamtunternehmens sowie die daraus abgeleiteten Ziele des Logistik- wie auch des Personalbereiches. Ein strategisch geplantes und entwickeltes Anlernkonzept baut auf diesen Zielen auf und bindet weitere relevante Umfeldfaktoren, wie z. B. Anforderungen an ggf. kooperierende Personaldienstleister mit ein.

Des Weiteren werden betriebliche Bildungsprozesse – und so auch ein Anlernkonzept – positiv durch eine fördernde Unternehmens- und Lernkultur beeinflusst. Denn neue Mitarbeiter werden schon am ersten Arbeitstag geprägt durch die Haltung der Mitarbeiter zum Thema Lernen und Weiterbildung. Gelingende Lernprozesse benötigen daher ein kulturelles Fundament im Unternehmen, das Lernen und Weiterbildung als einen wesentlichen Baustein des Unternehmenserfolgs versteht. Eine erfolgreiche Lernkultur sollte sich auch in der professionellen Gestaltung von Lernprozessen in der manuellen Kommissionierung zeigen. Dies setzt voraus, dass Unternehmen die personalpolitische Entscheidung treffen, die Aus- und Weiterbildung im Unternehmen – in allen Fachbereichen – zu systematisieren und professionell zu gestalten.

Betroffene Akteure:

- Geschäftsführung
- Führungskräfte Kommissionierung / Intralogistik
- Personalabteilung / Personalentwicklungsabteilung
- Ggf. Führungskräfte weiterer relevanter Unternehmensbereiche im Umfeld
- Ggf. Personaldienstleister

Bereichsübergreifende Handlungsfragen:

- Welches sind unsere unternehmensstrategischen Kernthemen?
- Welche Unternehmensziele wollen wir zukünftig erreichen?
- Welche Bereichs- und Abteilungsziele leiten sich daraus ab?
- Welchen Beitrag leistet dafür der Bereich der Intralogistik?
- Welchen Beitrag sollten Personaldienstleister erfüllen?
- Welche IT-Rahmenbedingungen sind zu beachten?
- Welche personalpolitischen Fakten sind zu beachten? (Personalplanung? Personalentwicklung? Onboarding-Konzept? Personaldienstleister? etc.)

Handlungsfragen für den Bereich Intralogistik:

- Welche Aktivitäten müssen im Bereich der Intralogistik stattfinden, um unsere Bereichs- und Abteilungsziele als Beitrag der Unternehmensziele zu erreichen?
- Welche Konsequenzen haben diese Aktivitäten für den Bereich der Kommissionierung?
- Welchen Einfluss hat dies auf unsere Arbeit in der Kommissionierung?
- Welche zentralen Beiträge können Personaldienstleister zur Erreichung unserer Ziele leisten?
- Wie muss die Zusammenarbeit mit dem internen Personalbereich und ggf. mit externen Personaldienstleistern gestaltet werden (Verantwortung, Zuständigkeiten, Schnittstellenmanagement)?

### **3.2 Mitwirkung an einer systematischen Personalentwicklung**

*Mitwirkung beim Aufbau eines systematischen Qualifizierungs- und Entwicklungskonzeptes zur zielorientierten Gestaltung und Positionierung eines Anlernkonzeptes in der Kommissionierung*

Um Personalentwicklung, also die gezielte Beurteilung und Weiterentwicklung von Mitarbeitern im Unternehmen, konsequent umzusetzen, müssen sich vor allem die Führungskräfte in den Fachbereichen dem Thema als eine ureigene Führungsaufgabe – in der Regel in enger Abstimmung mit dem Personalbereich des Unternehmens – verantwortlich annehmen. Deshalb müssen die verantwortlichen Führungskräfte in der Intralogistik die Aus- und Weiterbildung ihrer Mitarbeiter systematisch und konsequent angehen. Dazu bedarf es der Nutzung oder – falls notwendig – des Aufbaus eines strukturierten und praxistauglichen Personalentwicklungssystems, das den Herausforderungen und Qualifikationsanforderungen in den unterschiedlichen Arbeitslebensphasen der Mitarbeiter auf Basis der quantitativen und qualitativen Personalplanung angemessen Rechnung trägt. Ausgangspunkt eines systematischen Anlernkonzeptes – als i. d. R. erstem Schritt in der Personalentwicklung eines Mitarbeiters – ist die klare Definition eines Aufgabenbereiches und die Zuordnung der einzelnen Aufgaben. In Abhängigkeit von den organisationalen Strukturen in Unternehmen sind unterschiedliche Szenarien zur Gestaltung der Bildungsarbeit in der Kommissionierung denkbar:

- Lernen wird zur Chefsache: Je nach Unternehmensstruktur können Führungskräfte im Bereich Intralogistik Hauptorganisatoren sein, da dort alle wesentlichen Entscheidungen gebündelt sind. Der Vorteil ist, dass das Thema Lernen zur „Chefsache“ erklärt wird und entsprechende positive Auswirkungen im Bereich haben kann.
- Organisationsteam „Lernkonzept“: In einem Organisationsteam sind ausgewählte Beschäftigte für die Planung und Gestaltung eines Anlernkonzeptes zusammengefasst. Sie sollten über gute Kommunikationsfähigkeiten verfügen, umfassende Kenntnisse über die betrieblichen Abläufe besitzen und im Arbeitsbereich der Kommissionierung anerkannt sein. Als die zentralen Kompetenzen der Mitglieder des Organisationsteams sind Erfahrungen und Fähigkeiten im Bereich Lernen und Qualifizierung im Betrieb hervorzuheben. Ein praktischer Aufbau dieser Kompetenzen ist z. B. durch Train-the-Trainer-Seminare erreichbar. Der Einsatz eines Organisationsteams erfordert eine gewisse Autonomie in deren Arbeitsweise und notwendige Berechtigungen. So sollte der Zugang zu relevanten Informationen genauso gewährt werden, wie die zeitlichen Ressourcen, z. B. zum Einbinden von Experten aus dem Unternehmen. Die

Geschäftsführung ist an relevanten Stellen in die Entwicklungsprozesse einzubeziehen und beim Treffen wichtiger Gestaltungsentscheidungen federführend.

- Institutionalisierung des Aufgabenbereichs: Als eine dritte organisatorische Form bietet sich die Institutionalisierung des Aufgabengebietes an, indem Mitarbeiter ausschließlich für die Personalentwicklung und für das Anlernkonzept eingesetzt werden.

Je nach Unternehmensstruktur und Organisationsszenario ist bei der Planung und Gestaltung immer zu beachten, betroffene Akteure aus dem operativen Kommissionierbereich wie auch aus dem Personalbereich in Entscheidungen rechtzeitig einzubeziehen und ggf. als Experten mitwirken zu lassen. Nur so ist das Risiko der Ablehnung („not-invented-here“-Syndrom) von geplanten neuen Anlernstrategien zu minimieren.

Sind ausreichend geforderte Kompetenzen bei Mitarbeitern sowie Ressourcen gegeben, wird die Aufgabenstrukturierung in Form eines Organisationsteams empfohlen. Bei einer klugen Zusammensetzung dieses Teams können Anlernkonzepte so unter mehrdimensionalen Gesichtspunkten professionell gestaltet werden.

#### Betroffene Akteure:

- Geschäftsführung
- Führungskräfte Kommissionierung / Intralogistik
- Personalabteilung / Personalentwicklungsabteilung
- Organisationsteam „Lernkonzept“

#### Handlungsfragen:

- Welches Know-how wird zur Planung, Organisation und Umsetzung einer neuen Anlernstrategie benötigt?
- Welche unternehmensinternen Akteure weisen dieses Know-how auf?
- Können diesen Akteuren die zeitlichen, finanziellen und technischen Ressourcen zur Verfügung gestellt werden, die für die Aufgaben notwendig sind?
- Welche Arbeitsstrukturen (Projektzeit, Abstimmung mit Leitungsebene etc.) unterstützen die Planung, Organisation und Umsetzung eines Anlernkonzeptes?

#### Besonderheiten für KMU:

Klare Strukturen und Zuständigkeiten bieten vor allem KMU die Chance, ein pragmatisches Personalentwicklungssystem in der Kommissionierung und ggf. im gesamten Unternehmen aufzubauen. Ziel sollte es langfristig sein, aus den Erfahrungen bei der Erarbeitung eines Anlernkonzeptes weitere Bausteine für eine systematische und an Unternehmenszielen orientierte Personalentwicklungsarbeit abzuleiten. Mit dem Ziel einer strategischen und ganz-

heitlichen Personalentwicklung können die Kompetenzentwicklungsbedarfe der Mitarbeiter durch passende Angebote bedient werden. Des Weiteren kann so auch die Mitarbeiterentwicklung effektiver und zielgenauer gestaltet werden, statt Bildungsmaßnahmen im „Gießkannenprinzip“ an die Mitarbeiter auszuschütten. Als Ergebnis profitieren besonders KMU durch Einsparung zeitlicher und finanzieller Ressourcen sowie der Nutzung effektiver und kostenoptimaler Lernprozesse.

### **3.3 Entwicklung von Kompetenzprofilen**

*Analyse der notwendigen Kompetenzen neuer Mitarbeiter als Ausgangslage für ein zukunftsorientiertes Anlernkonzept*

Organisatorische, prozessuale und auch technologische Veränderungen in der Intralogistik bedeuten ebenso Veränderungen in den Kompetenzanforderungen neuer Mitarbeiter. Je eher diese mit den passenden Fähigkeiten und Wissen ausgestattet werden, umso schneller können Entwicklungsziele im Intralogistik-Bereich effektiv unterstützt werden und zur Erfüllung der Unternehmensziele beitragen. Ein strategisches Handlungsinstrument ist die Erarbeitung sogenannter Kompetenzprofile. Kompetenzprofile enthalten die wesentlichen Fähigkeiten, Wissensbereiche und Fertigkeiten, die neue Mitarbeiter benötigen, um in ihrem Arbeitsgebiet – und auch darüber hinaus – professionell zu handeln und Probleme weitgehend eigenständig zu lösen.

Neben einem Kompetenzprofil für Kommissionierer können Unternehmen ebenso die Kompetenzen von Teamleitern und Führungskräften eruieren. Klare Kompetenzprofile im gesamten Kommissionierbereich – ob für einzelne Funktionen oder umfangreichere Job-Familien – dienen als wichtiges Handlungsinstrument zur:

- Auswahl und Qualifizierung von Mitarbeitern in der Intralogistik
- Auswahl oder Qualifizierung von Trainern oder Lernbegleitern
- Personalentwicklung, um beispielsweise Kommissionierer zu Teamleiter zu qualifizieren
- Analyse von fehlenden Kompetenzen, für veränderte Prozesse, Technologien und Strukturen

Typischerweise wird bei Kompetenzprofilen zwischen Personalen Kompetenzen, Aktivitäts- und Handlungskompetenzen, Sozial-kommunikativen Kompetenzen sowie Fach- und Methodenkompetenzen unterschieden. Unternehmen können hierbei entscheiden, wie ausdifferenziert ein Kompetenzprofil für neue Mitarbeiter ausgearbeitet wird. Sauter und Staudt

(2016) klassifizieren drei Arten von Kompetenzprofilen, wobei sich ein Multiple-Job-Modell häufig als ausreichend passgenau und gleichzeitig praktikabel erweist (Siehe Abbildung 24).



**Abbildung 24: Klassifizierung von Kompetenzmodellen (Sauter und Staudt 2016, S. 18)**

Bei der spezifischen Erarbeitung eines Kompetenzprofils lohnt es sich zudem, auf bestehende Modelle zurückzugreifen. Hierbei hat sich der Kompetenzatlas nach Erpenbeck und Heyse (2009) in der Kompetenzforschung und betrieblichen Praxis weitgehend durchgesetzt (Siehe Abbildung 25).

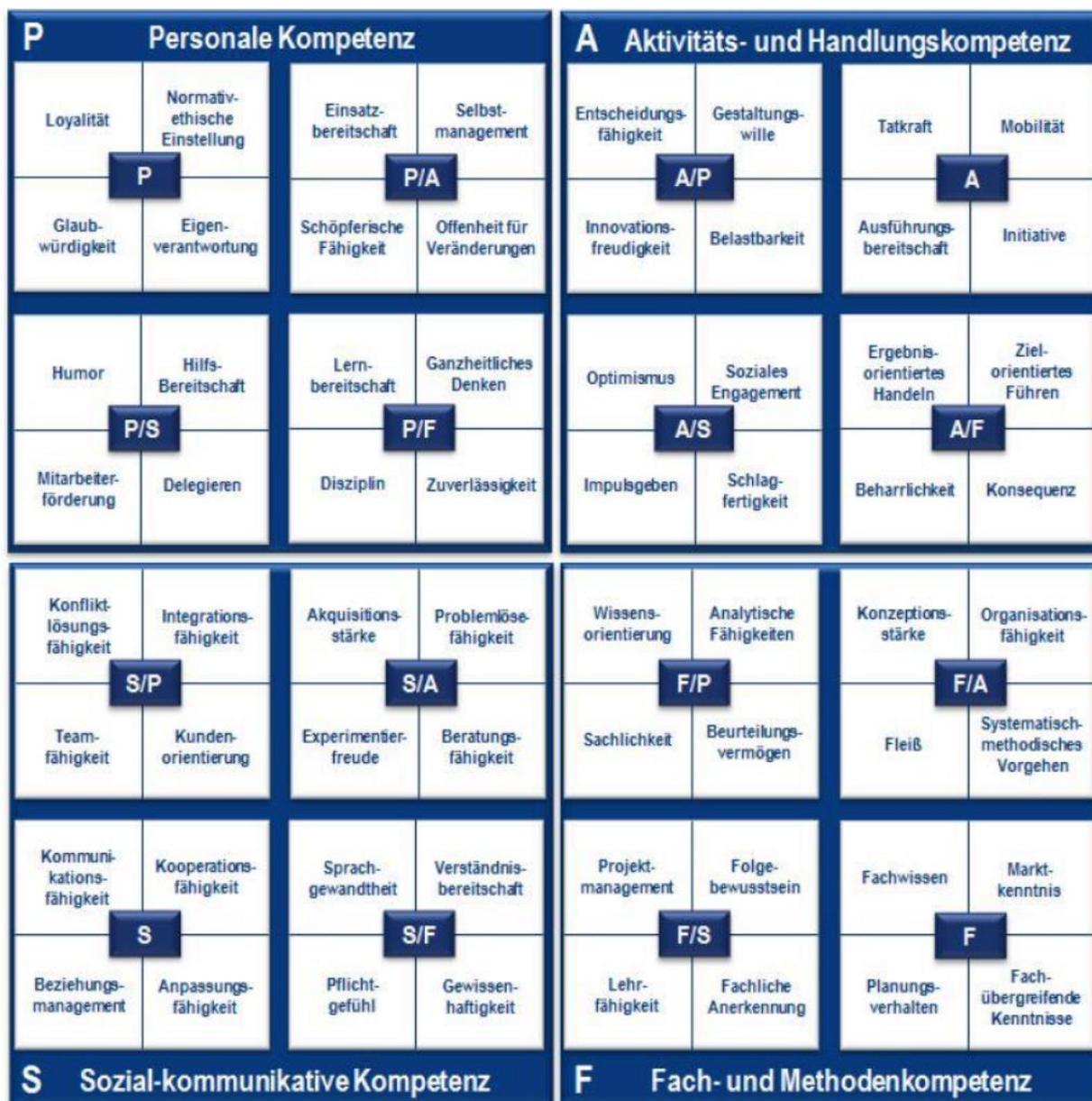


Abbildung 25: Kompetenzatlas (Erpenbeck und Heyse 2009, S. XIII)

Anhand dieses Modells können gemeinsam mit Geschäftsführung, Führungskräften der Integralistik, Organisationsteam und Personalabteilung beispielsweise in Form von Workshops:

- die wesentlichen Kompetenzen für die Zielgruppe(n) identifiziert werden
- die ausgewählten Kompetenzen unternehmensspezifisch definiert werden
- die Ausprägungsgrade der Kompetenzen festgelegt und gewichtet werden

Als Leitlinie sollten bei der Erarbeitung eines Kompetenzprofils 12 bis 16 Kompetenzen aus dem Kompetenzatlas extrahiert werden. Bei der Definition der ausgewählten Kompetenzen gilt es zudem, diese so umfassend aber auch prägnant wie möglich zu beschreiben. Die ab-

schließende Festlegung der Ausprägungsgrade und Gewichtung zeigt zudem auf, welche Kompetenzen für neue Mitarbeiter besonders relevant sind (Siehe Abbildung 26).

Kompetenzanforderung	weniger wichtig (1)	teilweise wichtig (2)	ziemlich wichtig (3)	deutlich wichtig (4)	sehr wichtig (5)	äußerst wichtig (6)	Ergebnis gewichtet
Loyalität	0	0	0	0	1	5	35
Fachwissen	0	0	0	0	2	4	34
Einsatzbereitschaft	0	0	0	0	3	3	33
Fachübergreifende Kenntnisse	0	0	0	0	3	3	33
Folgebewusstsein	0	0	0	1	2	3	32
Anpassungsfähigkeit	0	0	0	0	4	2	32
Kommunikationsfähigkeit	0	0	0	1	3	2	31
Eigenverantwortung	0	0	0	1	3	2	31
Offenheit für Veränderungen	0	0	0	1	3	2	31
Belastbarkeit	0	0	0	1	3	2	31
Hilfsbereitschaft	0	0	0	0	5	1	31
Ganzheitliches Denken	0	0	0	0	5	1	31
Lernbereitschaft	0	0	0	0	5	1	31

**Abbildung 26: Beispielhafte Kompetenzgewichtung (in Anlehnung an Sauter und Staudt 2016, S. 24)**

Für die Gestaltung eines Anlernkonzeptes ist nachfolgend zu analysieren, welche Kompetenzen des Profils im Anlernprozess entwickelt werden können. Denn nicht alle Kompetenzen müssen neuen Mitarbeiter grundständig vermittelt oder können anhand erster Anlernphasen entwickelt werden. Eine Abstufung in folgende drei Bereiche bietet sich an:

- Kompetenzen für das Anforderungsprofil neuer Mitarbeiter: Diese Basis-Kompetenzen sind grundlegende Kenntnisse und Fähigkeiten, die ein neuer Mitarbeiter mitbringen muss. Sie können Ausgangsbasis einer Stellenbeschreibung sein.
- Kompetenzen für die erste Anlernphase und kurzfristige Kompetenzentwicklung: Diese Kompetenzen bauen auf den Basis-Kompetenzen der neuen Mitarbeiter auf und können in einer ersten Anlernphase ausreichend gut vermittelt bzw. entwickelt werden.
- Kompetenzen für weiterführende Entwicklungsmaßnahmen und informelle Lernprozesse: Diese Kompetenzen können nach einer ersten Anlernphase durch weitere Bildungsangebote herausgebildet werden. In Form von informellen Lernprozessen eignen sich neue Mitarbeiter aber auch erst im Verlauf ihrer Arbeitstätigkeit und Unternehmenszugehörigkeit neue Fähigkeiten und Kenntnisse an.

Bei der Gliederung der Kompetenzen ist zu beachten, dass Kompetenzen z. B. in Form einer ersten Anlernphase in grundlegender Form vermittelt und in weiterführenden Entwicklungs-

maßnahmen vertieft werden können. Den Kompetenzen des Anlernprozesses sind im weiteren Verlauf erste Lernziele zuzuordnen, ohne diese detailliert auszuarbeiten. Abschließend gilt es, die skizzierten Lernziele der Anlernphase mit den zeitlichen Rahmenbedingungen abzugleichen. Hierbei kann frühzeitig abgeschätzt werden, ob der Anlernprozess überfrachtet ist, denn eine zu massierte Vermittlung von Lernfakten sollte unbedingt vermieden werden.

#### Betroffene Akteure:

- Geschäftsführung
- Führungskräfte Kommissionierung / Intralogistik
- Personalabteilung / Personalentwicklungsabteilung
- Organisationsteam „Lernkonzept“

#### Handlungsfragen:

- Welche Kompetenzen benötigen neue Mitarbeiter, um in ihrem Arbeitsfeld professionell und weitgehend selbstständig zu handeln?
- Welche Kompetenzen benötigen Mitarbeiter, um langfristig zu den Entwicklungszielen der Intralogistik beitragen?
- Welche Kompetenzen:
  - sollte ein neuer Mitarbeiter bereits mitbringen?
  - müssen im Anlernprozess vermittelt werden?
  - können in nachgelagerten Lernprozessen vermittelt oder durch informelle Lernprozesse im Arbeitsverlauf entwickelt werden?
- Welche groben Lernziele sind den Kompetenzen in der Anlernphase zuzuordnen?

#### Besonderheiten für KMU:

Gerade Unternehmen mit geringen Ressourcen im Bereich der Personalarbeit profitieren von einem gut ausgearbeiteten Kompetenzprofil. Dieses kann nicht nur für die Konzeptionierung von Anlernprozessen hilfreich sein. Es ist gleichzeitig Grundlage für:

- die Personalauswahl und die Erstellung eines passenden Anforderungsprofiles
- die Leistungsbeurteilung und die Laufbahn- und Entwicklungsplanung der Mitarbeiter
- die strategische Ableitung von Personalentwicklungsmaßnahmen
- die strategische Nachfolgeplanung

Ein Kompetenzprofil in Form des Multiple-Job-Modells fördert zudem ausreichend und umfassend geschulte Mitarbeiter und beugt der personenbezogenen Entwicklung von Spezial-

wissen in Unternehmen vor. KMU stehen dabei in einer besonderen, teilweise kritischen Abhängigkeit zu ihrem Personal und deren Leistungen insbesondere bei Fachkräften und Schlüsselpersonal. Insofern müssen KMU noch viel eher als Großunternehmen mit Einschränkungen im Produktions- und Leistungsprozess rechnen, wenn Beschäftigte – besonders Schlüsselpersonal und Fachkräfte – das Unternehmen verlassen oder ihre Leistungsbereitschaft (z. B. durch geringe Entwicklungschancen im Unternehmen) oder gar ihre Leistungsfähigkeit (z. B. aufgrund eines unzureichenden betrieblichen Gesundheitsmanagements) absenken (Hermann 1996). Abschließend wird durch übergreifend kompetente Mitarbeiter der Personaleinsatz in anderen Aufgabengebieten bei Problemen im operativen Geschäft gefördert und eine effektive Grundlage für Job-Rotation ermöglicht.

### **3.4 Soll-Analyse des Anlernkonzeptes**

#### *Soll-Analyse und Grobkonzeptionierung des Anlernkonzeptes*

Sind die relevanten Kompetenzen erarbeitet, gilt es, die fachinhaltlichen, didaktischen und organisatorischen Rahmenbedingungen festzulegen, um neue Mitarbeiter anzulernen. Letztlich muss hier die Frage geklärt werden, mit welchem Lernformat der Anlernprozess gestaltet wird. Soll ein eher persönliches und trainerbasiertes Anlernkonzept verfolgt werden (wie wir es im Rahmen dieses Forschungsprojektes mit dem CAPT-Konzept vorgestellt haben) oder soll eher ein digitales Anlernkonzept (wie E-Learning oder ein Virtual Reality-basiertes Verfahren) genutzt werden. Diese grundsätzliche Entscheidung hängt vor allem von den zentralen Rahmenbedingungen und den Zielvorstellungen des Unternehmens ab.

Spätestens jetzt bietet sich eine Beteiligung von operativ tätigen Kommissionierern an, sofern diese nicht schon in das Organisationsteam eingebunden sind. Kommissionierer können als Experten ihres eigenen Arbeitsfeldes zentrale Hinweise über die Besonderheiten der Zielgruppe und die Praktikabilität von Lernformaten geben. Daneben erhält das Organisationsteam einen IST-Stand des derzeitigen Anlernprozesses. So können effektive Bausteine des aktuellen Anlernprozesses bei Bedarf integriert und bekannte Fehler vermieden werden. Die Wahl weiterbildungsaffiner und angesehener Kommissionierer fördert dabei die Soll-Analyse des Anlernkonzeptes und unterstützt die Akzeptanz neuer Veränderungsprozesse im operativen Bereich, wenn diese Mitarbeiter als Kommunikatoren im Unternehmen agieren.

Nachdem vor dem Hintergrund der betrieblichen Rahmendaten eine Entscheidung für das grundsätzliche Lernformat in Abstimmung zwischen Lager-Management, Personalbereich und dem Organisationsteam getroffen wurde, sollen dann in einem nachgelagerten Analyseprozess die Fachinhalte festgeschrieben, passende Vermittlungs- und Organisationsformen gewählt und die Strategien der Umsetzung des Anlernkonzeptes im Unternehmen ge-

prüft und geplant werden. Dabei ist insbesondere auch auf die finanziellen und personellen Ressourcen für die Umsetzung des Anlernkonzeptes zu achten und ein entsprechendes Projekt-Budget festzulegen.

Damit steht ein Grobkonzept, das den gesamten Anlernprozess beschreibt. Vor der detaillierten Umsetzung sollte das Grobkonzept zudem noch einmal mit den Entscheidungsträgern im Unternehmen abgestimmt und die Implementierung freigegeben werden.

#### Beteiligte Akteure:

- Organisationsteam „Lernkonzept“
- Kommissionierer als Experten
- Geschäftsführung (zur Abstimmung)
- Personalbereich (ggf. zur Unterstützung und zur Abstimmung)
- Führungskräfte Kommissionierung / Intralogistik (zur Abstimmung)

#### Handlungsfragen:

- Wer sind die Teilnehmer der Qualifizierungsmaßnahme (Qualifikationsstand, Praxiserfahrung in der Kommissionierung, Bildungshintergrund, Sprachliche Kompetenzen, etc.)?
- Welche weiteren Besonderheiten sind bei der Gestaltung des Lernprozesses zu beachten (Vorkenntnisse, diverse Praxiserfahrungen, ggf. Vorschulungen durch Personaldienstleister)?
- Welche Lernziele werden im Anlernprozess verfolgt?
- Welche Inhalte müssen dafür vermittelt werden?
- Welche grundsätzlichen betrieblichen Vorgaben gibt es zu möglichen Lernformaten (Lernmanagementsystem, PE-System, IT-System, Ressourcen/Budget, etc.)?
- Welche Lernformen und Methoden kommen für die erfolgreiche Aneignung von Wissen und Fähigkeiten der neuen Mitarbeiter in Frage?
- Welche Lernformen und Methoden sind praktikabel für uns?
- An welchen Orten können die Lernprozesse erfolgreich stattfinden?
- Welche zeitlichen Rahmenbedingungen sind für den Anlernprozess vorgesehen und auf Seiten des Lernenden notwendig?
- Welche finanziellen und zeitlichen Aufwände sowie Mitarbeiterressourcen werden benötigt:
  - für die Entwicklung geeigneter LernPakete (Trainerschulungen, Entwicklung von Anwendungen, technische Ausstattung etc.)?
  - für die Durchführung des Anlernprozesses?
- Wie und anhand welcher Kriterien wird der Erfolg des Anlernprozesses evaluiert?

- Welche betrieblichen Rahmenbedingungen gilt es zu beachten, z. B. tarifliche und betriebliche Regelungen zur Bildungszeit als Arbeitszeit?
- *Final:* Für welches grundsätzliche Lernformat entscheiden wir uns (unterweisungsorientiertes, handlungsorientiertes, digitales Lernformat oder eine bewusst konzipierte Mischform wie Blended-Learning)?
- Wie planen wir die Umsetzung? Wie sieht unsere Umsetzungsstrategie aus?

#### Erkenntnisse aus der Praxis für die Praxis:

Bei der Entwicklung von Anlernprozessen für den Bereich der Kommissionierung können folgende Erkenntnisse aus dem Projekt LernLager von Bedeutung sein:

1. Anlernkonzepte in der manuellen Kommissionierung werden durch die Einbindung eines Lernbegleiters als angenehmer und effektiver wahrgenommen.
2. Bei der Auswahl von Lernformen, Medien etc. ist auf mögliche Schwierigkeiten der heterogenen Mitarbeiter beim Umgang mit der deutschen Sprache zu achten. Sprachlich erweiterte Lernanwendungen können hier unterstützend wirken, wenn „einfache Sprache“<sup>7</sup> oder die jeweilige Muttersprache verwendet wird,
3. Die didaktische Gestaltung von Lernprozessen sollte immer mit Blick auf die Lerngewohnheiten der Zielgruppe entwickelt werden.
4. Ein standardisiertes Anlernkonzept kann viele Mitarbeiter auf ein ähnliches Kompetenzniveau bringen. Es bietet zudem Planungssicherheit für Unternehmen, unterstützt Lernbegleiter sowie Trainer im Schulungsablauf und kann skaliert werden.
5. Praxis- und arbeitsplatznahes Lernen erleichtert den Praxistransfer des Gelernten.

#### Besonderheiten für KMU:

KMU können die größere Nähe zwischen Führungskräften und Mitarbeitern zum Vorteil bei der Analyse und Erstellung eines Grobkonzeptes nutzen. Hier lohnt sich die Einbindung von Kommissionierern, aber auch von direkten Vorgesetzten, wie z. B. Teamleitern. Gerade Teamleiter können die Aufgaben und Mitarbeiter in ihrem Bereich überblicken und einschätzen. Die Beteiligung von Kommissionierern und Teamleitern erhöht die Akzeptanz des Anlernkonzeptes und sichert dessen Erfolg.

---

<sup>7</sup> Die Verwendung einfacher Sprache dient dazu, Texte an die Lesekompetenzen breiter Bevölkerungsgruppen anzupassen, so auch an Menschen, deren Muttersprache nicht die deutsche Sprache ist. Handlungsempfehlungen zur Umsetzung finden sich u.a. bei Baumert (2018).

### **3.5 Entwicklung eines Anlernkonzeptes**

#### *Strategische Aufgabenverteilung und Entwicklung des Anlernkonzeptes*

Das Grobkonzept ist mit den Entscheidungsträgern des Unternehmens abgestimmt und das Anlernkonzept kann entwickelt werden. Hierfür sind zunächst Aufgabenbereiche zu definieren und im Organisationsteam personell zuzuordnen. Einige Aufgabenbereiche, wie z. B. die Entwicklung einer Virtual Reality-Anwendung können ggf. nicht mit unternehmensinternem Know-how bewerkstelligt und müssen deshalb an externe Dienstleister vergeben werden. Die Ernennung von Ansprechpartnern im Organisationsteam für die Zusammenarbeit mit externen Dienstleistern fördert dabei die planmäßige Fertigstellung des gesamten Anlernkonzeptes. Sinnvoll für das gesamte Entwicklungsprojekt eines Anlernkonzeptes, wie auch für die Kooperation mit externen Dienstleistern, sind eine solide Ressourcenplanung, ein stringentes Projektmanagement und ein entsprechendes Tracking und Controlling.

Als Arbeits- und Austauschformat für die Entwicklung des Anlernkonzeptes haben sich regelmäßige Planungsworkshops etabliert, in denen sich das Organisationsteam zusammefindet. Planungsworkshops unterstützen den fristgerechten Entwicklungsprozess, geben Möglichkeiten für iterative Prozesse und dahingehende Optimierungen des Anlernkonzeptes. Wie auch in der Analysephase kann es auch in Planungsworkshops sinnvoll und notwendig sein, Kommissionierer als Experten einzubinden oder zentrale Entscheidungen mit der Geschäftsführung bzw. dem Personalbereich abzustimmen. Dies fördert zudem die organisationsübergreifende Akzeptanz des Anlernkonzeptes und des Organisationsteams. Werden zur Rekrutierung neuer Mitarbeiter Personaldienstleister in Anspruch genommen, sollten diese ebenso in die Entwicklung des Anlernkonzeptes integriert werden. Hier ist festzulegen, welchen Beitrag Personaldienstleister bei der Vorbereitung potentieller Mitarbeiter leisten können und leisten sollten.

#### Beteiligte Akteure:

- Organisationsteam „Lernkonzept“
- Geschäftsführung und Personalbereich (zur Abstimmung)
- Ggf. externe Bildungsdienstleister
- Ggf. Kommissionierer als Experten
- Ggf. Personaldienstleister

#### Handlungsfragen:

- Welche Schritte müssen für ein Anlernkonzept umgesetzt werden?
- Wie sind die Arbeitsschritte zeitlich zueinander zu strukturieren (Projektstrukturplan)?

- Welches Know-how haben wir im Organisationsteam / im Unternehmen, um diese Arbeitsschritte professionell umzusetzen?
  - Müssen wir unsere Kompetenzen durch Trainerschulungen weiter optimieren?
  - Müssen externe Dienstleister beauftragt werden?
  - Können Personaldienstleister einen Beitrag bei der Vorbereitung potentieller Mitarbeiter leisten?
- Wer ist für welchen Arbeitsschritt verantwortlich?
- Wie wollen wir die gemeinsame Entwicklungsphase gestalten (Abstimmungstermine, Kommunikation etc.)?

#### Erkenntnisse aus der Praxis für die Praxis:

*Trainerschulungen:* Im Projekt LernLager wurde bei den Reflexions-Workshops mit den Praxispartnern deutlich, dass beim Einsatz von Trainern, Coaches oder Lernbegleitern neben den fachlichen Kenntnissen die didaktischen Fähigkeiten besonders relevant sind. Unternehmen sollten hier kritisch einschätzen, ob die eigenen Mitarbeiter ausreichend qualifiziert sind. Je nach Einsatzintensität von Mitarbeitern im erarbeiteten Anlernkonzept wird daher eine didaktische Schulung oder sogar eine umfangreiche Trainerschulung (Train-the-Trainer) empfohlen. Viele externe Bildungsdienstleister bieten hier entsprechende Weiterbildungsangebote an.

*Erstellen von Lernanwendungen:* Der Entwicklungsprozess von digitalen Lernanwendungen zum Anlernen in der Kommissionierung profitiert von stetigen Pilottests. Diese geben wichtige Hinweise, ob die Lernanwendung auch unter den Bedingungen der Arbeitspraxis anwendbar ist und das Lernen ermöglicht. Fällt die Entscheidung zur Erstellung eines digitalen Lernformates auf einen externen Dienstleister, ist ein großer Wert auf die Anpassungsmöglichkeit der Lernanwendung zu legen. Nur durch verständliche Anpassungsmöglichkeiten einer Lernanwendung können Fachinhalte so an die Veränderungen im Unternehmen und die Lernziele angepasst werden, dass sich die Kosten für externe Dienstleister langfristig amortisieren.

### **3.6 Umsetzung des Anlernkonzeptes**

#### *Anlernen unter den Aspekten von Teilnehmerorientierung und Förderung des Lerntransfers*

Der Erfolg der Umsetzungsphase baut maßgeblich auf den im Vorfeld professionell durchgeführten Analyse- und Planungsphasen auf. Daneben sind beim direkten Anlernen eines neuen Mitarbeiters besonders zwei Kriterien relevant:

*1. Flexible Teilnehmerorientierung des Lernprozesses:* Ein bestehendes Anlernkonzept ist kein Garant dafür, dass auch wirklich jeder neue Mitarbeiter zu den gleichen Lernerfolgen und -ergebnissen gelangt. Jeder Lernende bringt individuelle Erfahrungen und Kompetenzen mit. So kann es sein, dass ein neuer Mitarbeiter bereits eine Ausbildung zur Fachkraft für Lagerlogistik hat. Ein Anderer kann keine grundständige Berufsausbildung nachweisen. Ein Dritter ist komplett fachfremd und will sich im Nebenjob etwas dazu verdienen. Gerade im Bereich der Kommissionierung kann die Heterogenität von Vorerfahrungen und Kompetenzen sehr hoch sein. Hier lohnt es sich, vor dem Anlernen den Mitarbeiter bezüglich seines vorhandenen Qualifikationsprofils einzuschätzen. Dies kann beispielsweise schon während des Bewerbungsgespräches stattfinden oder zu Arbeitsantritt durchgeführt werden. Ebenso können Unternehmen ihre Personaldienstleister damit beauftragen, relevante Vorkenntnisse und -erfahrungen eines potentiellen Mitarbeiters zu erheben. Darauf aufbauend ist es möglich, dass neue Mitarbeiter bereits mit ausreichenden Vorkenntnissen im Bereich der Kommissionierung ausgestattet sind. Dann kann beispielsweise eine grundlegende Einführung eingespart werden, um den Zeitaufwand des Anlernens zu minimieren.

In jedem Fall lohnt sich ein Vorgespräch unter Beteiligung des verantwortlichen Lernbegleiters, Trainers oder Coaches. Diese erhalten dadurch wichtige Hinweise, um den Anlernprozess auch an die Bedürfnisse des Lernenden anzupassen. Die Lehrenden sollten sich nicht davor scheuen, bei Bedarf auf alternative Lernformen zurückzugreifen, wenn konzipierte Lernformen nicht zum gewünschten Lernerfolg führen.

*2. Förderung des Lerntransfers:* Anlernprozesse sind nur dann effektiv, wenn auch das Gelernte später in der Praxis angewendet werden kann. Für die Umsetzung des Anlernprozesses ist dabei auf organisatorische und personelle Rahmenbedingungen zu achten, die den Lerntransfer und damit den Erfolg des Anlernprozesses unterstützen:

- Ausreichend Zeit für den Lerntransfer am Arbeitsplatz ermöglichen
- Unterstützungskapazitäten durch Kollegen im Sinne kollegialen Lernens bereitstellen
- Fortschritte beim Lerntransfer frühzeitig – auch schon während der Anlernphase – überprüfen und bei Bedarf Abläufe erneut erklären
- Gelerntes an einfachen Arbeitstätigkeiten erproben lassen und die Arbeitskomplexität schrittweise steigern

Beteiligte Akteure:

- Lehrender (Coach, Lernbegleiter, Trainer)
- Einzulernender Mitarbeiter
- Organisationsteam „Lernkonzept“ zur Gestaltung des Lerntransfers
- Ggf. Personaldienstleister

#### Handlungsfragen zur Orientierung am Lernenden:

- Welche beruflichen Vorerfahrungen bestehen allgemein und speziell im Bereich der Kommissionierung?
- Welche Erfahrungen hat der neue Mitarbeiter in vergangenen Lernprozessen gemacht? Was wurde als hilfreich empfunden? Was war eher lernhemmend?
- Welche Erwartungen hat der neue Mitarbeiter an den Anlernprozess?
- Welche Kompetenzen muss der neue Mitarbeiter vor dem Hintergrund seiner Vorerfahrungen im Anlernprozess noch entwickeln?

#### Handlungsfragen zur Förderung des Lerntransfers:

- Welche Maßnahmen unterstützen den Lerntransfer unserer neuen Mitarbeiter?
- Welche Maßnahmen können wir davon im Betriebsablauf auch wirklich umsetzen?

#### Erkenntnisse aus der Praxis für die Praxis:

Arbeitsaufgaben in der Kommissionierung sind häufig geprägt von Sonderfällen, z. B. durch ein Produktsortiment mit unterschiedlichen Verpackungseinheiten. Nicht jeder Sonderfall ist dabei auch im Anlernprozess praxisnah vermittelbar und wird erst im Arbeitsverlauf erlernt. Als Hilfsmittel für diese nachgelagerten Lernprozesse eignen sich daher prägnant formulierte Handbücher und Sichttafeln als Informations- und Selbstlernmaterialien. Diese können Erklärungen zu Sonderfällen, wie auch Kontaktdaten der zentralen Ansprechpartner im Unternehmen enthalten, falls eine eigenständige Bearbeitung von Sonderfällen nicht möglich ist. Bei der Erarbeitung der Handbücher oder Sichttafeln ist auf die Verwendung „einfacher Sprache“ zu achten. So wird gewährleistet, dass jeder neue Mitarbeiter die beschriebenen Informationen versteht. Des Weiteren erweist es sich als hilfreich, die Handbücher arbeitsplatznah anzubringen, um ein schnelles Nachschlagen von Sonderfällen zu ermöglichen und den Arbeitsablauf nicht länger als nötig zu unterbrechen.

### **3.7 Evaluation**

#### *Auswahl und Anwendung geeigneter Instrumente zur Evaluation des Anlernkonzepts*

Die Evaluation des Anlernkonzeptes bildet die Voraussetzung, um Optimierungen einzuleiten und die Qualität des Anlernens langfristig zu sichern. Für Unternehmen wäre es daher sinnvoll, sich zunächst grundsätzlich dafür zu entscheiden, ihr Anlernkonzept auszuwerten. Bei der Auswahl eines geeigneten Evaluationsinstrumentes können u. a. Fragen zum Evaluationsziel oder Zeitpunkt einbezogen werden (Siehe weiter unten bei Handlungsfragen).

Entscheiden sich Unternehmen, ihr Anlernkonzept zu evaluieren, ist darauf zu achten, dass sich Lernerfolge einzelner Mitarbeiter nicht immer auf Veränderungen wirtschaftlicher Kenn-

zahlen des gesamten Kommissionierbereiches zurückführen lassen. Eine personengebundene Variante ist es, in Abständen den Lernerfolg des neuen Mitarbeiters z. B. anhand seiner Kommissionierleistung zu bewerten und ggf. weitere Qualifizierungsmaßnahmen anzusetzen.

Ist das Anlernen neuer Mitarbeiter ein nicht alltäglicher Arbeitsprozess im Unternehmen oder sollen nicht eine Vielzahl an neuen Mitarbeiter in kurzer Zeit angelernt werden, können retrospektive Befragungen der Teilnehmer eine einfache, aber gute Möglichkeit sein, das Anlernkonzept zu evaluieren. Ist abzusehen, dass über einen großen Zeitraum hinweg viele Mitarbeiter angelernt werden sollen, kann die Einführung eines Bildungscontrolling-Konzeptes eine hilfreiche und strukturierte Form sein, um Anlernkonzepte auszuwerten.

Ein weitverbreitetes Konzept zu Gestaltungsmöglichkeiten von Evaluationen ist das 4-Ebenen Modell des Bildungscontrollings nach Kirkpatrick (2006), das die Bereiche Reaktion, Lernen, Verhalten und Resultate umfasst. Im Folgenden werden die vier Ebenen nach Kirkpatrick skizziert und mögliche Evaluationsinstrumente für Anlernprozesse aufgezeigt, die Unternehmen einsetzen können (Siehe Abbildung 27).

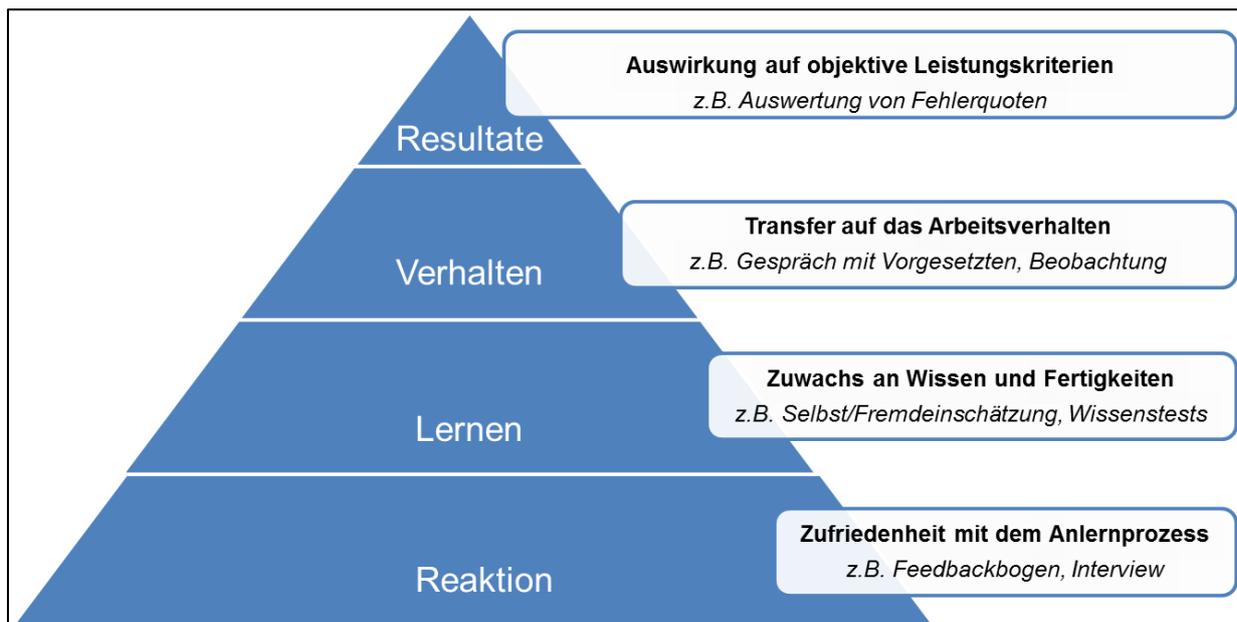


Abbildung 27: Evaluationsebenen (in Anlehnung an Kirkpatrick 2006, S. 21)

Beteiligte Akteure:

- Organisationsteam „Lernkonzept“
- Geschäftsführung
- Ggf. Personalentwicklungsabteilung
- Ggf. Trainer

Handlungsfragen:

- Welche Ziele soll die Evaluation verfolgen?
- Wer und was wird evaluiert? (Lernphase: Lernkonzept, Trainer: Zufriedenheit der Teilnehmer oder Arbeitsphase: Kommissionierleistung, Praxiserfolg, Motivation der Mitarbeiter etc.)
- Wer nutzt die Ergebnisse der Evaluation? (Trainer, Personalentwickler, Führungskräfte etc.)
- Wer führt die Evaluation durch? (Mitarbeiter, Trainer, externe Personen etc.)
- Wie und wann wird evaluiert? (Eingesetzte Instrumente, Zeiträume, Anzahl an Evaluationen etc.)
- Welche Kennzahlen stehen zur Bewertung zur Verfügung?

### 3.8 Optimierung des Onboardingprozesses

*Anlernkonzepte in der manuellen Kommissionierung als Instrument und im Kontext eines gelungenen Onboarding*

Für eine erfolgreiche Integration eines neuen Mitarbeiters in ein Unternehmen ist es sinnvoll, das Anlernkonzept in ein sogenanntes „Onboardingkonzept“ – auch Inplacement oder Mitarbeiter-einführung genannt – einzubetten. Anlernkonzepte können damit einen wesentlichen Beitrag zu einer erfolgreichen Integration des Mitarbeiters in das Unternehmen leisten. Ganzheitlichen Onboardingkonzepten gelingt es:

- **fachlich zu integrieren**, in dem der Mitarbeiter Informationen über das Unternehmen erhält und vor allem seine konkreten Arbeitsaufgaben kennenlernt und darin eingearbeitet wird. Die fachliche Integration beinhaltet auch, wichtige Ansprechpartner und Vorgesetzte des eigenen Arbeitsbereiches kennenzulernen.
- **sozial zu integrieren**, in dem er sich mit dem Umfeld seines Arbeitsbereiches, wie z. B. Pausen- und Essenszeiten/räume oder sanitären Einrichtungen vertraut macht sowie Kollegen und Mitarbeiter, aber auch externe Dienstleister und Kunden kennenlernt.

- **werteorientiert zu integrieren**, in dem der Mitarbeiter lernt, sich mit den Unternehmensgrundsätzen, -zielen und -werten zu identifizieren. Die werteorientierte Integration ist dabei ein langfristiger Entwicklungsprozess.

In diese Aufgaben können nicht nur der neue Mitarbeiter und seine Kollegen, sondern auch Führungskräfte und das Unternehmen, insbesondere die Personalabteilung, eingebunden werden. Des Weiteren können ebenso Personaldienstleister erste Onboardingmaßnahmen für neue Mitarbeiter umsetzen, indem beispielsweise Informationen über das Unternehmen und den Arbeitsbereich überreicht werden.

Bei der Planung von Anlernkonzepten kann daher mitbedacht werden, ob und wie das fachliche Anlernen in einen Onboarding-Prozess integriert wird. Ein „Nebeneffekt“ gelungenen Onboardings zeigt sich auch in der Steigerung der Arbeitgeberattraktivität vor dem Hintergrund des Fachkräftemangels im Bereich der Intralogistik (Moser et al. 2018).

#### Beteiligte Akteure:

- Geschäftsführung
- Organisationsteam „Lernkonzept“
- Personalentwicklungsabteilung
- Ggf. Personaldienstleister

#### Handlungsfragen:

- Wie werden neue Mitarbeiter in unserem Unternehmen integriert?
- Wie können wir die Integration eines neuen Mitarbeiters ausbauen und professionalisieren?
- Wie sollte das Anlernen neuer Mitarbeiter in ein Onboardingkonzept eingebettet werden?

#### Erkenntnisse aus der Praxis für die Praxis:

Im Projekt LernLager wurden verschiedene LernPakete – darunter auch solche, die digitale Lernmedien nutzen – erstellt, die eine weitgehend selbstgesteuerte Auseinandersetzung mit Lerninhalten ermöglichen und den Lernenden auf sein Arbeitsfeld vorbereiten können. Als Teil eines erfolgreichen Onboarding-Konzeptes können daher auch Teilbereiche oder Module der LernPakete eingesetzt werden. Mit der Durchführung eines E-Learnings zur Kommissionierarbeit kann der Mitarbeiter auch schon vor dem eigentlichen Anlernprozess seine Arbeitsaufgabe und dessen Grundprozesse kennenlernen. Als zukünftiges Handlungsfeld ist auch der Einsatz einer Virtual Reality-Anwendung vor Beginn des ersten Arbeitstages im Unternehmen denkbar. Potenzielle Mitarbeiter erhalten somit realitätsnah eine Vorstellung über den Arbeitsablauf und entwickeln erste Kommissionierfähigkeiten. Besonders relevant

ist diese Vorgehensweise auch unter der Tatsache, dass potentielle Mitarbeiter nicht zwingend erst während der ersten Arbeitstage im Unternehmen einschätzen können, ob sie in diesem Bereich arbeiten können und wollen. Dabei ist die Beteiligung von Personaldienstleistern denkbar. Diese können potentiellen Mitarbeitern den Arbeitsbereich Kommissionierung praxisnah erläutern, einen ersten Eindruck vermitteln und so die Entscheidungsfindung von potentiellen Mitarbeitern erleichtern. Die Kosten von Einarbeitungs- und Onboardingprozessen könnten so maßgeblich reduziert werden, wenn potenzielle Mitarbeiter ohne Interesse an der Kommissionierarbeit schon frühzeitig herausgefiltert werden.

#### **4. Einsatz von wissenschaftlich-technischem Personal, Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit**

Das Projekt wurde durch die Forschungsstelle IFT der Universität Stuttgart und die Forschungsstelle IAF der Hochschule Pforzheim über 24 Monate bearbeitet. Von Seiten des IFTs wurde das Projekt in erster Linie von einem akademischen Mitarbeiter und einer studentischen Hilfskraft bearbeitet. Herr Stinson hat das Projekt als akademischer Mitarbeiter von März bis November 2017 begleitet. In der Übergangsphase der Projektleitung von Herrn Matthew Stinson zu Herrn Daniel Mezger wurde das Projekt von IFT-Seiten über die Monate Mai bis November 2017 von zwei akademischen Mitarbeitern bearbeitet und im Anschluss von Herrn Daniel Mezger bis Februar 2019 weitergeführt.

Von der Forschungsstelle IAF wurde das Projekt durch einen akademischen Mitarbeiter sowie zwei studentischen Hilfskräften durchgeführt. Der akademische Mitarbeiter Herr Thomas Jehnichen hat das Projekt von Juli 2017 bis zum Projektende im Februar 2019 begleitet. Eine studentische Hilfskraft bearbeitete das Projekt über die Monate Mai bis September 2018. Die zweite studentische Hilfskraft arbeitete im Projekt von August bis September 2018. Zusätzlich wurde das Projekt seitens der Forschungsstelle IAF durch Prof. Dr.-Ing. Klaus Möller (Distributionslogistik und Verkehrsmanagement) geleitet und durch Prof. Dr. Fritz Gairing (Personalmanagement mit dem Schwerpunkt Personal- und Organisationsentwicklung) beratend über die komplette Projektlaufzeit unterstützt. Die akademischen Mitarbeiter und studentischen Hilfskräfte beider Forschungsstellen beschäftigten sich zu 100 % ihrer Arbeitszeit mit dem Forschungsprojekt.

Angesichts der umfangreichen Recherchen, Versuchsdurchführungen sowie projektbezogenen Veröffentlichungen und Präsentationen, die die Forschungserkenntnisse übersichtlich darstellen, werden die entsprechenden Tätigkeiten in den Arbeitspaketen eins bis sieben als notwendig und angemessen betrachtet. Die Empfehlungen für die Anlernprozesse in der manuellen Kommissionierung sind in einem Praxisleitfaden zusammengefasst.

## **5. Innovativer Beitrag und wirtschaftlicher Nutzen**

### **5.1 Innovativer Beitrag der erzielten Forschungsergebnisse und Ausblick**

Die Untersuchungen im Projekt LernLager basieren auf zwei empirischen Formaten. Zum einen wurden empirische Erhebungen zu drei unterschiedlichen LernPaketen im LernLager gemacht. Zum anderen wurden die Ergebnisse dieser experimentellen Erhebungen im Dialog mit Lager-Führungskräften und Kommissionierern – i. S. aktionsforscherischer Reflexion – kritisch überprüft und durch die Bewertungen und Einschätzungen der „Praktiker“ ergänzt. Die Ergebnisse aus den Untersuchungen im LernLager wie auch der Diskussionen mit den Praxis-Vertretern wurden ausgewertet und interpretiert und die sich daraus ergebenden Erkenntnisse in einem Leitfaden zur Verwendung in der Praxis zusammengefasst.

Die Ergebnisse der empirischen Studien im LernLager belegen, dass systematisch ausgestaltete Lernkonzepte – ob in klassischem Interaktionsformat oder in digitaler Gestalt – sowohl effektiv – i. S. des Zieles „qualifizierte und funktional einsetzbare Mitarbeiter zu erhalten“ – als auch effizient – i. S. der Wirtschaftlichkeit des genutzten Instrumentariums hinsichtlich des zu erreichenden Ergebnisses – sind. Die Wirksamkeit systematischer Lernprozesse im praktischen Arbeitsvollzug sind hinlänglich belegt (Dehnbostel 2018). Demgegenüber bestätigen die Praxisexperten, dass die Umsetzung dieser Erkenntnis in der Praxis – vor allem in KMUs – noch lange nicht konsequent geschehen ist. Vielmehr scheint eine standardisierte und systematische Vorgehensweise des Anlernens in der Kommissionierung, die sowohl ein didaktisch solides Konzept als auch entsprechend qualifizierte Trainer einsetzt, in der Praxis i. d. R. nicht vorhanden zu sein. Zumeist wird bislang mit sehr von den handelnden Personen abhängigen Formen von Einweisung gearbeitet.

Gleichwohl sind die Praktiker – sowohl Lager-Führungskräfte wie auch Mitarbeiter – überzeugt, dass ein „An-Lernen“ in einer systematischen Struktur und Vorgehensweise in wiederkehrenden Ablaufschleifen und auch in unterschiedlichen Anwendungstechnologien unabhängig von den handelnden Personen in der Lage ist, stets und im besten Fall gleich solide Lernergebnisse zu produzieren. Dabei sind insbesondere die beiden „digitalen“ LernPakete „E-Learning“ und „Lernen mit der Virtual-Reality-Brille“ von Bedeutung. Es hat sich gezeigt, dass diese digitalen Formate zum einen von den Probanden im LernLager gerne und mit guten Ergebnissen genutzt wurden und auch von den Praktikern als ein für die Zukunft bedeutsames Lernformat bewertet wurden. Insbesondere die Möglichkeit des selbständigen Lernens, die Gestaltung und Bestimmung des Lerntempos durch eigenständiges Rekapitulieren und Wiederholen sind dabei hilfreich. Zudem kann es auch bei einer großen Bandbreite nationaler Herkünfte der Bewerber insbesondere bei einer zumeist multi-nationalen Belegschaftsstruktur in der Intra-Logistik von großem Vorteil sein, die digitalen Lernformate mit

überschaubarem Aufwand in verschiedene Sprachen zu übersetzen und so den Bewerbern die Möglichkeit zu geben, die wesentlichen Handlungsformen der Kommissionierung in ihrer Muttersprache zu erlernen.

Eine wesentliche Erkenntnis aus den Praktiker-Workshops ist, dass es „auf Sicht“ notwendig ist, für das Anlernen von Mitarbeitern eine professionelle und angemessen ausgefeilte Lern-Konzeption zu nutzen, die zudem konfektioniert und damit problemlos skalierbar ist. Neben dem Einsatz eines elaborierten und didaktisch-methodisch angemessenen Lernkonzeptes ist vor allem auch die personalpolitische Beachtung des Lernens von gewerblichen Mitarbeitern wichtig. Die Entwicklung und Qualifizierung von Geringqualifizierten – und das sind viele der zumeist angelernten Mitarbeiter in der Kommissionierung – wird teilweise immer noch stiefmütterlich behandelt (BIBB 2016). Deshalb wäre es wichtig, dass Qualifizierungsprogramme für Geringqualifizierte insbesondere im gewerblichen Bereich – vor allem auch vor dem Hintergrund des grassierenden Fachkräftemangels – eine besondere Beachtung erhalten und damit auch die Wertschätzung dieser Mitarbeitergruppe gesteigert würde.

Ausgearbeitete und standardisierte Lernkonzepte haben zudem den großen Vorteil, dass sie jederzeit reproduzierbar sind, das heißt zu unterschiedlichen Zeiten an unterschiedlichen Orten von unterschiedlichen Akteuren in weitestgehend einheitlichem Format durchgeführt werden können. Das bedeutet auch, dass dadurch einem einheitlichen Qualitätsstandard Rechnung getragen werden kann.

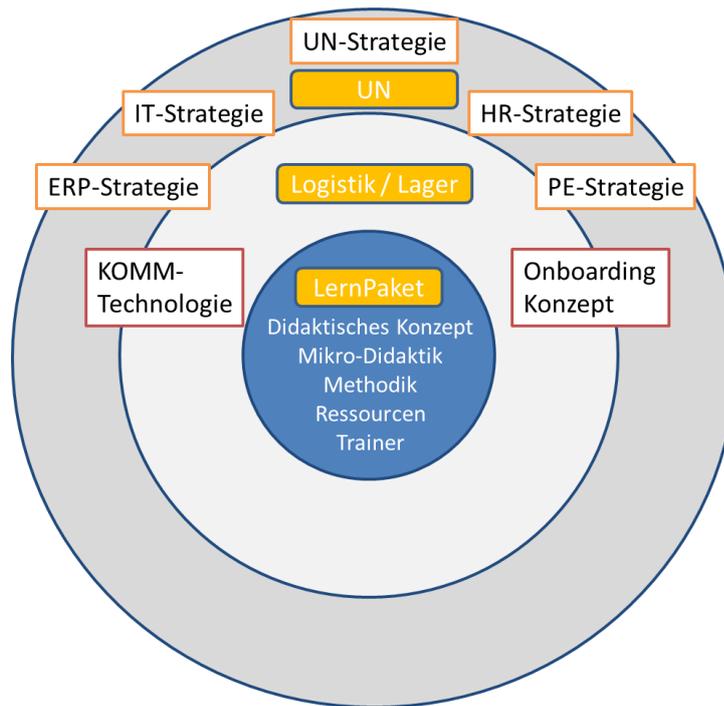
Eine besondere Chance bieten die beiden digitalen Lernformate E-Learning und Virtual Reality, die in einer ausgefeilten zukünftigen Version ggf. auch ohne Trainer und Instrukturen durchgeführt werden können, insoweit selbsterklärende Manuale zur Bedienung des Lern-Paketes vorliegen. Diese trainerunabhängigen Gestaltungsformate würden dann den Lernenden die Möglichkeit geben, auch unabhängig vom Praxisfeld zu lernen und das Lernprogramm teilweise oder auch komplett außerhalb des Praxisfeldes (Betrieb, Lager) zu nutzen. Dies böte mehrere innovative Möglichkeiten: Zum einen könnten die LernPakete zur realitätsnahen Arbeitsplatzinformation für Interessenten genutzt werden. Zum anderen oder auch in einem weiteren Schritt wäre dazu die Prä-Selektion von Bewerbern möglich. Dabei könnte einerseits das Unternehmen anhand von Lernerfolgskontrollen einen notwendig zu erreichenden Anforderungslevel als Auswahlfilter für potenzielle Bewerber setzen. Andererseits könnte auch die subjektive Einschätzung des Bewerbers der Passung der Aufgabe zu seinen eigenen Erwartungen (Person-Job-Fit) als pragmatische Form einer ernsthaften Motivationsprüfung dienen. Dadurch würde ein Bewerber eine relevante Hürde für eine mögliche Mitarbeit im Unternehmen kritisch reflektieren und eine solidere Entscheidung für oder auch gegen die Übernahme der Arbeitsaufgaben treffen. Dies wäre vor allem auch deshalb eine sinnvolle Form der Prä-Selektion, weil damit die aktuell hohe Absprung-Quote von möglichen

Bewerbern zu einem späteren Zeitpunkt – nach deutlich höherer Investition in den Auswahl- / Anlernprozess – vermindert werden könnte. Zudem bietet die Trennung des An-Lernens vom Praxisfeld auch die Möglichkeit, wesentliche Elemente des Lernprozesses (Sachwissen und Hintergrundinformationen, Rahmenbedingungen des Arbeitsfeldes, psycho-motorische Anforderungen, etc.) entweder vorgeschaltet zum Lerneinsatz im Praxisfeld oder aber auch simultan mit dem praxisfeldbezogenen Lernen zu verknüpfen.

Darüber hinaus bieten die beiden digitalen Lernformate natürlich die besten Voraussetzungen für digitales Lernen im Kontext der Digitalisierung (Scheer 2017). Digitale Lernformate, die über eine digitale Lernplattform angeboten werden, fördern einerseits selbstgesteuerte Lernprozesse, was im Bereich des betrieblichen Lernens einen fundamentalen Richtungswechsel hin zu Selbstorganisation und Selbstbestimmung bedeutet. Andererseits wird damit auch in besonderem Maße der Umgang mit digitalen Arbeitsstrukturen forciert. Sowohl selbstverantwortliches Handeln als auch digitale Kompetenz sind Kernkompetenzen, die aktuell im Zusammenhang mit der digitalen Transformation und der sogenannten digitalen Bildungsoffensive eine zentrale Bedeutung haben.

Ein solides, mit Energie und Verve betriebenes sowie von der Geschäftsleitung politisch gewolltes und unterstütztes Anlernprogramm im Kontext einer strategisch ausgerichteten Personalentwicklung ist außerdem ein wichtiger Beitrag zur Arbeitgeberattraktivität (Prieß 2016), es könnte – wichtig insbesondere in Zeiten eines grassierenden Fachkräftemangels – zu einem zentralen Baustein für Mitarbeiterbindung beitragen (Andrzejewski und Refisch 2015) und damit die Fluktuationsquote deutlich senken.

Ganz wesentlich kann ein systematisches, elaboriertes und standardisiertes An- / Lernkonzept dazu beitragen, dass Mitarbeiter nicht nur fachlich schnell ihr Aufgabengebiet beherrschen, sondern sich auch sozial in ein Team oder eine Abteilung einfügen und sich als Mitarbeiter mit dem Unternehmen identifizieren (Schmidt 2018). Vor diesem Hintergrund muss ein Konzept für das Anlernen neuer Mitarbeiter immer im Kontext der Unternehmensstrategie, der HR-Strategie und eines dazu passenden und konsequenten Onboarding-Konzeptes betrachtet und durchgeführt werden. Zudem müssen natürlich auch die IT- und ERP-Strategie und die entsprechende Kommissioniertechnologie beachtet werden (Siehe Abbildung 28).



**Abbildung 28: Anlernen von Mitarbeitern in der Kommissionierung im Kontext**

Wenn diese Determinanten zu einem stabilen Onboardingprozess mit einem soliden Anlernformat führen, dann kann die Einarbeitung eines Mitarbeiters sowohl in fachlicher wie auch in psycho-sozialer Dimension gelingen.

Die Digitale Transformation wird zukünftig eine konsequente Umsetzung digitaler Bildungsformate und dadurch auch die Nutzung digitaler Lernplattformen / Lernmanagementsysteme in den Unternehmen erfordern. Dies bedeutet zum einen eine konsequente und professionelle an der Unternehmensstrategie ausgerichtete Personalentwicklungs-Konzeption auf der Basis eines systematischen Talent- und Kompetenzmanagements. Zum anderen werden vor allem digitale Lernformate zukünftig noch deutlich an Bedeutung gewinnen. Diese Formate sind einerseits selbst konsequent digital gestaltete und mit digitalen Medien zu nutzende Lernformate. Zum anderen ist deren Nutzung durch die Inanspruchnahme eines Lernmanagementsystems ein zentraler Teil einer digitalen Bildungsoffensive.

Ein systematisches An- / Lernkonzept, das inhaltlich, methodisch und technisch auf der Höhe der Zeit ist und vom Management mit Energie getragen, geplant und durchgeführt wird, bewirkt eine professionelle und effektive Einarbeitung und trägt in besonderem Maß zu einer Identifikation des Mitarbeiters mit dem Unternehmen bei.

## 5.2 Wirtschaftlicher Nutzen der erzielten Forschungsergebnisse

Trotz der voranschreitenden Automatisierung in der Produktions- und Distributionslogistik ist der Verzicht auf den Menschen als Leistungsträger in der Intralogistik nicht absehbar. Vor allem die Kommissionierung ist noch immer wesentlich von manuellen Tätigkeiten geprägt. Dies ist vor allem mit geringen Investitionskosten und hoher Flexibilität zu erklären. Die Logistik muss – wie auch viele andere Unternehmensfunktionen und Branchen – aufgrund von Globalisierung, Digitalisierung und demografischem Wandel auf dynamische und teilweise turbulente Veränderungen rasche und effektive Antworten finden.

Als ein wesentliches Erfolgsmerkmal werden in diesem Zusammenhang auch die Qualifikation und Motivation der Mitarbeiter gesehen, die zentrale Voraussetzungen für Produktivität, Flexibilität und Innovationsfähigkeit sind. Damit einhergehend nimmt die Bedeutung erfolgreicher Lernprozesse in den Unternehmen – auch in der manuellen Kommissionierung – eine immer bedeutendere Rolle ein. Beispielhafte Praxisszenarien dafür sind:

- das Erlernen des Kommissionierprozesses durch neue oder insbesondere temporäre Arbeitskräfte
- die Übernahme neuer Tätigkeiten; ggf. nach einer mittel- oder langfristigen Beschäftigung außerhalb der manuellen Kommissionierung
- das Erlernen veränderter Prozessabläufe, z. B. durch die Einführung einer neuen Kommissioniertechnologie

Das Forschungsprojekt LernLager bietet hierzu neue Lösungen für die Einarbeitung in die Kommissionierung. Das Forschungsprojekt setzte sich dabei intensiv mit digitalen Lernformen auseinander und entwickelte neuartige Lernformate, z. B. unter Einsatz von Virtual Reality oder praxisnahen E-Learnings. Gerade für Unternehmen mit geringen Ressourcen im Bereich Personalentwicklung konnten damit fundierte Erkenntnisse für die Digitalisierung im Unternehmen aufgezeigt werden, die zur Entscheidung führen können, unternehmenseigene Projekte im Bereich Digitalisierung und Personalentwicklung anzugehen. Daneben wurde ebenso die häufig im Betrieb verwendete praktische Unterweisung didaktisch analysiert und für den Bereich der Logistik in Form des LernPaketes CAPT optimiert. Gerade dieses LernPaket kann eine schnelle und praktikable Form sein, um das Anlernen in der manuellen Kommissionierung zu verbessern.

Alle drei entwickelten LernPakete geben Unternehmen nun die Möglichkeit, ihre Einarbeitungsprozesse zu überprüfen und auf ein oder mehrere passende LernPakete umzustellen. Als wichtige Entscheidungshilfe dienen Kennzahlen zu Anlern- und Kommissionierzeiten sowie zu Pickpositionsfehlerquoten, die in umfangreichen Probandenversuchen ausgewertet wurden. Doch nicht nur die Entscheidung für ein neues LernPaket kann nun fundierter getro-

fen werden. Da die LernPakete anhand der vier meist genutzten Kommissioniertechnologien entwickelt und erprobt wurden, können Unternehmen auch bei der Umstellung ihrer Kommissioniertechnologie eine passende Entscheidung für den Einarbeitungsprozess treffen. Alle untersuchten LernPakete besitzen zudem einen hohen Bezug zur Praxistauglichkeit, was in Reflexions-Workshops mit Praxispartnern überprüft wurde.

Die quantitativen Erkenntnisse aus den Probandenversuchen sowie die qualitativen Erkenntnisse aus den Reflexions-Workshops, wie auch aus den gemachten Erfahrungen während des gesamten Forschungs- und Entwicklungsprozesses wurden abschließend für Unternehmen in einem Praxisleitfaden gebündelt. Der Praxisleitfaden bietet Unternehmen damit ein stringentes Handlungsinstrument, um einen effektiven Einarbeitungsprozess professionell und praktikabel umzusetzen und die Planung, Entwicklung und Umsetzung von Lernkonzepten in der Kommissionierung erfolgreich zu gestalten. Gleichzeitig gibt er wichtige Hinweise für kleine und mittelgroße Unternehmen sowie zentrale Anhaltspunkte aus der betrieblichen Praxis der Intralogistik und ermöglicht dadurch den Erfahrungstransfer für das Thema Anlernen in der manuellen Kommissionierung.

Gerade für KMU werden somit wesentliche Handlungsempfehlungen aufgezeigt, um derartige Personalentwicklungsprozesse mit eigenen Ressourcen effizient auf- und umzusetzen. Durch gut qualifiziertes Personal – insbesondere im Logistikbereich – können KMU auch weiterhin situativ auf dynamische Umweltherausforderungen reagieren. Dazu ist es notwendig, die Kompetenzen der Mitarbeiter passgenau zu entwickeln und dafür professionelle Lernkonzepte bereitzustellen. Solide qualifizierte Mitarbeiter, die kompetent, motiviert und loyal ihre Aufgaben bearbeiten, sind die notwendige Voraussetzung für wirtschaftlichen Erfolg und Wettbewerbsfähigkeit – insbesondere für KMUs, die den Wirtschaftsstandort Deutschland überwiegend repräsentieren.

## 6. Veröffentlichungen und Transfermaßnahmen

<b>Transfermaßnahmen während Projektlaufzeit</b>	<b>Ziel</b>	<b>Turnus</b>	<b>Stand 28.02.2019</b>
Sitzungen eines projektbegleitenden Ausschusses	Kickoff, Diskussion Zwischenergebnisse sowie Abstimmung des Vorgehens, Final (Projektstart, ein Zwischentreffen, Projektende)	3x während Projektlaufzeit*	Kickoff durchgeführt Zwischentreffen durchgeführt Projektabschlusstreffen durchgeführt (Siehe unten)
Veröffentlichung in einer praxisnahen Fachzeitschrift (z. B. Hebezeuge, Fördermittel)	Publikation der entwickelten Methodenelemente, dabei Fokus auf Bezug zur betrieblichen Praxis	Q3/2017	1. Mezger, D. / Stinson, M. / Wehking, K.-H.: "Der Mensch in der Kommissionierung: unverzichtbar", Beitrag im Rahmen des IHK Magazins Wirtschaft 08-09/2017.
Veröffentlichung in einer wissenschaftlichen Zeitschrift (z. B. Logistics Research)	Publikation der entwickelten Methodenelemente, dabei Fokus auf der wissenschaftlichen Herangehensweise	ab Q1/2019*	Wurde mit den Projektergebnissen integriert in einer abschließenden Veröffentlichung wissenschaftlich publiziert nach Abschluss des Forschungsprojektes
Vorstellung der Ergebnisse in Verbänden und Vereinen (Intralogistik Netzwerk in Baden-Württemberg, BVL RG)	Publikation der ersten Projektergebnisse	1x in 2017*	1. Stinson, M.: "Experimentelle Untersuchung von Lernprozessen in der Kommissionierung", Vortrag im Rahmen der BVL-Regionalgruppentreffen, Stuttgart, 03.05.2017.
Vorstellung der Ergebnisse am IFT-Tag der LogiMat und im Kolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik und/oder beim Deutschen Materialkongress	Publikation der ersten Projektergebnisse	Jeweils 1x ab 2017	Vorträge im Rahmen der Internationalen Fachmesse für Distribution, Material und Informationsfluss (LogiMAT), Stuttgart.  - 15.03.2017: 15. LogiMat - 14.03.2018: 16. LogiMat - 20.02.2019: 17. LogiMat
Vergabe von Studien-, Bachelor- und Masterarbeiten zu einzelnen Schwerpunkten des Forschungsprojektes	Einbindung der Studenten in die Thematik, Bearbeitung zusätzlicher Fragestellungen	3x während Projektlaufzeit	1. Han Yolcoglu, O. (2017): E-Learning als Einarbeitungsmethode in Kommissionierungsprozess am Beispiel LernLager. Masterthesis.  2. Fritschler, S. (2017): Betriebliche Weiterbildung von Geringqualifizierten. Konzeptskizze zur wirksamen Qualifizierung von Menschen ohne abgeschlossene Berufsausbildung. Bachelorthesis.  3. Neis, B. / Kleiner, D. / Lutz, D. / Kirwel, J. / Leibbrand, J. / Makamte, V. (2017): Optimierung der Kommissionierprozesse. Projektarbeit mit Fa. K&M.
Online-Veröffentlichung des praxisnahen Leitfadens	Unterstützung der Umsetzung von Lernpaketen außerhalb des Projektkonsortiums	Zum Projektabschluss	Der Leitfaden wurde zusammen mit dem Abschlussbericht veröffentlicht.

<b>Transfermaßnahmen nach Projektlaufzeit</b>	<b>Ziel</b>	<b>Turnus</b>	<b>Stand 28.02.2019</b>
Veranschaulichung der Projektergebnisse gegenüber Studenten mittels des Modelllagers von Lehrveranstaltungen beider Forschungsstellen	Inhaltliche Bereicherung der Lehrveranstaltungen Grundlagen der Logistik und/oder Distributionszentrum (IFT) und / oder Logistikfunktionen und-systeme (IAF)	ab Q1/2018*	Einbindung des Forschungsprojektes in Lehrveranstaltungen IAF / IFT ab Wintersemester 2017 erprobt. Weiterführung auch im Sommersemester 2018 und über den Projektzeitraum hinaus geplant.
Publikation der Projektergebnisse in einer wissenschaftlichen Zeitschrift (z. B. Logistics Research)	Publikation der Projektergebnisse, dabei Fokus auf wissenschaftlicher Herangehensweise	ab Q1/2019*	Eine abschließende und wissenschaftlich publizierte Veröffentlichung findet nach Abschluss des Forschungsprojektes statt.
Publikation in einer praxisnahen Fachzeitschrift (z. B. Logistik Heute)	Publikation der für die Praxis interessantesten Projektaspekte	ab Q1/2019*	Eine abschließende Publikation von praxisrelevanten Ergebnissen findet nach Abschluss des Forschungsprojektes statt.
Nutzung des Modelllagers zur Gestaltung eines Berufskurses "Kommissionieren"	Transfer von Projekterkenntnissen zu neuen Mitarbeitern in der Kommissionierung	ab Q1/2019*	Die Nutzung des Modelllagers für berufliche Qualifizierungsmaßnahmen wird ab Q1/2019 projektiert.
Bereitstellung der Rohdaten aus experimentellen Untersuchungen auf Internet-Plattform	Transfer von Projektinhalten an andere Forschungsstellen zur weiteren wissenschaftlichen Untersuchung der Thematik	ab Q2/2019*	Die Rohdaten aus den experimentellen Untersuchungen werden nach Abschluss des Forschungsprojektes auf einer geeigneten Plattform bereitgestellt.
Promotion und Veröffentlichung der Dissertation des Projektbearbeiters (IFT)	Wissenschaftliche Qualifizierung und Veröffentlichung zusätzlicher projektbezogener Erkenntnisse	ab Q3/2018	Stinson (2018): Bewertung und Optimierung von Lernprozessen in der Person-zur-Ware-Kommissionierung unter Berücksichtigung von Lernkurven. Dissertation, Stuttgart.

\* Zeitturnus wurde entsprechend der zeitlichen Änderung des Projektstarts angepasst.

## 7. Durchführende Forschungsstellen

<b>Forschungsstelle</b>	Institut für Fördertechnik und Logistik (IFT), Universität Stuttgart	Institut für Angewandte Forschung (IAF), Hochschule Pforzheim
<b>Adresse</b>	Holzgartenstr. 15 B 70174 Stuttgart	Tiefenbronner Str. 65 75175 Pforzheim
<b>Telefon</b> <b>Fax</b>	0711 / 685 - 83770 0711 / 685 - 83769	07231 / 28 - 5 07231 / 28 – 6666
<b>Leiter der Forschungsstelle</b>	Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinz Wehking	Prof. Dr. Thomas Greiner
<b>Telefon</b> <b>Fax</b> <b>E-Mail</b>	0711 / 685 - 83770 0711 / 685 - 83769 karl-heinz.wehking@uni-stuttgart.de	07231 / 28 - 6689 07231 / 28 - 6130 iaf@hs-pforzheim.de
<b>Projektleiter</b>	Bis Ende Nov. 2017: Matthew Stinson  Seit Dez. 2017: Daniel Mezger	Prof. Dr. Klaus Möller
<b>Telefon</b> <b>E-Mail</b>	0711 / 688 – 84196 daniel.mezger@uni-stuttgart.de	07231 / 28 – 6054 klaus.moeller@hs-pforzheim.de

## 8. Literaturverzeichnis

- Adler, P. / Clark, K. (1991): Behind the Learning Curve: A Sketch of the Learning Process. In: Management Science 37 (3), S. 267 – 281.
- Anderson, J. (2000): Learning and memory. An integrated approach. 2nd ed. New York: Wiley.
- Andrzejewski, L. / Refisch, H. (2015): Trennungs-Kultur und Mitarbeiterbindung. München: Luchterhand.
- Anzanello, M. / Fogliatto, F. (2011): Learning curve models and applications: Literature review and research directions. In: International Journal of Industrial Ergonomics 41, S. 573 – 583.
- Badiru, A. (1992): Computational Survey of Univariate and Multivariate Learning Curve Models. In: IEEE Transactions on Engineering Management 39 (2), S. 176 – 188.
- Bailey, C. (1989): Forgetting and the Learning Curve: A Laboratory Study. In: Management Science 35 (3), S. 340 – 352.
- Bastian, A. J. (2008): Understanding sensorimotor adaption and learning for rehabilitation. In: Current Opinion in Neurology 21 (6), S. 628 – 633.
- Baumert, Andreas (2018): Einfache Sprache. Verständliche Texte schreiben. Münster: Spaß am Lesen Verlag.
- Berger, D. / Augustin, S. / Koether, R. (2011): Taschenbuch der Logistik. 4. aktualisierte und erweiterte Auflage. Leipzig: Carl-Hanser-Verlag.
- BIBB - Bundesinstitut für Berufsbildung, 2016, Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2016. Informationen und Analysen zur Entwicklung der beruflichen Bildung.
- Bosch, T. (2006): Blended-Learning zur Verbesserung der Gesprächsführung im Verkauf. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
- Burdea, G. / Coiffet, P. (2003): Virtual Reality Technology. 2. Ausgabe. Chichester: John Wiley and Sons Ltd.
- Büttner G. / Warwas, J. / Amini, K. (2012): Kooperatives Lernen und Peer Tutoring im inklusiven Unterricht; In: Zeitschrift für Inklusion (2012/1-2).

Collins, A. / Brown, J. S. / Newman, S. E. (1987): Cognitive apprenticeship: Teaching the craft of reading, writing and mathematics (Technical Report No. 403). BBN Laboratories, Cambridge, MA. Centre for the Study of Reading, University of Illinois.

Dehnbostel, P. (2018): Lernen im Prozess der Arbeit als Kompetenzentwicklung. In: Rauner, F. / Grollmann, P. (Hrsg.): Handbuch Berufsbildungsforschung. 3. Auflage, Bielefeld: wbv Media, S. 392 – 399.

Delaney, P. / Reder, L. / Staszewski, J. / Ritter, F. (1998): The Strategy-Specific Nature of Improvement: The Power Law Applies by Strategy Within Task. In: Psychological Science 9 (1), S. 1 – 7.

Dörner, R. / Broll, W. / Grimm, P. / Jung, B. (2013): Virtual und Augmented Reality (VR/AR). Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität. Berlin / Heidelberg: Springer Verlag.

Duane, J. T. (1964): Learning Curve Approach to Reliability Monitoring. In: IEEE Trans. Aerosp. 2 (2), S. 563 – 566.

Erpenbeck, J. / Heyse, V. (2009): Kompetenztraining: Informations- und Trainingsprogramme. 2. Überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.

Fioretti, G. (2011): From Men and Machines to the Organizational Learning Curve. In: Mohamad Y. Jaber (Hrsg.): Learning curves. Theory, models and applications. Boca Raton: CRC Press (Industrial innovation series, 21), S. 57 – 70.

Gairing, F. (2008): Organisationsentwicklung als Lernprozess von Menschen und Systemen. 4., neu ausgest. Aufl. Weinheim: Beltz (System und Organisation, 6).

Gairing, F. / Bergmann, G. / Burkart, B. (2011): Mentoring - Ein Konzept für die Begleitung handlungsorientierten Lernens. In: Neues Handbuch Hochschullehre 48, S. Ergänzungslieferung, F 2.12.

Gairing, F. (2017): Organisationsentwicklung. Geschichte – Konzepte – Praxis. Stuttgart: Kohlhammer.

Guehntner, W. A. / Mandl, H. / Klevers, M. / Sailer, M. (2015): GameLog – Gamification in der Intralogistik. Online verfügbar unter:  
[http://www.fml.mw.tum.de/fml/images/Publikationen/Forschungsbericht\\_GameLog\\_AIF.pdf](http://www.fml.mw.tum.de/fml/images/Publikationen/Forschungsbericht_GameLog_AIF.pdf),  
zuletzt geprüft am 17.01.2019.

Grosse, E. / Glock, C. (2013): An experimental investigation of learning effects in order picking systems. In: Journal of Manufacturing Technology Management 24 (6), S. 850 – 872.

Grosse, E. / Glock, C. (2014): The effect of worker learning on manual order picking processes. In: International Journal of Production Economics.

Hattie, J. (2013): Lernen sichtbar machen. Hohengehren: Schneider-Verlag.

Hermann, D. (1996): Strategisches Risikomanagement kleiner und mittlerer Unternehmen. Berlin: Köster Verlag.

Hieber, W. (1991): Lern- und Erfahrungskurveneffekte und ihre Bestimmung in der flexibel automatisierten Produktion. München: F. Vahlen.

Jenewein, K. / Haase, A. / Hundt, D. / Liefold, S. (2009): Lernen in virtueller Realität. Ein Forschungsdesign zur Evaluation von Wahrnehmung in unterschiedlichen virtuellen Systemen. In: Apostolopoulos, N. / Hoffmann, H. / Mansmann, V. / Schwill A. (Hrsg.): E-Learning 2009. Lernen im digitalen Zeitalter. Münster: Waxmann Verlag, S. 302 – 312.

Kauffeld, S. (2016): Nachhaltige Personalentwicklung und Weiterbildung. Berlin / Heidelberg: Springer Verlag.

Kirkpatrick, D. (2006): Evaluating Training Programs: The Four Levels. San Francisco/CA: McGraw-Hill Professional, Berrett-Koehler Publishers.

Korte, D. / Stinson, M. / Wehking, K.-H. (2015): Forschungsprojekt zur manuellen Mann-zur-Ware-Kommissionierung, geeignete Lernkurvenmodelle. In: Hebezeuge Fördermittel. 6/2015, S. 314 - 316.

Krupp, M. / Niessen, C. / Isakovic, M. / Skorupa, L. / Eibl, B. / Buck, M. / Lubecki-Weschke, N. (2018): Motivation im Lager. Handbuch zur Mitarbeitermotivation. Forschungsgruppe für optimierte Wertschöpfung, Hochschule Augsburg. Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Supply-Chain Services, Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen. Lehrstuhl für Psychologie im Arbeitsleben, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

Lay, G. (2001): Is High Automation a Dead End? Unter Mitarbeit von Elna Schirrmeister. Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung. Karlsruhe (Bulletin Manu-

facturing Innovation Survey, 22). Online verfügbar unter <http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/i/en/pi-mitteilungen-en/pi22e.pdf>, zuletzt geprüft am 12.02.2019.

March, J. (1991): Exploration and Exploitation in Organizational Learning. In: Organization Science 2 (1), S. 71 – 87.

Mayring, P. (2000): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Weinheim: Deutscher Studien Verlag.

Meier, R. (2006): Praxis E-Learning. Offenbach: Gabal Verlag.

Moser, K. / Soucek, R. / Galais, N. / Roth, C. (2018): Onboarding – Neue Mitarbeiter integrieren. Hannover: Hogrefe Verlag.

Möller, K. / Bunkert, S. (2012): Optimierung der Leistungsfähigkeit manueller Kommissioniersysteme. In: Pforzheimer Forschungsberichte.

Nembhard, D. A. / Uzumeri, M. V. (2000): An individual-based description of learning within an organization. In: IEEE Trans. Eng. Manage. 47 (3), S. 370–378.

Niegemann, H. M. / Hessel, S. / Hochscheid-Mauel, D. / Aslanski, K. / Deimann, M. / Kreuzberger, G. (2008): Kompendium E-Learning. Heidelberg, Berlin: Springer Verlag.

Pelka, M. (2013): In drei Schritten zu mehr Effizienz; In: f+h Projektguide Intralogistik, S. 13 - 15.

Petzoldt, A. / Bullinger-Hoffmann, A.C. (2017): Lernen und Kompetenzerwerb am wissensintensiven Arbeitsplatz – Organisationale und technologische Entwicklungen. In: Breit, H. / Bullinger-Hoffmann, A.C. / Cantner, U. (Hrsg.) (2017): Produktivität von industriellen Dienstleistungen in der betrieblichen Praxis. Methodik, Dogmatik und Diskurs. Wiesbaden: Springer Gabler.

Pfohl, H.-C. (2010): Logistiksysteme. Betriebswirtschaftliche Grundlagen. 8. Auflage. Berlin / Heidelberg: Springer Verlag.

Prieß, A. (2016): Schlüsselfaktor Strategisches Personalmanagement. Arbeitgeberattraktivität steigern durch zukunftsfähige HR-Konzepte und Neurowissenschaft. Berlin: Haufe Lexware.

Rademacher, M. (2014): Virtual Reality in der Produktentwicklung. Instrumentarium zur Bewertung der Einsatzmöglichkeiten am Beispiel der Automobilindustrie. Wiesbaden: Springer Vieweg.

Reason, P. / Bradbury, H. (2001): Handbook of Action Research Participative Inquiry and Practice, London: Sage Publications.

Robinson, D. R. / Schofield / J. W. / Steers-Wentzell, K. L. (2005): Peer and cross-age tutoring in math: Outcomes and their design implications. Educational Psychology Review, 17(4), 327 – 362.

Rosenstiel, L. von (2003): Grundlagen der Organisationspsychologie. Basiswissen und Anwendungshinweise. 5., überarb. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel (Sammlung Poeschel, 95).

Sauter, W. / Staudt, F.-P. (2016): Strategisches Kompetenzmanagement 2.0. Potenziale nutzen – Performance steigern. Wiesbaden: Gabler Verlag.

Schacter, D. / Gilbert, D. / Wegner, D. (2011): Psychology. 2nd ed. New York: Worth Publishers.

Scharmer C.-O. (2014): Theorie U. Von der Zukunft her führen. Presencing als soziale Technik. 2. Aufl. Heidelberg: Carl-Auer –Verlag

Scheer, A.-W. (2017): Digitale Transformation revolutioniert auch das Lernen. Online verfügbar unter: <https://www.bildungsspiegel.de/news/weiterbildung-bildungspolitik/1808-digitale-transformation-revolutioniert-auch-das-lernen>, zuletzt geprüft am 27.02.2019.

Schmidt, K (2018): Onboarding: Erwartungen der Mitarbeiter an einen systematischen Integrationsprozess. Hamburg: Diplomica Verlag.

Schenker (2018): DB Schenker nutzt 3D-Technik und Virtual Reality für die Schulung von Logistikpersonal. Online verfügbar unter: <https://www.dbschenker.com/de-de/ueberuns/presse-center/db-schenker-news/db-schenker-nutzt-3d-technik-und-virtual-reality-fuer-die-schulung-von-logistikpersonal-556800>, zuletzt geprüft am 17.01.2019.

Senderek, R. / Mühlbradt, T. / Buschmeyer, A. (2015): Demografiesensibles Kompetenzmanagement für die Industrie 4.0. In S. Jeschke / A. Richert / F. Hees / C. Jooß (Hrsg.), Exploring Demographics. Wiesbaden: Springer, S. 281 – 295.

Stinson, M. (2014): Learning Curves of Temporary Workers in Manual Order Picking Activities. In: W. A. Günthner (Hrsg.): Tagungsband 10. Fachkolloquium Logistik WGTL 2014. 8. und 9. Oktober 2014. neue Ausg. Garching b. München: Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluß Logistik (fml) TU München, S. 71 – 79.

Stinson, M. / Sommer, T. / Wehking, K.-H. (2014): Bewertung und Optimierung der Effizienz manueller Tätigkeiten in der Kommissionierung (EfKom). Abschlussbericht. Hg. v. Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V. Institut für Fördertechnik und Logistik, Universität Stuttgart.

Stinson, M. / Scherner, T. (2015): Lernprozesse in der Kommissionierung im Rahmen eines Job-Rotation-Konzeptes: Die Leistungsressourcen erfahrener Kommissionierer nutzen und das Personal schonen. In: VDI Wissensforum GmbH (Hg.) 2015 – 24. Deutscher Materialfluss-Kongress, S. 179 – 194.

Stinson, M. / Müller, F. / Korte, D. / Wehking, K.-H. (2016): Lernkurven in manuellen Person-zur-Ware-Kommissioniersystemen (LeiKom). Abschlussbericht. Hg. v. Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V. Institut für Fördertechnik und Logistik, Universität Stuttgart.

Stinson, M. (2018), Bewertung und Optimierung von Lernprozessen in der Person-zur-Ware-Kommissionierung unter Berücksichtigung von Lernkurven. Stuttgart 2018.

Sonntag, K. / Stegmaier, R. (2007): Arbeitsorientiertes Lernen. Zur Psychologie der Integration von Lernen und Arbeiten. Stuttgart: Kohlhammer Verlag.

Ten Hompel, M. / Sadowsky, V. / Beck, M. (2011): Kommissionierung. Materialflusssystem 2: Planung und Berechnung der Kommissionierung in der Logistik. Heidelberg: Springer Verlag.

Thissen, F. (2017). Lernen in virtuellen Räumen: Perspektiven des mobilen Lernens. Berlin: De Gruyter Saur.

Topping, K. J. (1996): The Effectiveness of Peer Tutoring in Further and Higher Education.. In: Higher Education, Vol. 32, No. 3 (Oct., 1996), pp. 321 – 345.

Yelle, L. E. (1979): The learning curve: historical review and comprehensive survey. In: Decision Sciences 10 (2), S. 302 – 328.

Zimmer, G. (2002): E-Learning führt zu einer anderen Kultur des Lehrens und Lernens. Folgen des didaktischen Handelns. In: Zimmer, G. (2002): E-Learning: High-Tech oder High-Teach? Lernen in Netzen zwischen Aktualität und Potenzialität. S. 5 – 18. Bielefeld: Bertelsmann Verlag.

Zobel, B. / Werning, S. / Berkemeier, L. / Thomas, O. (2018): Augmented- und Virtual-Reality-Technologien zur Digitalisierung der Aus- und Weiterbildung – Überblick, Klassifikation und Vergleich. In: Thomas, O. / Metzger, D. / Niegemann, H. (Hrsg.). Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung. Virtual und Augmented Reality für Industrie 4.0. Berlin: Springer Verlag, S. 20 – 34.

## 9. Anhang

**Tabelle 22: Einschätzung der Kommissionierphase**

	Eigene Belastbarkeit	Bedienbarkeit der technischen Hilfsmittel	Verständlichkeit der Anweisungen	Motivation bei der Kommissionierung	Erschöpfung bei der Kommissionierung	Selbsteinschätzung Ausgangsleistung zu anderen Probanden	Selbsteinschätzung Leistungssteigerung zu anderen Probanden
N	121	124	124	124	124	123	122
Mittelwert	3,39	3,78	4,20	3,54	2,09	3,24	3,25
Standardabweichung	1,091	,942	,865	1,023	,946	,728	,734
Minimum	Gering	gering	eher gering	Gering	gering	gering	gering
Maximum	Hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch

<b>Persönliche Angaben</b>	<b>Probanden-Nr.:</b>				
<b>Alter:</b> _____	<b>Geschlecht:</b> _____				
<b>Erfahrung in der Kommissionierung:</b>					
<input type="checkbox"/> ja, Tage (ca.): _____ falls ja, wie viele Tage (ca.) ist das her? _____					
<input type="checkbox"/> nein					
<b>Andere Erfahrungen in der gewerblichen Arbeit, z.B. Produktion, Lagerlogistik o.ä.:</b>					
<input type="checkbox"/> ja, Tage (ca.): _____ Art der Tätigkeit: _____ falls ja, wie viele Tage (ca.) ist das her? _____					
<input type="checkbox"/> nein					
<b>Wie schätzen Sie Ihre Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Medien ein? (z.B. PC-Kenntnisse, Smartphone, Tablet etc.)</b>					
hoch	eher hoch	mittel	eher gering	gering	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Beschäftigung:</b>		<b>Letzter Bildungsabschluss:</b>			
<input type="checkbox"/> Student		<input type="checkbox"/> kein Bildungsabschluss			
<input type="checkbox"/> Berufstätig		<input type="checkbox"/> Hauptschulabschluss			
<input type="checkbox"/> Sonstige _____		<input type="checkbox"/> Berufsausbildung			
		<input type="checkbox"/> Abitur/Fachabitur			
		<input type="checkbox"/> Sonstiges _____			
<b>FEEDBACK ZUR KOMMISSIONIERUNG</b>					
	hoch	eher hoch	mittel	eher gering	gering
1. Eigene Belastbarkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Bedienbarkeit der technischen Hilfsmittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Verständlichkeit der Anweisungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Motivation bei der Kommissionierung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Erschöpfung bei der Kommissionierung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Wie schätzen Sie Ihre Ausgangsleistung im Vergleich zu den anderen Probanden ein?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Wie schätzen Sie Ihre Leistungssteigerung im Vergleich zu den anderen Probanden während der Kommissionierung ein?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Was waren die größten Hindernisse beim Kommissionieren?</b>					
<b>Welche Maßnahmen würden die Lernprozesse im LernLager am schnellsten beschleunigen?</b>					

Abbildung 29: Fragebogen für Probandenversuche