



Senderek · Mühlbradt · Hempel

Engineering und
Mainstreaming lernförderlicher
industrieller Arbeitssysteme
für die Industrie 4.0

Hrsg.: Günther Schuh, Volker Stich



Social Network



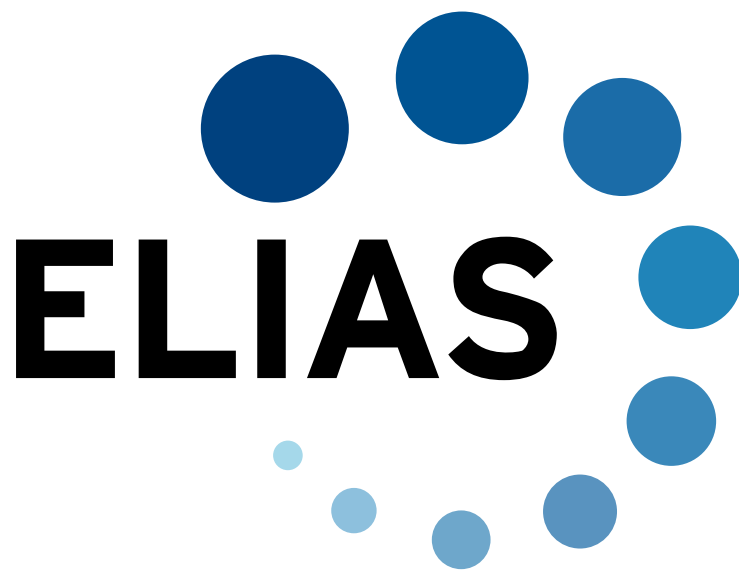
546.00

1425

140

102

150



Engineering und
Mainstreaming lernförderlicher
industrieller Arbeitssysteme
für die Industrie 4.0

Impressum

Autoren:

Drs. Roman Senderek, FIR e. V. an der RWTH Aachen
Dr. Thomas Mühlbradt, Deutsche MTM-Vereinigung
Thomas Hempel, WZL der RWTH Aachen

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh
Geschäftsführender Direktor des FIR e. V. an der RWTH Aachen
Prof. Dr.-Ing. Volker Stich
Geschäftsführer des FIR e. V. an der RWTH Aachen

© 2017, FIR e. V. an der RWTH Aachen
Bereich Dienstleistungsmanagement
Campus-Boulevard 55, 52074 Aachen
Tel.: +49 241 47705-0
Fax: +49 241 47705-199
E-Mail: info@fir.rwth-aachen.de
Internet: www.fir.rwth-aachen.de

Erstellt im Rahmen des Projektes „Engineering und Mainstreaming lernförderlicher industrieller Arbeitssysteme für die Industrie 4.0“ (ELIAS), gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in den Förderprogrammen „Arbeiten, Lernen, Kompetenzen entwickeln. Innovationsfähigkeit in einer modernen Arbeitswelt“ und „Innovationen für die Produktion, Arbeit und Dienstleistung von morgen“ und betreut vom Projektträger Karlsruhe.

www.Projekt-ELIAS.de



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BETREUT VOM



PTKA
Projektträger Karlsruhe
Karlsruher Institut für Technologie

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek:

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-943024-29-6

Gestaltung, Satz, Layout und Bildbearbeitung:

Birgit Kreitz, FIR e. V. an der RWTH Aachen

Korrektur:

Simone Suchan M.A., FIR e. V. an der RWTH Aachen

Bildnachweise:

Titelbild: © everythingpossible – Fotolia; Grafiken: © FIR; Portraits S. 93: © Die Autoren.
Fotos in den Grafiken: S. 59–79: © Demofabrik Aachen, FEV, Xervon und Zwiesel Kristallglas.
Schmuckbilder: S. 2: © Sergey Nivens – Fotolia; S. 6: © Coloures-pic – Fotolia; S. 9: © peshkova – Fotolia;
S. 10: © everythingpossible – Fotolia; S. 24: © buchachon – Fotolia; S. 41: © Composer – Fotolia; S. 42: © zapp
2photo – Fotolia; S. 56: © zapp2photo – Fotolia; S. 58: © Sergey Nivens – Fotolia; S. 80: © Syda Productions –
Fotolia; S. 86: © Sergey Nivens – Fotolia

Rechte vorbehalten.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	7
2	GRUNDLAGEN	11
	2.1 Grundlagen des Lernens im Prozess der Arbeit	11
	2.2 Integratives Modell der Lernförderlichkeit	21
3	FORMEN DES LERNENS IM PROZESS DER ARBEIT	25
	3.1 Lernen für die Arbeit	25
	3.2 Lernen aus der Arbeit	34
4	AUSGEWÄHLTE KONZEPTE UND ERGEBNISSE.....	43
	4.1 Implementierungskonzept für digitale Lernlösungen	43
	4.2 Migrationskonzept am Beispiel der Xervon Instandhaltung GmbH.....	47
	4.3 Planungstool zur Lernförderlichkeitsbilanzierung.....	48
	4.4 Aufbau einer Expertencommunity für die lernförderliche Arbeitssystemgestaltung	52
5	ANWENDUNGSFÄLLE DER INDUSTRIEPARTNER.....	59
	5.1 Hella KGaA Hueck & Co.	60
	5.2 Xervon Instandhaltung GmbH	64
	5.3 Zwiesel Kristallglas AG	69
	5.4 FEV GmbH.....	73
	5.5 Demonstratoren in der DFA	76
6	DISKUSSION UND AUSBLICK	81
7	FAZIT	85
8	Quellenverzeichnis.....	87
	Autoren	93

Industrie 4.0



1 EINLEITUNG

Ausgangspunkt des ELIAS-Verbundprojekts, dessen Kernergebnisse in dem vorliegenden Band vorgestellt werden, bildeten die mit der Digitalisierung und dem Wandel zur Industrie 4.0 einhergehenden Veränderungen in der Arbeitswelt. Während zu Beginn der wissenschaftliche Diskurs angesichts der vorgenannten Megatrends deutlich von der technologischen Perspektive geprägt war, stehen mittlerweile die organisationalen Veränderungen und die Auswirkungen auf die Beschäftigten deutlich stärker im Vordergrund. Denn es wurde rasch deutlich, dass der Wandel zur Industrie 4.0 ganzheitlich betrachtet werden muss und Lösungen eben die Perspektiven Technik, Organisation und Mensch vereinen und inklusive ihrer vielfältigen Wechselwirkungen betrachten müssen.

Aus der Perspektive Mensch war die Diskussion zunächst davon geprägt, inwiefern sich die Digitalisierung auf bestehende Berufsprofile auswirken würde und mit welchen Konsequenzen für die Beschäftigungsfähigkeit zu rechnen sei. Dabei wurde allerdings auch angesichts der stark divergierenden Prognosen der unterschiedlichen Studien schnell klar, dass eine umfassende volkswirtschaftliche Perspektive nur bedingt zielführend ist. Denn aufgrund der stark heterogenen Lösungsansätze bei unterschiedlichen Unternehmen galt es auch, die verschiedenen Ansätze auf Basis von konkreten Anwendungsfällen zu analysieren.

Grundsätzlich scheint eine Tendenz zu einer verstärkten Automatisierung von einfachen und repetitiven direkten Tätigkeiten relativ sicher zu sein, wobei diese allerdings durch komplexere Tätigkeiten, die mehr Kreativität, Flexibilität und Entscheidungskompetenz erfordern, ersetzt werden. Dabei war zu beobachten, dass der Wandel inkrementell und hochindividuell stattfindet. So setzen Unternehmen auf sehr verschiedene Lösungsansätze und auch unterschiedliche Konzepte, welche Arbeitsprozesse zu automatisieren, welche Tätigkeiten stärker auszudifferenzieren und welche arbeitsorganisatorischen Lösungen zu implementieren sind.

Auch in Bezug auf die Arbeitsorganisation wurden – allerdings bisher eher extreme – Szenarien in Form zweier alternativer Modelle diskutiert. Diese beiden

Modelle stellen zentrale versus dezentrale Organisation sowie Überwachung versus Ermächtigung der Beschäftigten gegenüber. Diese Pole werden auch als polarisierte Organisation und als Schwarmorganisation bezeichnet. Eine polarisierte Organisation zeichnet sich durch heterogene Aufgaben, Qualifikationen und Personaleinsatz auf den Führungsebenen aus. Auf der operativen Ebene sind nur wenige einfache Tätigkeiten mit geringem Handlungsspielraum und mit niedrigem Qualifikationsniveau auszuführen. In der Schwarmorganisation hingegen herrschen Tätigkeiten vor, die von hochqualifizierten und spezialisierten Beschäftigten auf übergreifenden Handlungsebenen ausgeübt werden. Es werden Teams gebildet, die locker vernetzt und selbstorganisiert, hochflexibel und situationsangepasst handeln. Dies führt zu flachen Hierarchien und stetig wechselnden Projektteams sowie zu mit wechselnden Verantwortlichkeiten organisierten Mitarbeitern.

Gemein ist den bisher in den Blick genommenen Szenarien für die Perspektiven Mensch und Organisation, dass bisher eher die eben erwähnten Extremszenarien diskutiert werden und nur bedingt die unternehmensbezogene Realität in den Blick genommen wird. Ein deutliches Fehlen von konkreten Anwendungsfällen kann derzeit immer noch attestiert werden. Insgesamt zeigte sich aber auch, dass Kompetenzentwicklung das zentrale Mittel sein wird, um den eher weniger wünschenswerten Szenarien wie dem massiven Verlust an Beschäftigten oder eben auch einer eher polarisierten Organisation entgegenzuwirken. Allerdings werden schwer und langwierig erreichbare Veränderungen in den Curricula der Ausbildung, die derzeit diskutiert werden, kaum einen schnell wirksamen Beitrag für einen erfolgreichen Wandel zur Industrie 4.0 in den präferierten Gestaltungsansätzen leisten können. Zudem ist aufgrund der sich immer weiter verkürzenden Nutzbarkeit von in einer Ausbildung erworbenen Kenntnissen und Fähigkeiten davon auszugehen, dass der betrieblichen und außerbetrieblichen Weiterbildung eine immer bedeutendere Rolle zukommt. Allerdings haben in den vergangenen Jahren betriebliche und zumeist seminaristische Weiterbildungsangebote sich auch nur bedingt als erfolgreich erwiesen.

Eine bis zu diesem Zeitpunkt der Diskussion vernachlässigte Möglichkeit stellt das arbeitsbezogene Lernen dar, denn die Beschäftigten konkret im Prozess der Arbeit zu befähigen, kann deutlich dazu beitragen, flexibel und schnell auf die sich verändernden Kompetenzbedarfe einzugehen. Des Weiteren ermöglichen die informationstechnologischen Entwicklungen eine wesentlich bessere Implementierung des arbeitsbezogenen Lernens. Dabei können die Fähigkeiten zum Umgang mit neuen Arbeits- und Produktionssystemen schrittweise und an die individuellen Lernvoraussetzungen angepasst aufgebaut werden. Hinzu kommt die Notwendigkeit, die Fülle an verfügbaren Informationen für die beteiligten Mitarbeiter durch eine entsprechende Aufbereitung nutzbar zu machen. Der erfolgreiche Einsatz und Umgang mit digitalen Medien in der Industrie erfordert zum einen selbst Lehr- und Lernprozesse und wirkt sich zum anderen auf die Gestaltung ebensolcher Prozesse aus. Durch die technologische Unterstützung können Lernen und Wertschöpfung immer leichter auch gleichzeitig stattfinden. Eine zentrale Voraussetzung dafür ist die Integration lernunterstützender Systeme in den Arbeitsprozess. Durch lernförderliche Arbeitssysteme kann eine mitarbeiterorientierte Kompetenzentwicklung ermöglicht werden, welche sich auch unmittelbar in der Produktivität von Unternehmen niederschlägt.

Arbeitsintegrierte Formen des Lernens können zudem einen wertvollen, auf die Beschäftigungsfähigkeit der Menschen ausgerichteten Beitrag leisten, wobei hiermit nicht nur das Veränderungspotenzial einzelner Mitarbeiter gemeint ist, sondern in einem zweiten Schritt auch das der jeweiligen Organisation. Es eröffnet sich neben der Notwendigkeit zur Veränderung auch ein breiter Handlungsspielraum für das Lernen im Zuge der Digitalisierung. Aufgrund unterschiedlicher Modelle der Arbeitsorganisation ist allerdings nicht von allgemeingültigen Lösungen für die lernförderliche Gestaltung von Arbeitssystemen auszugehen, sondern diese müssen für den jeweiligen Unternehmenskontext zielgerichtet entwickelt werden. Nur so können Lernlösungen konzipiert werden, die auf unterschiedlichste Art das Lernen im Prozess der Arbeit befördern. Die Lernlösungen können sowohl das Lernen für die Arbeit als auch das Lernen aus der Arbeit adressieren.

Allerdings hat die bereits erwähnte stark technologieorientierte Perspektive auch dazu beigetragen, dass in Bezug auf die arbeitsbezogene und arbeitsintegrierte Kompetenzentwicklung häufig zunächst bestimmte Technologien wie Datenbrillen oder sogenannte intelligente Assistenzsysteme diskutiert wurden. Hierbei wurde allerdings nur bedingt auf die Implementierbarkeit und die konkrete Gestaltung dieser Lösungen eingegangen. Als vielversprechender hat sich der Rückgriff auf eine Reihe von traditionellen Ansätzen des arbeitsorientierten Lernens, wie bspw. Coaching- und Mentoring-Konzepte, Lerninseln oder auch organisationale Lernformen wie KVP-Teams oder Communities-of-Practice, erwiesen. So gilt es derzeit, technologiegestützte und traditionelle arbeitsbezogene Lernformen miteinander zu vereinen und vor allem auch an den jeweiligen Unternehmenskontext explizit anzupassen.

Genau an dieser Stelle setzte das BMBF-Verbundprojekt ELIAS („Engineering und Mainstreaming lernförderlicher industrieller Arbeitssysteme für die Industrie 4.0“) an und zielte auf die Entwicklung und Erprobung neuer Ansätze und Konzepte zur lernförderlichen Gestaltung von Arbeits- und Produktionssystemen ab. Unter der Leitung des FIR e. V. an der RWTH Aachen und der Xervon Instandhaltung GmbH sowie in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern Deutsche MTM-Vereinigung e. V., Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen, Hella KGaA Hueck & Co., FEV GmbH und Zwiesel Kristallglas AG wurde eine Vielzahl an wissenschaftlichen Konzepten und Modellen in dem Themenbereich entwickelt und in Form von Usecases bei den vier Anwendungspartnern sowie in der Demonstrationsfabrik Aachen umgesetzt.

Im Folgenden werden die zwischen 2013 und 2016 erarbeiteten Ergebnisse zusammenfassend vorgestellt. Dabei wird auch auf die umfassenden, im Rahmen des Projekts erstellten Publikationen verwiesen, die noch einmal eine Vertiefung der hier auszugsweise vorgestellten Ergebnisse ermöglichen. Im Anschluss an die Einleitung werden zunächst die wesentlichen Grundlagen für das Lernen im Prozess der Arbeit vorgestellt (Kapitel 2). Hierbei werden zunächst begriffliche Definitionen und die zentralen Aspekte und Rahmenbedingungen für das Lernen im Prozess der Arbeit betrachtet, bevor darauf aufbauend ein integratives Modell der

Lernförderlichkeit vorgestellt wird. Im darauffolgenden Kapitel 3 wird das Lernen im Prozess der Arbeit in den beiden Teilaspekten Lernen für die Arbeit und Lernen aus der Arbeit betrachtet. Darauf aufbauend werden in Kapitel 4 einige ausgewählte Konzepte und Ergebnisse herausgegriffen. Hierbei wird auf die Implementierung von digitalen Lernlösungen, ein Migrationskonzept für die Implementierung einer stärkeren Arbeitsbezogenheit der Personalentwicklung,

das Planungstool zu Lernförderlichkeitsbilanzierung sowie die implementierte ELIAS-Expertengemeinschaft eingegangen. In Kapitel 5 werden die konkreten Anwendungsfälle der vier Industriepartner sowie die Lösungen, die in der Demonstrationsfabrik Aachen implementiert wurden, behandelt. Abschließend wird in Kapitel 6 ein Ausblick für zukünftige Anknüpfungspunkte in der Forschung gegeben, bevor der Bericht in Kapitel 7 mit einem Fazit schließt.





2 GRUNDLAGEN

Im Folgenden werden die theoretischen Grundlagen des ELIAS-Projektes zusammenfassend dargestellt. Kapitel 2.1 bietet eine Einführung in das Konzept des Lernens im Prozess der Arbeit. Kapitel 2.2 fokussiert und erläutert das im Projekt verwendete integrative Modell zur Lernförderlichkeit. Die dargestellten Inhalte orientieren sich an den im Projekt ELIAS veröffentlichten Leitfäden (MÜHLBRADT 2014; MÜHLBRADT et al. 2015; MÜHLBRADT et al. 2016)¹

„Mit Lernen im Prozess der Arbeit werden [...] jene Lernformen und -prozesse beschrieben, die entweder unmittelbar im Arbeitsprozess stattfinden, oder sich unmittelbar auf diesen beziehen bzw. sich ihm anlagern. Ausgeklammert werden damit all jene Formen der Wissens-, Qualifikations- und Kompetenzentwicklung, die außerhalb der Erwerbsarbeit stattfinden, beispielsweise im Rahmen schul- oder kursförmiger Weiterbildung“ (AULERICH 2003, S. 113). Aus dieser Sichtweise heraus stellen Arbeiten und Lernen keine Gegensätze dar, sondern die Entwicklung von Personal findet in der Arbeitstätigkeit und in der Gestaltung der Arbeitstätigkeit statt (s. Ulich 2006, S. 139).

DE JONG nennt in seinem Übersichtsartikel zum Stand der Forschung für den Ausdruck “On-the-Job-Training”

(OJT) eine gebräuchliche Bedeutungsspanne vom Training im Unternehmen im Allgemeinen bis zum Training spezifischer Arbeitsaufgaben am konkreten Arbeitsplatz. DE JONG differenziert darüber hinaus den Ausdruck “Structured On-the-Job-Training” (SOJT) für geplante Lernprozesse. Die Aufgabenanalyse stellt dabei das zentrale Planungselement dar (s. DE JONG 1996, S.451). Es ist zu berücksichtigen, dass sich SOJT von OJT und dies wiederum vom reinen Erfahrungslernen in der Arbeit unterscheidet (s. DE JONG 1996, S. 452).

Während also das Lernen im Prozess der Arbeit über eine Abgrenzung zu anders gearteten Bildungsprozessen noch recht eindeutig erscheint, fällt eine positive und umfassende Definition des Begriffs selbst noch immer nicht leicht. Für den weiteren Verlauf soll daher auf folgenden, vorläufigen Bestimmungstücken des Lernens im Prozess der Arbeit (LiPA) aufgebaut werden. LiPA ist charakterisiert durch:

- eine räumlich-organisatorische Nähe zum Arbeitsplatz,
- eine inhaltlich-didaktische Nähe zur Arbeitstätigkeit,
- eine vorauslaufende Planung, deren Kernelement eine Arbeitsanalyse ist.

2.1 Grundlagen des Lernens im Prozess der Arbeit

Lernförderlichkeit ist nach allgemeinem Verständnis eine Voraussetzung für das Lernen im Prozess der Arbeit: „Lernförderlichkeit beschreibt die Bedingungen von Tätigkeiten, die im Arbeitsalltag bei der Arbeitsausführung Lernprozesse begünstigen bzw. lerngünstige Voraussetzungen schaffen“ (BIGALK 2006, S. 38). Für die Lernförderlichkeit sprechen daher die folgenden Argumente:

- Persönlichkeitsförderlichkeit als Humanziel
- Verbesserung der Kompetenzentwicklung
- Erhalt der Arbeits- und Beschäftigungsfähigkeit im demografischen Wandel
- Steigerung der langfristigen Innovationsfähigkeit von Organisationen

Will man Lernen im Prozess der Arbeit nicht als zufälliges Geschehen oder als immer schon gegeben ansehen, ist danach zu fragen, welche Umstände es genau sind, die ein solches Lernen ermöglichen und fördern beziehungsweise behindern, wie sie gegebenenfalls wechselwirken und wie diese Umstände zielgerichtet und absichtsvoll gestaltet und herbeigeführt werden können. In den nachfolgenden Abschnitten werden Überlegungen und Ansätze dazu dargestellt. Diese Ausführungen werden zu zentralen Ankerthemen gruppiert und hinsichtlich ihrer theoretischen Grundlagen und ihrer konzeptionellen und methodischen Beiträge näher betrachtet. Dabei steht nicht die Vollständigkeit der jeweiligen Beiträge, sondern die prägnante Herausarbeitung abgrenzbarer Perspektiven im Vordergrund.

¹MÜHLBRADT, T. (2014). Was macht Arbeit lernförderlich? – Eine Bestandsaufnahme. In: MTM-Schriften Industrial Engineering. Zeuthen: Deutsche MTM-Vereinigung e. V.

MÜHLBRADT, T.; SENDEREK, R.; RODENHAUSER, T. U. SAUPP, L. (2015). Arbeitsorientierte Lernlösungen für Industrielle Arbeitssysteme: Lernen für die Arbeit. In: MTM-Schriften Industrial Engineering. Hrsg.: KUHLLANG, P. U. BRITZKE, B. Zeuthen: Deutsche MTM-Vereinigung e. V.

MÜHLBRADT, T.; SENDEREK, R.; HEMPEL, T.; SPARWASSER, C. U. HEEG, K. (2016). Arbeitsorientierte Lernlösungen für Industrielle Arbeitssysteme: Lernen aus der Arbeit. In: MTM-Schriften Industrial Engineering. Hrsg.: KUHLLANG, P. Zeuthen: Deutsche MTM-Vereinigung e. V.

Lerngehalt von Arbeit und Arbeitstätigkeiten

Lernen kann als Prozess der relativ stabilen Veränderung des Verhaltens, Denkens oder Fühlens aufgrund von Erfahrung oder Einsicht beschrieben werden. Gemäß der klassischen Lewin'schen Formel „ $V = f(P \mid U)$ “ (s. LEWIN 1936) ist Verhalten immer eine Funktion aus Person und Umwelt. Es ist demnach davon auszugehen, dass neben der eigentlichen Lernsituation, also der Umwelt, die aktuelle Erfahrungs- und Einsichtsbereitschaft sowie -fähigkeit der Person eine bedeutsame Determinante des Lernens ist.

Im Arbeitsprozess erfolgt die Gewinnung von Erfahrung und Einsicht vordergründig durch die Auseinandersetzung mit Arbeitsanforderungen und -ergebnissen sowie durch die Ausführung von Arbeitsaufgaben. Versteht man die Arbeitstätigkeit einer Person als Summe aller ihrer wiederkehrenden Arbeitsaufgaben, so sind Art und Inhalt dieser Arbeitsaufgaben bestimmend für den Lerngehalt der Arbeit. Daraus ergeben sich zwei grundlegende Ansatzpunkte, die im Folgenden näher betrachtet werden. Dies sind zum einen die Bestimmung des Lerngehalts von Arbeitsaufgaben und zum anderen die Anpassung von Arbeitsaufgaben an menschliche Lernvoraussetzungen.

Bestimmung des Lerngehalts von Arbeitsaufgaben

Ein Kernmerkmal des LiPA ist, wie eingangs definiert wurde, die Planung mithilfe einer Aufgabenanalyse. Diese kann in grober und dann in zunehmend feinerer Form erfolgen. In grober Form kann die gesamte Arbeitstätigkeit als Summe der dominierenden (häufigsten) Arbeitsaufgaben betrachtet werden. Ein derartiger Klassifikationsansatz für Arbeitstätigkeiten geht auf eine Arbeit von PERROW (s. PERROW 1967) zurück und wird aktuell in industriellen Qualifizierungsprozessen bei Toyota eingesetzt (s. LIKER U. MEIER 2008, S. 115ff.). In diesem Ansatz werden Arbeitstätigkeiten nach ihren Anforderungen entlang der Dimensionen „Aufgabenvielfalt“ und „Analysierbarkeit der Aufgabe“ unterschieden. Dabei bezeichnet die Aufgabenvielfalt die Anzahl verschiedenartiger Aufgaben in der Tätigkeit. Die Analysierbarkeit beschreibt die Zerlegbarkeit der Aufgaben in standardisierte Schritte. Durch eine Klassifikation in niedrig/hoch wird ein vollständiges Vierfelder-Schema erzeugt. Die einzelnen Felder werden als generische Aufgabenarten bezeichnet und unterschiedlich charakterisiert (siehe Abbildung 1).

In der Realität sind Tätigkeiten in der Regel aus unterschiedlichen Tätigkeitsarten zusammengesetzt. Diese

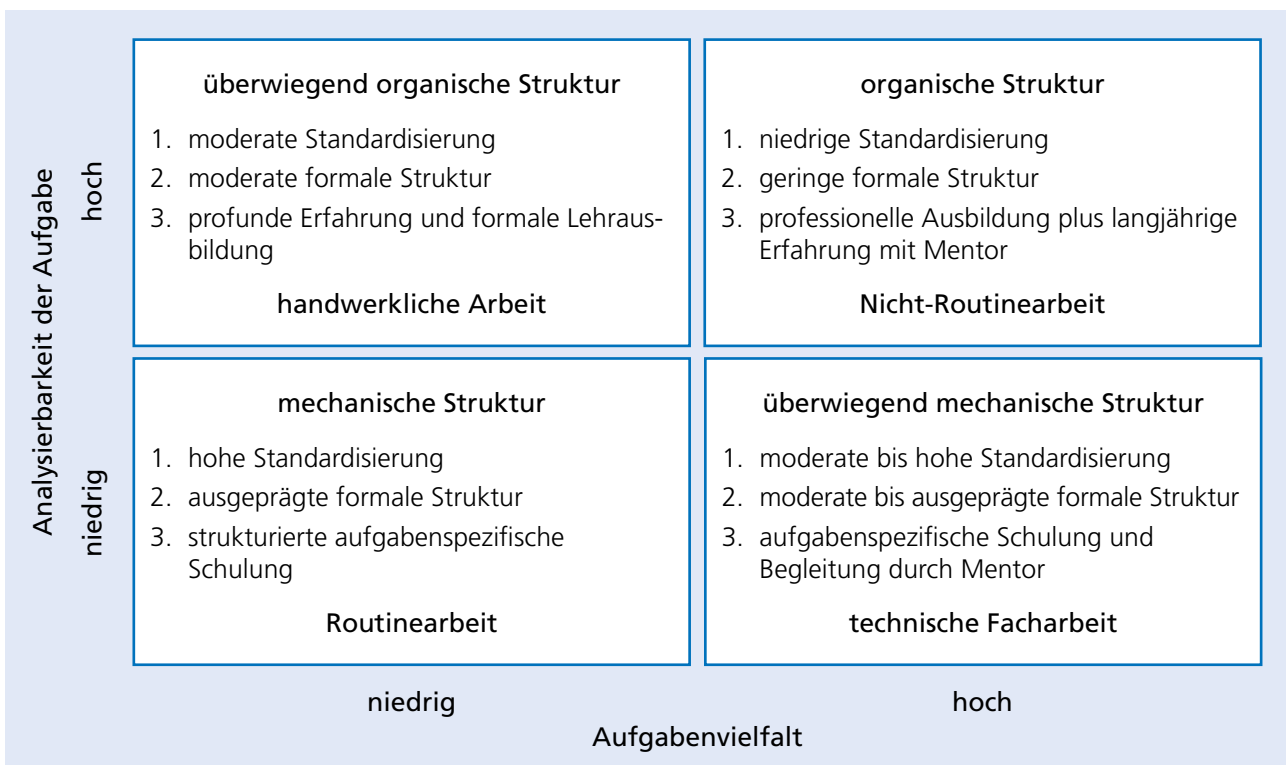


Abb. 1: Klassifizierung unterschiedlicher Tätigkeiten nach Anforderungen (eigene Darstellung i. A. a. LIKER U. MEIER 2008, S. 117)

haben insgesamt stärkere und geringere zeitliche Anteile. Daher ist die Betrachtung der tatsächlichen Anteile von Tätigkeitsarten bedeutsam. Eine Feinanalyse von Tätigkeiten erfolgt, indem eine bestimmte Aufgabe hinsichtlich ihrer Lerninhalte analysiert wird. Bei einfachen manuellen Aufgaben sollte dies eher verhaltenorientiert geschehen. Bei komplexen Aufgaben sollte sich auf die Wissensgrundlage konzentriert werden. Dazwischen sind vielfache Abstufungen möglich.

Für einfache Tätigkeiten wurde im Rahmen des Programms „Training Within Industry“ (vgl. KIRKPATRICK 1945) eine Vorgehensweise entwickelt, die nach wie vor eingesetzt wird (s. DE JONG 1996; LIKER U. MEIER 2008). In dieser Vorgehensweise werden Arbeitsabläufe in kleine Lerneinheiten zerlegt, die einzelnen Arbeitsschritte benannt und hinsichtlich ihrer Schlüsselpunkte beschrieben. Unter Schlüsselpunkten sind Merkmale der Aufgabendurchführung zu verstehen, die für die Erreichung von Aufgabenzielen wie Qualität, Produktivität oder Sicherheit zentral sind. In der Tätigkeitsvermittlung werden die Arbeitsschritte, die Schlüsselpunkte und ihre Begründungen durch eine Kombination von Vormachen, Beobachten und Nachmachen von Arbeitsschritten sowie Vorsprechen und Nachsprechen von Schlüsselpunkten und Begründungen vermittelt.

Für komplexere Tätigkeiten mit entsprechend umfangreicheren Wissensgrundlagen verlagert sich der Schwerpunkt der Analyse zunehmend auf das zur Aufgabebearbeitung erforderliche Wissen. Da Wissen nicht beobachtbar ist (auch wissensverarbeitende Denkprozesse sind aktuell nicht mit ausreichender Genauigkeit durch bildgebende Verfahren beobachtbar), werden interaktive Analyseverfahren eingesetzt. Neben konzeptionellen Grundlagen wurden Verfahren zur Erhebung, Visualisierung und Auswertung von Wissensstrukturen in unterschiedlichen Anwendungskontexten entwickelt und erprobt (vgl. JOHNSON-LAIRD 1983; TERGAN 1986; MÜHLBRADT 1990; GREEN U. KENDAL 2007). Erschwert werden diese Verfahren neben der Komplexität von Wissensbeständen durch die Tatsache, dass Experten Wissensbestände anders organisieren als Anfänger (Novizen). So können Wissens- und Denkstrukturen von Experten schwerer explizit erfasst werden. Des Weiteren können diese für eine direkte Vermittlung an einen Anfänger ungeeignet sein, da dieser sie nicht unmittelbar übernehmen kann. Entstehung, Einsatz und Transfer solcher Expertenstrukturen sind Gegenstand der Expertise-Forschung (s. ERICSSON ET AL. 2006).

Anpassung von Arbeitsaufgaben an Lernvoraussetzungen

Zentraler Betrachtungs- und Gestaltungsgegenstand dieser Richtung sind ebenfalls Arbeitstätigkeiten. Ausgehend von vor allem psychologischen Tätigkeits- und Handlungstheorien (vgl. Volpert 1980; HACKER U. SACHSE 2013), werden vollständige von unvollständigen Arbeitstätigkeiten unterschieden. Hierarchisch-sequenziell vollständige Tätigkeiten sind solche, die eine höherwertige psychische Regulation durch das Subjekt der Tätigkeit erfordern und die zielsetzende, planende, durchführende und kontrollierende Tätigkeitsanteile enthalten. Nach dieser Sichtweise wird durch die Qualifizierung in der Arbeitstätigkeit angenommen, dass eine höherwertige Arbeitstätigkeit geschaffen wird (s. DUELL U. FREI 1986, S. 11).

Zudem basiert dieser Ansatz auf der Annahme, dass komplexere Arbeitstätigkeiten in aller Regel auch lernförderlicher sind – und zwar sowohl hinsichtlich ihrer kognitiven Anforderungen als auch hinsichtlich des mit ihnen verbundenen Motivationspotenzials. So argumentieren HACKER, SKELL damit, dass anspruchsvolle und vollständige Tätigkeiten die Voraussetzung für erfolgreiches Lernen sind (s. HACKER U. SKELL 1993, S. 188). Bergmann u. Richter führen dies näher aus, indem sie darauf verweisen, dass die „[...] Entwicklung intrinsischer arbeitsorientierter Lernmotivation [...]“ (BERGMANN U. RICHTER 2003, S. 41) als Prädiktoren den „[...] Tätigkeitsspielraum, die Aufgabenvielfalt, die Aufgabengeschlossenheit, die Aufgabenbedeutung sowie Rückmeldungen und die Transparenz von Informationsflüssen“ (BERGMANN U. RICHTER 2003) beinhaltet.

Werden Arbeitstätigkeiten auf diese Weise komplexer, kann ein Komplexitätsgrad erreicht werden, der nur in selbstregulierenden Gruppen bewältigt werden kann (s. ULICH 2006, S. 143). Die teilautonome (selbstregulierende) Gruppenarbeit ist daher als ein Schlüsselkonzept dieses Ansatzes anzusehen. Allerdings findet sich diese Arbeitsorganisation in der betrieblichen Praxis selten. So stellt LAY auf Basis einer empirischen Untersuchung fest (s. LAY 2008, S. 10), dass nur in drei Prozent der deutschen Betriebe teilautonome oder selbstgesteuerte Arbeitsgruppen bestehen (vgl. auch KRIEGER U. FRÖHLICH 1998; KINKEL ET AL. 2007).

Von einer allein aufgabenseitigen Determination von Lernförderlichkeit kann, entsprechend dem Modell von LEWIN (s. o.), grundsätzlich nicht ausgegangen werden.

Darauf weist DEHNBOSTEL hin, indem er sagt, „Ob Arbeitsplätze und -prozesse lern- und kompetenzförderlich sind, hängt [...] nicht nur von objektiven Kriterien der Lernpotentiale und Lernchancen, sondern auch von personenseitigen Dispositionen ab.“ (DEHNBOSTEL 2008a, S. 6).

BERGMANN U. RICHTER argumentieren in eine ähnliche Richtung mit der Annahme, dass sich Arbeit und Person wechselseitig beeinflussen. Sie gehen davon aus, dass motivierte Personen aktiv Situationen mit Lernpotenzial suchen und Einfluss auf eine anspruchsvolle Gestaltung von Arbeitsaufgaben nehmen. Gleichzeitig tragen lernhaltige Arbeitssituationen zur Ausbildung von Motivation und zur Entwicklung von Handlungskompetenz bei der Arbeit bei. Eine strikte Trennung dieser Mechanismen ist praktisch nicht umsetzbar und entspricht nicht der Realität. Dies ist darin begründet, dass Selektions- und Sozialisationsprozesse miteinander interagieren (s. BERGMANN U. RICHTER 2003, S. 41). Den Interaktionseffekt thematisiert ebenfalls Ulich unter Bezug auf ein Modell von WARR (s. WARR 1994), indem er fragt, ob nicht eine kurvilineare Beziehung zwischen Tätigkeitsmerkmalen wie Autonomie oder Anforderungsvielfalt und dem Wohlbefinden der Beschäftigten anzunehmen sei (s. Ulich 2006, S. 145).

In konzeptioneller Hinsicht sind vor allem die Arbeiten zur Bestimmung der Merkmale von Arbeitstätigkeiten zu nennen, welche für die Lernförderlichkeit von Tätigkeiten maßgeblich sind (s. FRIELING ET AL. 2006; DEHNBOSTEL 2007). Exemplarisch seien hier die Dimensionen der Gruppe um FRIELING wiedergegeben:

- Selbständigkeit
- Partizipation
- Variabilität
- Komplexität
- Kommunikation/Kooperation
- Feedback und Information
- Zeitdruck

Als zentrale Dimensionen der Lernförderlichkeit stellen FRIELING ET AL. die Komplexität und die Selbstständigkeit heraus (s. FRIELING ET AL. 2006, S. 57).

Auf der Basis dieser und vergleichbarer Konzeptionen wurden Instrumente zur Messung der Lernförderlichkeit von Arbeitstätigkeiten entwickelt. Wiederum exemplarisch sei hier der Lernförderlichkeitsindex (LFI) genannt. „Der LFI ist ein teilstandardisiertes Beobachtungsinterview, mit dem durch geschulte Interviewer bedingungs-

bezogene [...] konkrete und arbeitsplatzübergreifende Merkmale der Lernmöglichkeiten in Arbeitstätigkeiten erfasst werden [...]. Der LFI basiert auf handlungs- und tätigkeitstheoretischen Ansätzen [...] sowie im Besonderen auf dem Konzept der vollständigen Tätigkeit von Hacker“ (FRIELING ET AL. 2006, S. 28). In Felderprobungen des LFI konnte gezeigt werden, dass sich nicht nur verschiedenartige, sondern auch gleichartige Arbeitstätigkeiten in den LFI-Merkmalen deutlich unterscheiden (s. FRIELING ET AL. 2007).

Gestaltungskonzepte finden sich in Form von Konzepten der Arbeitsstrukturierung, die darauf abzielen, die kritischen Merkmale in konkreten Arbeitstätigkeiten stärker auszuprägen (*job-enlargement, job-enrichment, job-rotation*) und in Form arbeitsorganisatorischer Gesamtlösungen wie „Teilautonome Arbeitsgruppen“ (s. HEEG 1991, S. 85ff.). Daneben wird die Beteiligung der Beschäftigten an der Gestaltung ihrer Arbeit als lernförderlich verstanden. Stellvertretend für diese Richtung sei der „Leitfaden für qualifizierende Arbeitsgestaltung“ von DUELL U. FREI genannt. Die Autoren betonen, dass die Bedingung für eine Qualifizierung in der Arbeitstätigkeit die Gelegenheit für den Ausführenden beinhalten muss, aktiv auf die Veränderung der eigenen Arbeitstätigkeit Einfluss zu nehmen (s. DUELL U. FREI 1986, S. 48).

Auf die Problematik der Passung von Lernanforderungen und Lernvoraussetzungen zielt das Konzept der differentiell-dynamischen Arbeitsgestaltung ab (s. Ulich 1978). Hier wird gefordert, unterschiedliche Arbeitsaufgaben je nach persönlichen Leistungsvoraussetzungen anzubieten (differentiell) und auch innerhalb der Person Veränderungen der Leistungsfähigkeit über die Zeit zu berücksichtigen (dynamisch). Praktische Anwendungen einer differentiell-dynamischen Tätigkeitsgestaltung sind „BLUME-Gruppen“ und die „Fix-Vario-Methode“ (s. ZÜLCH U. STARRINGER 1984; HEEG 1991, S. 92ff.).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Bestimmung des Lerngehalts von Tätigkeiten und Aufgaben zentral ist für das Lernen im Prozess der Arbeit. Dabei sind nach Art der Tätigkeit beziehungsweise Aufgabe verschiedene Analyseverfahren einsetzbar. Die Anpassung des Lerngehalts von Tätigkeiten an menschliche Bedürfnisse und Voraussetzungen liegt in der Schaffung lernförderlicher Arbeitsaufgaben begründet, deren Kernmerkmale Komplexität und Selbständigkeit sind. Dabei ist die Passung von Aufgaben- und Personenmerkmalen zu berücksichtigen.

Arbeitsorientierte Lernformen

Arbeitsorientierte Lernformen beruhen auf Theorien der Allgemeinen Lern- und Arbeitspsychologie sowie der Pädagogik. Eine prominente Rolle spielen wiederum psychologische Tätigkeits- und Handlungstheorien. So spricht Ulich (Ulich 2006) von „psychoregulativ akzentuierten Trainings- und Anlernverfahren“ (vgl. auch Hacker u. Skell 1993). Prägend für alle Ansätze dieser Richtung sind, gemäß der eingangs gegebenen, vorläufigen Begriffsbestimmung zu LiPA, Planung, Organisation und Gestaltung von Lernprozessen in großer inhaltlicher, personeller, räumlicher und zeitlicher Nähe zur Arbeitstätigkeit.

Konzeptionell steht dabei der Aufbau von Handlungskompetenz im Mittelpunkt, nicht die Vermittlung von (abstraktem, theoretischem) Wissen. Handlungskompetenz kann definiert werden als „[...] die Bereitschaft und Fähigkeit einer Person, sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen mündig und sozial verantwortlich zu verhalten.“ (Dehnbostel 2010, S. 19). Handlungskompetenz entfaltet sich in den Dimensionen:

- Fachkompetenz (fachlich und methodisch begründete Problemlösefähigkeit),
- personale Kompetenz (Reflexion und Entwicklung der eigenen Person und Werte),
- Sozialkompetenz (Erfassung und Verständnis sozialer Beziehungen und Interessen).

Diese Sichtweise schließt die Würdigung und Nutzung von individuellen Erfahrungen der Lernenden sowie ihre aktive Mitwirkung an Prozessen der Kompetenzentwicklung im Sinne der o. g. „qualifizierenden Arbeitsgestaltung“ ausdrücklich ein. Es finden sich zahlreiche Arbeiten und Ansätze, die aufgrund ihrer Heterogenität im Folgenden in drei Gruppen eingeteilt werden. Für jede Gruppe wird jeweils ein Beispiel genannt.

In der ersten Gruppe finden sich arbeitsorientierte Lehr-/Lernmethodiken. Hier seien die Arbeits- und Lernaufgaben als Beispiel genannt (s. Krogoll et al. 1988; Witzgall 1998). Leitidee ist, Inhalte nicht geordnet nach Wissensskategorien oder Disziplinen zu lehren, sondern für den Lernprozess von einer vollständigen Arbeitsaufgabe auszugehen. „Ein Lernaufgabensystem ist die Ganzheit einer für den Lernprozess transformierten Arbeitsaufgabe in Form gestufter Lernaufgaben“ (Krogoll 1998, S. 162). Über eine sukzessive Komplexitätssteigerung dieser Arbeitsaufgabe wird stufenweise Handlungskompetenz aufgebaut.

In der zweiten Gruppe finden sich teamorientierte Ansätze, d. h., es geht um das gemeinsame Lernen in kleinen Lern- und Problemlösegruppen. Als Beispiel sei der Qualitätszirkel genannt (s. Bunk et al. 1991, S. 42ff.; Heeg 1991, S. 158ff.). Heeg zitiert eine Definition von Dewar: „Ein Qualitätszirkel besteht aus einer Gruppe von gewerblichen Mitarbeitern, die sich meist wöchentlich für eine Stunde zusammensetzen, um Qualitätsprobleme zu erörtern, deren Ursachen nachzugehen, Lösungen zu empfehlen und Verbesserungen zu veranlassen, wenn das in ihren Verantwortungsbereich fällt. Dadurch wird die Möglichkeit geboten, die kreative und innovative Kraft, die in den Mitarbeitern steckt, freizusetzen.“ (Dewar zitiert nach Heeg 1991, S. 159f.)

In der dritten Gruppe finden sich mediengestützte Ansätze, die didaktischen Prinzipien des arbeitsorientierten Lernens mit IT-Funktionalität verbinden. Als Beispiel sei hier das Produktions-Lern-System der Daimler AG genannt. „Das „ProduktionsLernSystem“ ist ein ganzheitliches Qualifizierungssystem für Shop-Floor-Mitarbeiter, das bedarfsgerechtes und selbst gesteuertes Lernen am Arbeitsplatz ermöglicht. Es wird durch ein IT-System unterstützt, sodass die Übertragbarkeit der Informationen zwischen Schichten und selbst zwischen Werken möglich ist. Qualifiziert wird mit Hilfe einer so genannten didaktischen Datenbank, in der die aktuellen Qualifizierungsinhalte für alle Arbeitsplätze standardisiert dokumentiert sind.“ (Engert et al. 2008, S. 63). Ziel ist die bedarfsgerechte Qualifizierung möglichst eng am Arbeitsprozess. Den Autoren zufolge entsteht „[...] ein aktiverer Lernprozess, bei dem nicht nur theoretisches Wissen, sondern gleichzeitig handlungsorientierte Kenntnisse“ (Engert et al. 2008, S. 64) vermittelt werden.

Da Tätigkeiten (Aufgaben) hinsichtlich ihrer Qualität und Anforderungen unterschiedlich sind, spiegeln arbeitsorientierte Lernformen zwangsläufig diese Heterogenität wider. So unterscheiden sich Lernformen für repetitive Tätigkeiten von solchen für technische Facharbeit. Zudem verändern sich die Anforderungen an Tätigkeiten kontinuierlich, sodass es nicht verwunderlich scheint, dass Projekte eine zunehmend bessere Referenz für die Arbeitsanalyse darstellen als Aufgaben (s. De Jong 1996, S. 454). Vor diesem Hintergrund wird an anderer Stelle eine systematisierte Sammlung und Bewertung arbeitsorientierter Lernformen vorgenommen. Zusammenfassend kann gesagt werden: Lernförderlichkeit liegt nach dieser Sichtweise in der Nutzung von Arrangements des Lernens, die den eingangs genannten Anforderungen an LiPA möglichst gut entsprechen.

Dabei sind Wechselwirkungen zwischen Arbeitstätigkeiten und Lernformen anzunehmen und geeignete Kombinationen auszuwählen.

Lernkultur

Die Lernkultur stellt ein Konzept dar, welches den Blick des Human-Resource-Managements sowohl aus analytischer als auch aus gestalterischer Sicht zunehmend auf die lernförderlichen und lernhemmenden Bedingungen der Potenzial- und Kompetenzentwicklung im betrieblichen Umfeld und am Arbeitsplatz ausrichtet (s. SONNTAG ET AL. 2004, S. 105). Dabei betont dieser Ansatz, dass der Lernkultur eine entscheidende Bedeutung zukommt, wenn es um die Schaffung lernförderlicher Rahmenbedingungen geht, um Potenziale und Entwicklungsmöglichkeiten im Unternehmen zu erkennen, zu schaffen und zu nutzen (s. SONNTAG ET AL. 2004, S. 105). Auch NUKTA ET AL. verweisen im Hinblick auf Lernumgebungen auf die Bedeutung geeigneter Rahmenbedingungen und betonen, dass insbesondere unter der Bedingung von Null-Fehler-Zielen in der Produktion der systematischen Berücksichtigung von Lernbedingungen große Relevanz zukommt (s. NUKTA ET AL. 2012, S. 79). Im Lernkulturansatz kommen vordringlich organisationspsychologische und allgemeinspsychologische Theorien und Erkenntnisse (beispielsweise zu Lernen, Verhalten, Motivation) zur Anwendung.

Wie bereits bei den Tätigkeitsdimensionen weiter oben dargestellt, wird auch hier der konzeptionelle Versuch unternommen, Dimensionen des Konstrukts *Lernkultur* aufzuzeigen. Dies führt ebenfalls zu Mess-Instrumenten, wie dem Lernkulturinventar (LKI), welches die Bestimmung der Rahmenbedingungen für Lernen im Unternehmen auf normativer, strategischer und operativer Ebene ermöglicht (s. SONNTAG ET AL. 2006, S. 191). Die Hauptdimensionen des LKI sind nach SONNTAG ET AL.:

- Lernen als Teil der Unternehmensphilosophie
- Rahmenbedingungen für Lernen im Unternehmen
- Aspekte der Personalentwicklung
- Formalisierung der Kompetenzentwicklung
- Lernatmosphäre und Unterstützung durch Kollegen
- Lernorientierte Führungsaufgaben
- Information und Partizipation
- Wissensaustausch des Unternehmens mit der Umwelt
- Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten im Unternehmen (s. SONNTAG ET AL. 2004, S. 114f.)

Als Beispiel für ein gestaltendes Instrument in dieser Richtung sei an dieser Stelle das Trainingskonzept „Führungskraft als Lerncoach“ des Arbeitgeberverbands Gesamtmetall genannt. Dieses Trainingskonzept betont die

Rolle des direkten Fachvorgesetzten als Verantwortlichen für die Qualifizierung ihrer Mitarbeiter. Um durch das eigene Handeln zum erfolgreichen Lernen der Mitarbeiter beizutragen, müssen Führungspersonen die Rolle eines Befähigers und Unterstützers einnehmen. Die Führungskräfte sollen durch Trainingsmaßnahmen dazu befähigt werden, das Lernen im Prozess der Arbeit ihrer Mitarbeiter systematisch und professionell zu begleiten (s. ARBEITGEBERVERBAND GESAMTMETALL 2011, S. 10).

Zusammenfassend kann gesagt werden: Lernförderlichkeit liegt nach dieser Sichtweise in der Schaffung geeigneter, insbesondere qualifikatorischer und kultureller Rahmenbedingungen für das Lernen im Allgemeinen und das Lernen in der Arbeit im Besonderen begründet. Dabei ist unter „Kultur“ eine Fokussierung der analytischen und gestalterischen Aufmerksamkeit im Unternehmen auf die Lernförderlichkeit (oder -hinderlichkeit) von Organisations- und Arbeitsplatzmerkmalen zu verstehen.

Lernende Organisation

Der Ansatz der lernenden Organisation fußt auf Managementlehre, Systemtheorie und Organisationspsychologie. Unter dem Begriff „Organisationales Lernen“ geht es nach MARCH U. SIMON um Such- und Veränderungsprozesse von Routinen in einer Organisation (s. MARCH U. SIMON 1958). ARGYRIS U. SCHÖN sehen es als das Finden und Korrigieren von Fehlern an und prägen die Begriffe „*single-loop-*“ und „*double-loop-learning*“ als verschiedene Lernstufen einer Organisation (s. ARGYRIS U. SCHÖN 1978). Das Konzept entwickelt sich in den 90er Jahren, getrieben durch SENGE, weiter zur „Lernenden Organisation“ (s. SENGE 1990). ARGYRIS U. SCHÖN schließen eine weitere Veröffentlichung an (s. ARGYRIS U. SCHÖN 1996). Die OECD definiert die lernende Organisation als eine Organisation, die Führungsinstrumente, welche sich mit der Verbesserung des individuellen und organisationalen Lernens beschäftigen, fördert und vorantreibt (s. OECD 2010). Dabei sind lernende Organisationen dadurch charakterisiert, dass sie die Fähigkeit besitzen, durch Lernen zu wachsen, zu konkurrieren und sich kontinuierlich anzupassen (s. OECD 2010, S. 9). MÜHLBRADT stellt aus konstruktivistischer Sicht die Bedeutung organisationaler Muster der Wahrnehmung und Informationsverarbeitung in Organisationen heraus (s. MÜHLBRADT 1996). REDDING versteht eine Lernende Organisation als eine, die absichtsvoll Lernkapazitäten aufbaut und diese mit allen Aspekten der Organisation vernetzt (s. REDDING 1997). Die OECD sieht große Übereinstimmungen zwischen dem Organisationales Lernen und der Lernenden Organisation (s. OECD 2010, S. 21).

Beide beschreiben als Kernfunktion die Übersetzung von Informationen in geschäftlichen Erfolg durch individuelles, teambezogenes und organisationales Lernen (s. OECD 2010, S. 21). Organisationales Lernen ist dabei stets mehr als die bloße Addition des Lernens von einzelnen Mitgliedern der Organisation. So stellt beispielsweise Senge die Bedeutung von Teams für die Lernende Organisation heraus, denn Team und nicht Individuen stellen die fundamentale Lerneinheit in modernen Organisationen dar (s. SENGE 1990, S. 10; UNGER 2002).

Auch die Entwicklung des Konzepts der Business Excellence kann in die Kategorie Lernende Organisation eingeordnet werden. Die *European Foundation for Quality Management* (EFQM) wird 1989 gegründet und veröffentlicht das *EFQM Business Excellence Model* im Jahr 1991. Neben dem bereits erwähnten Konzept von ARGYRIS U. SCHÖN (vgl. ARGYRIS U. SCHÖN 1978) ist es in jüngerer Zeit vor allem SENGE, der mit seinen Arbeiten zur „Fifth Discipline“ konzeptionelle Beiträge liefert (vgl. SENGE 1990).

Im Bereich der Messung und Bewertung legen beispielsweise OUDEJANS ET AL. mit dem *Questionnaire for Learning Organizations* ein auf SENGE basierendes Instrument vor (s. OUDEJANS ET AL. 2011). Die Dimensionen lauten:

- Personal Mastery
- Mental Models
- Team Learning
- Systems Thinking

Das EFQM-Selbstbewertungsinstrument kann ebenfalls als eine Anwendung zur Messung und Bewertung dieser Arbeiten zugeordnet werden. Mit „The Fifth Discipline“ legt SENGE außerdem eine Methodensammlung („Toolbook“) zur Gestaltung der lernenden Organisation vor (SENGE 1990).

Als Beispiel für ein Instrument, welches einen deutlichen Bezug zum Organisationalen Lernen aufweist, sei KATA genannt (vgl. ROTHER 2009). Es handelt sich dabei um ein Management-Konzept, welches den kontinuierlichen Verbesserungsprozess im Unternehmen durch eine Top-down-Kaskade aus Coach-Lerner-Paaren in Verbindung mit einem ausgefeilten Methoden- und Kommunikationskonzept betreiben will und dabei explizit auf die Schaffung und Festigung von Verhaltensroutinen („habits“) abzielt (s. ROTHER 2009, S. 3). Obschon personale Lernziele in KATA durchaus adressiert werden, stehen die Lern- beziehungsweise Verbesserungsziele der Organisation dabei eindeutig im Vordergrund.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Der Ansatz Organisational Learning / Lernende Organisation ist angelegt als Multi-Ebenen-Konzept mit Betonung der Bedeutung von Kultur. Hier bestehen beträchtliche Überschneidungen mit dem Konzept Lernkultur. In Abgrenzung kann formuliert werden, dass es der Lernenden Organisation um eine ganzheitliche Sicht auf die Organisation in Verbindung mit ihrer Umwelt geht und die Lernziele der Organisation dabei im Fokus stehen. Lernkultur fokussiert hingegen stärker förderliche und hemmende Bedingungen der Kompetenz- und Potenzialentwicklung.

Lernförderliche Produktionssysteme

Unter dieser Überschrift finden sich verschiedene Arbeiten zur Lernförderlichkeit von Produktionssystemen. Der Begriff „Produktionssystem“ wird wie folgt definiert: „Ein Produktionssystem wird ... als ein System zur strategischen Ausrichtung und Gestaltung der Arbeitsumgebung im gesamten Unternehmen verstanden. Es regelt Zuständigkeiten, legt Abläufe und Vorgehensweisen fest und stellt Methoden bereit. Nicht zuletzt definiert ein Produktionssystem die Führungsrollen und -aufgaben“ (HOFMANN U. KORGE 2011, S. 68). NEUHAUS nennt folgende Kernmerkmale von Produktionssystemen:

- Standardisierung
- Visualisierung
- Kennzahlen
- Auditierung
- Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)
- Arbeit in Teams (s. NEUHAUS 2008, S. 28)

Trotz dieser in der Regel anzutreffenden gemeinsamen Merkmale sind Produktionssysteme in ihrer tatsächlichen Umsetzung unternehmensindividuell (vgl. SPATH 2003, S. 10).

Produktionssysteme bezeichnen eine Weiterentwicklung von Elementen der „Lean Production“ zu Systemen aufeinander abgestimmter Methoden (s. LAY U. NEUHAUS 2005, S. 34). Der Nutzen eines sogenannten ganzheitlichen Produktionssystems liegt in der deutlichen Verbesserung der Durchlaufzeiten, der Qualität und der Variantenbeherrschung. Gleichzeitig ist auch der Effekt des japanischen Konzepts auf Innovationszyklen, die technische Innovationshöhe und die Wirtschaftlichkeit nicht zu vernachlässigen (s. ADAMI U. HOUBEN 2008, S. 66). Die Verbreitung von Produktionssystemen in der industriellen Praxis ist vor diesem Hintergrund beträchtlich und nimmt weiter zu (vgl. SPATH 2003, S. 9; PFEIFFER 2008, S. 144ff.; OECD 2010, S. 44).

BAUER ET AL. stellen Ergebnisse aus dem Projekt „länger leben. länger arbeiten. länger lernen“ dar, welches 2007 in Zusammenarbeit mit Verbänden der M + E Industrie verabredet wurde. Es untersucht unter wissenschaftlichen Bedingungen, wie sich der Prozess des Alterns im Unternehmen als lernförderlich gestalten lässt (s. BAUER ET AL. 2010, S. 1). Neben Trainingskonzepten für Beschäftigte und Führungskräfte wurde dabei insbesondere das Idealmodell eines lernförderlichen Produktionssystems entwickelt. Im Kontext der Diskussion um die Weiterentwicklung von Lean Management wird aktuell das „Shop-Floor Management stärker thematisiert“ (vgl. bspw. PETERS 2009; DOMBROWSKI U. MIELKE 2013; DOMBROWSKI ET AL. 2014). Diese Arbeiten zielen vor allem auf Defizite in der Umsetzung von Produktionssystemen ab, die in der mangelnden Konzeption und Umsetzung von kontinuierlichen Lern- und Veränderungsprozessen am Ort der Wertschöpfung beruhen. Dabei kommt den operativen Führungskräften eine entscheidende Rolle zu, da diese die Verbindung zwischen der schlanken Produktion und einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess im Unternehmen darstellen (s. DOMBROWSKI U. MIELKE 2013, S. 570). Die Projektergebnisse von Gesamtmetall, die unter Beteiligung eines Arbeitskreises aus Unternehmen der M+E-Industrie erarbeitet wurden, sind in dem Handbuch „Wettbewerbsfähigkeit durch Lernen“ dokumentiert, das zeigen soll „[...] wie ein Produktionssystem aussieht, das zu ständigem, eigenverantwortlichem Lernen anregt und wie die Rahmenbedingungen zu gestalten sind, damit Lernen bestmöglich unterstützt wird.“ (BAUER ET AL. 2010, S. 15).

Der Ansatz fußt auf der Arbeits- und Organisationspsychologie sowie auf Methoden des Lean Managements und des Industrial Engineerings. Das Idealmodell besteht aus über 140 Aspekten, die Erfolgsfaktoren der Lernförderlichkeit darstellen und vertikal nach Gestaltungsfeldern (Managementansätzen) sowie horizontal nach sogenannten Lernsäulen geordnet sind. Die einzelnen Aspekte sind stichwortartig in positiver Formulierung beschrieben (z. B. „Die Reflexion von Erfahrungen wird unterstützt“), um damit den Charakter eines Benchmarking-Instruments zu betonen.

Ordnet man die einzelnen Merkmale nicht nach Lernsäulen und Gestaltungsfeldern, sondern unter Zuhilfenahme von Begrifflichkeiten, wie sie in den Abschnitten 3.2.1-5 Verwendung finden, so können sie recht passgenau den folgenden Kategorien zugeordnet werden:

- Ziele und Kommunikation
- Führung
- Arbeitsorganisation
- Technik, Medien und Instrumente
- Personalentwicklung
- Eigenverantwortung

Abbildung 2 zeigt das Ergebnis dieser Zuordnung für gut ein Drittel der Merkmale, wobei doppelte Nennungen entfallen und nicht alle Merkmale unmittelbar zugeordnet werden können. Der Ansatz weist in dieser Perspektive ausgeprägte Parallelen zu den bereits vorgestellten Ansätzen auf.

Die Kategorien „Ziele und Kommunikation“, „Führung“ und „Personalentwicklung“ entsprechen recht genau den Forderungen aus den Bereichen Lernkultur und Lernende Organisation und stecken den Rahmen des Mehrebenen-Konzepts ab. „Arbeitsorganisation“ und „Mitarbeiter/-in“ finden ihr Gegenstück in den lernhaltigen Arbeitsaufgaben und der dort geforderten Komplexität und Selbstständigkeit. In Übereinstimmung mit dieser Sichtweise schreiben ADAMI U. HOUBEN, dass eine Umverteilung von Aufgaben und Verantwortung auf die unterste Produktionsebene von vielen der Methoden eines ganzheitlichen Produktionssystems angestrebt wird (s. ADAMI U. HOUBEN 2008, S. 71). Die Kategorie „Technik, Medien und Instrumente“ schafft schließlich eine Verbindung zum Ansatz der arbeitsorientierten Lernformen.

Deutlich wird jedoch auch, dass im Idealmodell die Begriffe „Standardisierung“ und „Verbesserung“ eine zentrale Rolle spielen. Aus dem Spannungsverhältnis zwischen der Notwendigkeit der Standardisierung sowie der Durchsetzung und Einhaltung von Standards einerseits und dem Zwang zur ständigen Verbesserung andererseits ergeben sich unter dem Schlagwort „Flexible Standardisierung“ spezifische Lernanforderungen. Darin zeigt sich ein eigenständiger Charakter.

Eine weitere Ausarbeitung in Form eines Bewertungsinstruments liegt derzeit nicht vor, wird aber von HOFMANN U. KORGE als Balanced Scorecard mit Kenngrößen zur Lernförderlichkeit des Produktionssystems gefordert (s. HOFMANN U. KORGE 2011). Auf das Idealmodell abgestimmte Gestaltungsinstrumente werden in Form von Trainingskonzepten für Beschäftigte und Führungskräfte vorgelegt. Im Trainingskonzept „Führungskraft als Lerncoach“ sollen Führungskräfte durch ihr eigenes Handeln und durch ihre Vorgaben zum erfolgreichen Lernen der Mitarbeiter beitragen (s. HOFMANN U. KORGE 2011, S. 10)

Ziele & Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> • Ziele sind S.M.A.R.T. • Zieltransparenz und -kommunikation • Regelkommunikation • Jahrespläne und Roadmaps • Kultur: Vertrauen, Offenheit, Rückmeldung • offene und frühzeitige Kommunikation von Veränderung • Zielvereinbarungsprozess • Ziel- und Entwicklungsgespräche
Führung	<ul style="list-style-type: none"> • Führungsspanne, Führungskräfte sind vor Ort • Ressourcen, Unterstützung für Führungskräfte • Personalentwicklung als Führungsaufgabe • Sorgen für Handlungsspielräume • Führen mit Zielen • lernförderliche Führung • Vorschläge erfragen • geführtes Problemlösen und Experimentieren • Training (Coaching) als Führungsaufgabe • Helfen beim Ausfüllen von Handlungsspielräumen • Zielverfolgung und Sicherung von Standards als Führungsaufgabe • Unterstützung der Mitarbeiter bei der Zielerreichung
Arbeitsorganisation	<ul style="list-style-type: none"> • angemessene Handlungsspielräume • dynamische Handlungsspielräume • Kommunikation und Interaktion in der Arbeit • horizontale, vertikale, auch kleine Entwicklungspfade und -angebote • Reduzierung von Verschwendung, Problemlösen u. Verbessern als Aufgabe • Erprobungs- und Experimentiermöglichkeiten in der Arbeit • Umsetzung von Lösungen als Aufgabe • Beteiligung an der Entwicklung von Standards • Standardisierung und Zielerreichung ist Tagesgeschäft
Technik, Medien, Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> • Informationen, ZDF (Zahlen, Daten, Fakten), Ziele und Kennzahlen sind zugänglich / Visualisierung am Arbeitsplatz • Standards zur Informationsbereitstellung und Dokumentation • KVP-Werkstätten, -Instrumente und -Ressourcen • Analyse- und Problemlösungsmethoden • Aufgabenstandards, Aufgabenbeschreibung am Arbeitsplatz
Personalentwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • zielorientierte Personalentwicklung • Mitarbeiter- und Zielerreichungsgespräche • Anforderungsprofile und Qualifikationsmatrizen • Impulsschulungen • Instrumente für Lernziele, zum Lernmanagement und Transfer • Lerninseln • Workshops
Mitarbeiter/in	<ul style="list-style-type: none"> • Mitarbeiter wissen um Zusammenhänge und Aufgaben • Mitarbeiter wissen um Kompetenzen, Lernbedarfe, Leistung und Sozialverhalten • Beiträge der Mitarbeiter werden anerkannt • Mitarbeiter geben Rückmeldungen • Mitarbeiter leiten eigenen Lernbedarf (Lernaufgaben) ab • Mitarbeiter sind beteiligt, Erkenntnisse und Erfahrungen werden genutzt • Mitarbeiterverantwortung und Vorschläge für Zielerreichung • Mitarbeiter fordern bei Bedarf Unterstützung • Mitarbeiter wissen um die Bedeutung von Standards

Abb. 2: Erfolgsfaktoren (eigene Darstellung i. A. a. BAUER ET AL. 2010)

DOMBROWSKI U. MIELKE legen im Kontext des Shopfloor-Managements Prinzipien des „Lean Leaderships“ vor:

- Improvement Culture
- Self-Development
- Qualification
- Gemba
- Hoshin Kanri (s. DOMBROWSKI U. MIELKE 2013)

DOMBROWSKI ET AL. schlagen eine Vorgehensweise nach dem Vorbild des Regelkreises vor, um verschiedene Elemente für die Entwicklung der ganzheitlichen Produktionssysteme (GPS) nutzbar zu machen (s. DOMBROWSKI ET AL. 2014). So sollen Ziele und Kennzahlen in „... ein tägliches Führungsinstrument, das von allen Mitarbeitern am Ort der Wertschöpfung erfahren und verstanden wird“ eingebunden werden (DOMBROWSKI ET AL. 2014, S. 21). Dieser Regelkreis „... verknüpft das Kennzahlensystem mit hierarchieübergreifenden, zeitlich strukturierten Regelbesprechungen nahe an den Wertschöpfungsprozessen und sichert mit Blick auf eine lernende Organisation das aktive Auseinandersetzen mit Zielabweichungen.“ (DOMBROWSKI ET AL. 2014, S. 23).

Zusammenfassend kann gesagt werden: Lernförderlichkeit liegt nach dieser Sichtweise in einem Mix aus Merkmalen der Arbeitstätigkeit, arbeitsorientierten Lernformen und lernkulturellen Aspekten vor dem Hintergrund von GPS begründet. GPS sind lernförderlich, wenn sie diese Erfolgsfaktoren beinhalten.

Lernintensität verschiedener Organisationsformen

LORENZ U. VALEYRE haben eine Typologie von Organisationsformen und der damit einhergehenden Lernintensität anhand einer umfassenden europäischen Studie definiert (s. LORENZ U. VALEYRE 2005). Ihnen zufolge geht eine lernförderliche Arbeitsorganisation mit einem höheren Innovationsgrad des jeweiligen Unternehmens einher. Weitere großangelegte Studien konnten dies ebenfalls bestätigen (vgl. ARUNDEL ET AL. 2007; LUNDEVALL 2013). LORENZ U. VALEYRE unterscheiden mit „*traditional*“, „*taylorist*“, „*discretionary learning*“ sowie „*lean production*“ vier grundlegende Typen der Arbeitsorganisation bei Unternehmen (s. LORENZ U. VALEYRE 2005). Unter „*traditional*“ werden Unternehmen zusammengefasst, deren Arbeitsorganisation eher informeller und wenig strukturierter Form sind. Ebenso wie die „*traditional*“ Unternehmen erwies sich die *tayloristische Arbeitsorganisation*, die eine geringe Komplexität sowie geringe Eigenständigkeit der Arbeitsaufgaben aufweist, als weniger lernförderlich. Das heißt, dass die Unternehmen

beider Gruppen im Vergleich einen geringeren Innovationsgrad erreichten. Erwartungsgemäß zeigte sich für die Gruppe der „*Discretionary learning*“-Unternehmen ein deutlich höherer Innovationsgrad und damit auch eine stärkere Lernintensität. Somit konnte belegt werden, dass die Arbeitsorganisation nach Gesichtspunkten der autonomen Gruppenarbeit mit einer ausgeprägten Selbständigkeit und einer hohen Aufgabenkomplexität lernförderlicher ist. Allerdings bleibt an dieser Stelle zu hinterfragen, wie viele Unternehmen ihre Arbeitsorganisation derzeit tatsächlich so gestalten. So stellte LAY fest, dass bspw. der Einsatz teilautonomer Gruppenarbeit nur eine sehr begrenzte Reichweite hat (s. LAY 2006, S. 37). Denn immer noch ist zumindest in der Produktion der größte Anteil der Unternehmen stärker an den Prinzipien der „*lean production*“ ausgerichtet. Für diese Gruppe zeigte sich ebenfalls, dass eine höhere Lernintensität beobachtet werden konnte. So scheint das im Gegensatz zum „*discretionary learning*“-Typ eher organisational ausgerichtetes Lernen, wie bspw. durch kontinuierliche Verbesserungsprozesse, einen ähnlich hohen Effekt auf den Innovationsgrad und damit die Lernintensität zu haben (s. LORENZ U. VALEYRE 2005). Allerdings ist dabei auch zu beachten, dass viele der hiesigen Unternehmen, die „*lean production*“-Prinzipien anwenden, nur selten tatsächlich die organisationalen Lernkonzepte, wie bspw. kontinuierliche Verbesserungsprozesse, einsetzen (vgl. DOMBROWSKI U. MIELKE 2013, S. 572).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Lernförderlichkeit in dieser Sichtweise als Folge eines bestimmten Typs der Arbeits- und Betriebsorganisation verstanden werden kann. Dabei können hoch lernintensive und gering lernintensive Formen deutlich differenziert werden. Die *taylorist forms* und die *simple forms* sind gering lernintensiv. Bei den *taylorist forms* kommt erschwerend hinzu, dass individuelle und kollektive Lernprozesse in der Arbeit aus theoretisch-methodischer Sicht grundsätzlich unerwünscht sind (vgl. UNGER 2012). *Lean forms* und *learning forms* stellen beide lernintensive Formen dar, auch wenn deutliche Unterschiede in Lernmustern zwischen den Ansätzen bestehen. Der noch höheren Ausprägung der Lernintensität bei *learning forms* liegt zumindest zu Teilen eine Wechselwirkung von Aufgaben- und Personenmerkmalen zugrunde, worauf LORENZ U. VALEYRE selbst hinweisen: Personen mit hohen Qualifikationsgraden besetzen Tätigkeiten, die hochgradig autonom und selbststeuernd sind (vgl. BERGMANN U. RICHTER 2003, S. 41).

2.2 Integratives Modell der Lernförderlichkeit

Lernen im Prozess der Arbeit, so wird deutlich, entsteht und besteht nicht zufällig, sondern systematisch in Abhängigkeit von identifizierbaren Ursachen und Bedingungen. So können Settings geringer und hoher Lernintensität anhand einer Reihe von Merkmalen voneinander unterschieden werden. Die Lernförderlichkeit von menschlicher Arbeit ist somit grundsätzlich gestaltbar.

Zwischen den weiter oben dargestellten einzelnen Sichtweisen und Ansätzen werden Übereinstimmungen wiederholt sichtbar. So überlappen sich Ansätze arbeitsorientierter Lernformen mit Lösungsvorschlägen aus dem Bereich Wissensarbeit und diese wiederum mit Konzepten zu lernhaltigen Arbeitstätigkeiten. Konzepte wie Lernkultur, Lernförderliche Produktionssysteme und Lernende Organisation zeigen den gemeinsamen Charakter eines organisationsbezogenen Multi-Ebenen-Konzepts und weisen zahlreiche übereinstimmende Elemente auf. In Bezug auf die lernförderliche Gestaltung von Arbeitsaufgaben finden sich Übereinstimmungen zwischen den Ansätzen zum Lerngehalt von Arbeitstätigkeiten und zu lernförderlichen Produktionssystemen, indem in beiden Ansätzen Handlungsspielräume sowie eine Beteiligung der Beschäftigten in Verbindung mit Eigenverantwortung gefordert werden. Die Bedeutung von Information und Rückmeldung wird ebenfalls in beiden Sichtweisen herausgestellt. Die Wechselwirkung zwischen Aufgabe und Person wird gleichfalls in beiden Sichtweisen gesehen. So werden angemessene

und dynamische Handlungsspielräume gefordert, um inter- und intraindividuellen Differenzen gerecht werden zu können.

In der Gegenüberstellung der zwei lernförderlichen (*learning, lean*) Formen der Arbeits- und Betriebsorganisation werden jedoch auch deutliche Unterschiede sichtbar. Während die Argumentation für komplexere Arbeitstätigkeiten mit den *learning forms* korrespondiert, dabei stark personenbezogen ist und die Förderung der Persönlichkeit des Lernenden als oberstes Ziel betrachtet, ziehen Konzepte zu lernförderlichen Produktionssystemen engere Grenzen bei der Gestaltung von Tätigkeiten – weisen dafür aber mit Kernelementen wie CIP (*Continuous Improvement Process*), Auditierung, Regelkommunikation und Kennzahlen starke Bezüge zum organisationalen Lernen auf. Diese unterschiedliche Orientierung ist geeignet, das Vorhandensein verschiedener Lernmuster bei gleichzeitig ähnlich hoher Lernintensität zu erklären. In Abgrenzung dazu liegt in den *simple forms* und *tayloristic forms* weder eine ausgeprägte personale noch organisationale Lernorientierung vor.

Vor dem Hintergrund dieser Überlegung wird nachfolgend ein integratives Modell der Lernförderlichkeit als Arbeitsmodell vorgeschlagen, welches die referierten Antworten in ein gemeinsames Rahmenmodell einordnet. Abbildung 3 zeigt das Modell. „Lernen im Prozess

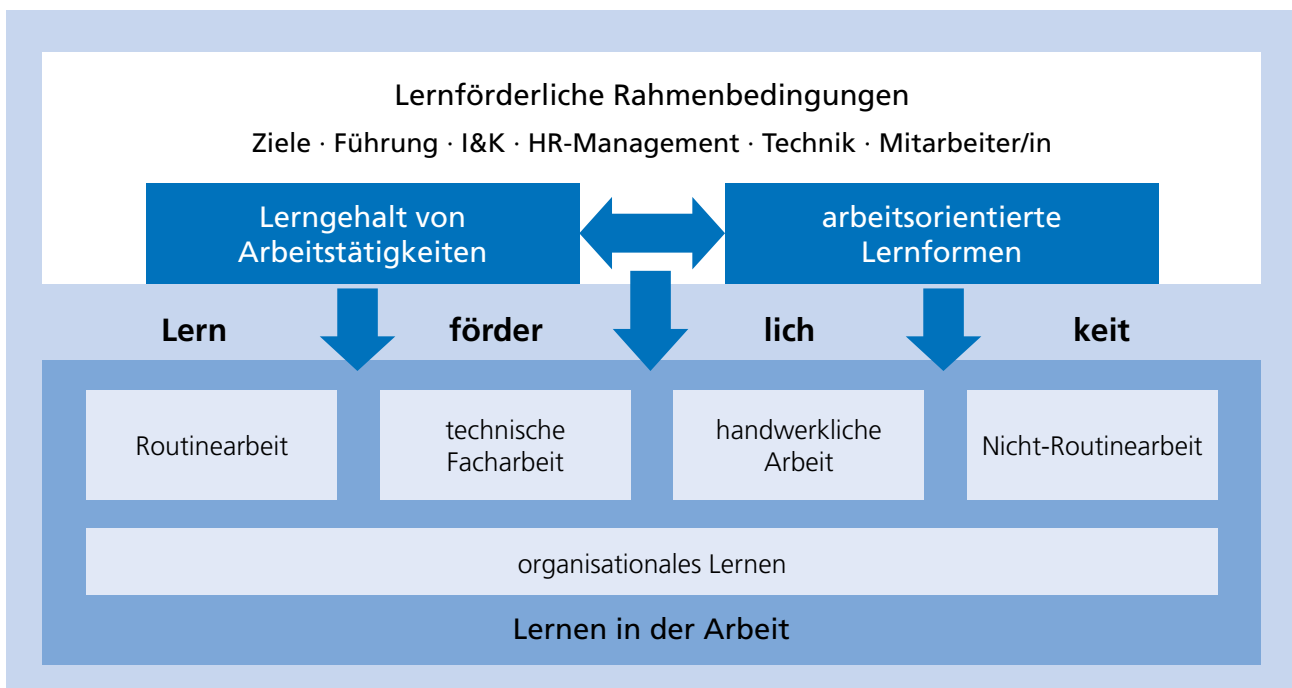


Abb. 3: Integratives Modell der Lernförderlichkeit

Bereich	Erläuterung
Ziele	klare und verbundene Ziele auf allen Ebenen sowie Personalentwicklung als Ziel
Führung	für LiPA geeignetes Führungsverhalten und geeignete Führungsspannen
Information und Kommunikation	Verfügbarkeit von Informationen sowie geeignete Kommunikationsprozesse
Human-Resource-Management	Kapazitäten und Kompetenzen für Personaleinsatz und Personalentwicklung
Technik	technische Infrastruktur (Hard- und Software) sowie Kompetenzen für I&K-Lösungen und Medien
Mitarbeiter/-in	Lernbereitschaft und Bereitschaft zur Übernahme von Verantwortung

Tab. 1: Lernförderliche Rahmenbedingungen

der Arbeit“ wird durch die Gestaltungsbereiche „Lernförderliche Rahmenbedingungen“, „Lerngehalt von Arbeitstätigkeiten“ und „Arbeitsorientierte Lernformen“ maßgeblich bestimmt. Letztere interagieren miteinander und stehen gemeinsam vor dem Hintergrund lernförderlicher Rahmenbedingungen. Zusammen entfalten diese Gestaltungsbereiche eine lernförderliche Wirkung, indem sie Lernprozesse in der Arbeit begünstigen beziehungsweise lerngünstige Voraussetzungen dafür schaffen.

Bei den Rahmenbedingungen können, vor dem Hintergrund der Ansätze zu Lernkultur, Lernförderliche Produktionssysteme und Lernende Organisation, sechs maßgebliche Bereiche für die Schaffung geeigneter Lernförderlicher Rahmenbedingungen identifiziert werden (Tabelle 1).

Im Gestaltungsbereich *Lerngehalt von Arbeitstätigkeiten* ist die Analyse und Gestaltung von Arbeitsaufgaben angesiedelt. Die Analyse von Tätigkeiten, Aufgaben und Wissensgrundlagen ist zentral für die Gestaltung von Tätigkeiten wie für die Auswahl und Gestaltung von arbeitsorientierten Lernformen. Bei der Anpassung von Lernanforderungen und Lernvoraussetzungen sind die Tätigkeitsmerkmale Komplexität und Selbständigkeit zentrale Dimensionen. Diese Merkmale fördern ihrerseits intrinsische Lernmotivation und ermöglichen Lernprozesse. Intra- und interindividuelle Unterschiede verweisen auf die Notwendigkeit einer differentiell-dynamischen Arbeitsgestaltung.

Wie gezeigt wurde, sind grundlegende arbeitsorganisatorische Paradigmen sehr bedeutsam für Ausmaß und Charakter von Lernmöglichkeiten in der Arbeit. Die Paradigmen „*learning*“ und „*lean*“ weisen dabei beide starke, aber unterschiedliche Lerncharakteristika

auf. Diese Paradigmen wirken unterschiedlich auf lernförderliche Rahmenbedingungen, lernhaltige Tätigkeiten und arbeitsorientierte Lernformen und schaffen so unterschiedliche betriebsspezifische Ausprägungen der Lernförderlichkeit, die sich in ihren Zielen, Strategien, Beteiligten und beobachtbaren Lernsituationen unterscheiden.

Im Gestaltungsbereich *Arbeitsorientierte Lernformen* sind Vorgehensweisen, Methoden und Instrumente angesiedelt, welche das Lernen im Prozess der Arbeit durch eine spezielle arbeitsorientierte Didaktik und Methodik mit und ohne Informationstechnologie unterstützen. Die Spanne der Einsatzoptionen für arbeitsorientierte Lernformen reicht dabei von (relativ) einfachen Tätigkeiten bis zu hochqualifizierter Wissensarbeit und von nichttechnischen Instrumenten (z. B. „kollegiale Beratung“) bis zu technisch aufwendigen Lösungen („Kognitive Assistenzsysteme“). Das tatsächliche Lernen im Prozess der Arbeit findet, wie in Abbildung 3 im unteren Teil dargestellt, in verschiedenen Tätigkeitsarten statt, die nach dem oben dargestellten Modell von PERROW modelliert werden, ergänzt um das organisationale Lernen (s. PERROW 1967).

Beim individuellen arbeitsorientierten Lernen sollen, konzentriert auf die einzelne konkrete Person, Lernmotivation und Lernerfolg gesteigert und der Lernaufwand gesenkt beziehungsweise effektiver genutzt werden. Solche Lernformen finden beispielsweise Anwendung, wenn es darum geht, Beschäftigte gezielt fortzubilden (vgl. KROGOLL ET AL. 1988). Lerngehalte und passende Lernformen unterscheiden sich zwischen den Tätigkeitsarten. Es handelt sich stets um individuelle Aus-, Fort- und Weiterbildung; der organisationale Fokus ist schwach ausgeprägt und besteht in kaum mehr als dem Zugewinn qualifizierter Personen in einem Un-

ternehmen, so dass das Intellektuelle Kapital der Organisation in Form von Humankapital erhöht wird (s. ALWERT ET AL. 2008).

Beim organisationalen Lernen stehen die Lernziele der Organisation im Mittelpunkt. Dieses Lernen findet in Teams statt, worauf SENGE aufmerksam macht, wenn er Teams als „*fundamental learning units*“ für die Organisation bezeichnet (s. SENGE 1990, S. 10). Teams sind der entscheidende Mechanismus, um individuelle Lernprozesse mit organisationaler Wirksamkeit zu versehen. Das arbeitsorientierte Lernen durch Teams verbindet die Idee von SENGE mit den Kernmerkmalen von LiPA, d. h. einem Lernen mit räumlich-organisatorischer Nähe zum Arbeitsplatz und inhaltlich-didaktischem Bezug zur Arbeitstätigkeit des Lernenden, wobei die Arbeitsanalyse Bestandteil der Tätigkeit selbst wird. Reichweite und Wirksamkeit organisationaler Lernprozesse werden gesteigert, indem der Kreis der Beteiligten erhöht und gleichzeitig von abstrakten zu konkreten Fragestellungen und Inhalten übergegangen wird. Als Erträge aus solchen Lernprozessen kommt in erster Linie ein Zuwachs an Struktur- und Beziehungskapital auf Seiten des Unternehmens in Frage (s. ALWERT ET AL. 2008). In zweiter Linie erwerben die teilnehmenden Personen Handlungskompetenz.

Die Forderung nach Arbeitsorientierung grenzt diesen Lernbereich von der Mitwirkung an einmaligen Veränderungsprozessen ab, indem die Regelmäßigkeit von Aufgaben herausgestellt wird: Kontinuierliche Verbesserung geht in die Arbeitstätigkeit ein, nicht jedoch eine Beteiligung an seltenen, fundamentalen Change-Prozessen. Als Beispiel sei der KATA-Ansatz zum Management des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses genannt (vgl. ROTHER U. KINKEL 2013). Zwar sieht KATA das individuelle Lernen explizit vor, indem über Coach-Lerner-Paarungen individuelle Methodenkompetenz trainiert wird. Diese Lerninhalte werden jedoch nicht durch individuelle Bedarfe und Ziele bestimmt, sondern durch die Funktionsweise von KATA hervorgerufen. Sie sind dem organisationalen Lernziel untergeordnet, denn KATA dient nicht primär dem individuellen Lernen und individuellen Bildungszielen, sondern dem Lernen der gesamten Organisation.

Abschließend kann zum integrativen Modell der Lernförderlichkeit gesagt werden, dass oberer und unterer Teil des Modells – also Lernförderlichkeit und LiPA – hinsichtlich ihrer jeweiligen Elemente in systematischen Zusammenhängen stehen. Zur Gestaltung von Lernförderlichkeit wie zur Bewertung von LiPA ist jeweils eine differenzierte Betrachtung der Tätigkeiten erforderlich.



3 Formen des Lernens im Prozess der Arbeit

Unter dem Lernen im Prozess der Arbeit (LiPA) – oder kürzer – dem arbeitsorientierten Lernen werden Lernformen verstanden, welche in den Arbeitsprozess integriert sind oder sich eng an ihn anlagern. Ein derartiges arbeitsorientiertes Lernen weist, gerade vor dem Hintergrund der Herausforderungen durch die Digitalisierung der Arbeitswelt, eine Reihe von wertvollen Eigenschaften auf. In der Abbildung 4 werden diese im Überblick dargestellt. Dabei wird eine pragmatische Unterscheidung vorgenommen zwischen dem arbeitsorientierten Lernen für die Arbeit, im Sinne des individuellen Erlernens von Arbeitsaufgaben, und dem arbeitsorientierten Lernen aus der Arbeit als

organisationalem Lernen, welches der Verbesserung von Wertschöpfungsprozessen und der Umsetzung von Innovationen dient. Beide Formen weisen wesentliche Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschiede auf. Neben den unmittelbaren Nutzeffekten für beide Lernvarianten gibt es wertvolle Wechselwirkungen zwischen den Varianten in Form von Feedforward- und Feedback-Effekten. Arbeitsorientierte Lernformen zielen nicht nur auf Wissensvermittlung, sondern auch auf den Aufbau von Handlungskompetenz ab. Diese fördert ebenfalls das Lernen aus der Arbeit. Letzteres stellt eine ständige Lernpraxis dar, welche wiederum das Erlernen neuer Inhalte in Veränderungsprozessen erleichtert.

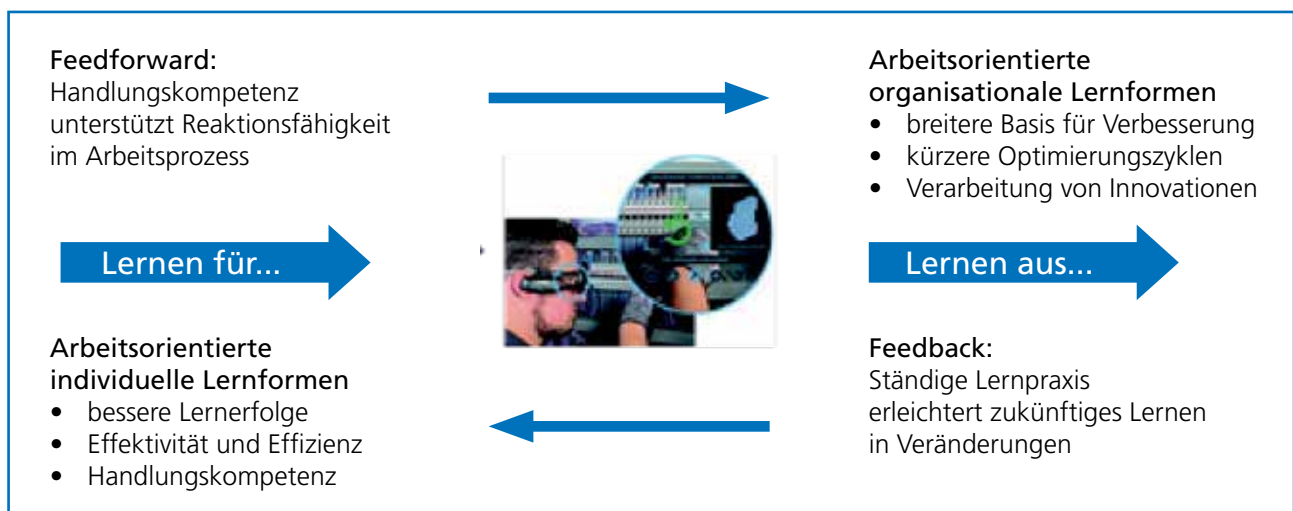


Abb. 4: Wirkungen und Wechselwirkungen des arbeitsorientierten Lernens

3.1 Lernen für die Arbeit

Systematik für Rahmenbedingungen

Im folgenden Teilabschnitt wird das Funktionskonzept des ELIAS-Planungstools als Gesamtkonzept näher beleuchtet. Dabei wurden die Anforderungen aus den verschiedenen Teilbereichen in ein kohärentes Funktionskonzept integriert. Vorgestellt werden eine detaillierte Funktionsbeschreibung sowie Kataloge für Methoden und Technologien.

Definition der Funktionsbeschreibung

Aufbauend auf den Ergebnissen der Arbeitspakete I und II wurden die in die Entstehung von Arbeitssystemen eingebundenen Akteure identifiziert. Hierzu wurden in den jeweiligen Unternehmen Workshops

durchgeführt, in denen mit Vertretern des Industrial Engineerings, IT-Abteilungen, Personalentwicklung und Betriebsräten Voraussetzungen, Anforderungen und Gestaltungsoptionen diskutiert wurden. Neben der Notwendigkeit einer intensiveren Vernetzung und Kooperation zwischen den verschiedenen Abteilungen ist auf Seiten der Produktionsunternehmen eine Einbindung von Maschinen- und Anlagenherstellern und Fabrikplanern erforderlich, um eine lernförderliche Arbeitssystemgestaltung sicherzustellen. Als Grundlage für die Analyse wurde die von SENDEREK ET. AL. entwickelte Systematik (siehe Abbildung 5) verwendet (SENDEREK ET. AL. 2015)², welche im Folgenden näher erläutert wird.

²SENDEREK, R.; MÜHLBRADT, T. U. BUSCHMEYER, A. (2015) Buchbeitrag Demografiesensibles Kompetenzmanagement für die Industrie 4.0 In: Exploring demographics – Transdisziplinäre Perspektiven der Innovationsfähigkeit im demografischen Wandel. Hrsg.: JESCHKE, S., RICHTERT, A., HEES, F. U. JOOB, C., Wiesbaden: Springer VS. S. 281-295

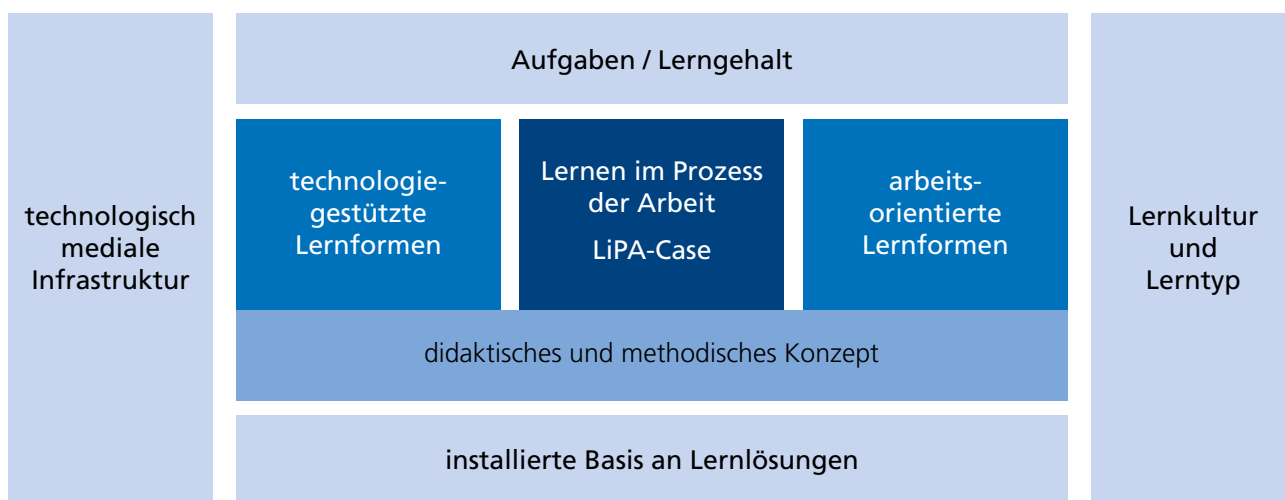


Abb. 5: Systematik für arbeitsintegrierte Lernlösungen

Zentrale Rahmenbedingung für die Gestaltung von arbeitsorientierten Lernkonzepten und entsprechenden unterstützenden Technologien sind die tatsächlich zu bewältigenden Arbeitsaufgaben und der damit verbundene **Lerngehalt von Arbeitstätigkeiten**. Lernprozesse in Form von gewonnenen Erfahrungen und Einsichten finden in Arbeitsprozessen meist durch die Auseinandersetzung mit Arbeitsanforderungen und -ergebnissen sowie durch die Ausführung von Arbeitsaufgaben statt. Somit definiert die Summe aller wiederkehrenden Arbeitsaufgaben die Arbeitstätigkeit einer Person. Art und Inhalt dieser Arbeitsaufgaben sind wiederum bestimmend für den Lerngehalt der Arbeit (s. MÜHLBRADT 2014, S. 8). Für die Bestimmung des Lerngehalts von Arbeitstätigkeiten kann der von PERROW entwickelte (s. PERROW 1967) und von LIKER U. MEIER aufgegriffene Ansatz verwendet werden (s. LIKER U. MEIER 2007). Hierbei werden Arbeitstätigkeiten nach ihren Anforderungen entlang den Dimensionen Aufgabenvielfalt und Analysierbarkeit der Aufgabe bewertet (s. LIKER U. MEIER 2007, S. 117). Dabei definiert die **Aufgabenvielfalt** die Anzahl verschiedener Aufgaben in der Tätigkeit und die **Analysierbarkeit** die Zerlegbarkeit der Aufgaben in standardisierte Schritte. Hierdurch entsteht eine Vier-Felder-Matrix mit den Aufgabenarten *Routine-Arbeit* (geringe Aufgabenvielfalt und hohe Analysierbarkeit), *Technische Facharbeit* (hohe Aufgabenvielfalt und hohe Analysierbarkeit), *Handwerkliche Arbeit* (geringe Aufgabenvielfalt und geringe Analysierbarkeit) sowie *Nicht-Routine-Arbeit* (hohe Aufgabenvielfalt und geringe Analysierbarkeit). Die vorgestellte Klassifizierung verdeutlicht, dass unterschiedliche Arbeitsaufgaben deutlich unterschiedliche Lernkonzepte erfordern. Somit müssen Arbeitstätigkeiten zunächst hinsichtlich ihres Lerngehalts bewertet werden. An dieser Stelle ist anzumerken, dass Arbeitsorganisation

sowie Arbeitsteilung wiederum dazu genutzt werden können, den Lerngehalt von Arbeitstätigkeiten zu verändern.

Für den Einsatz von technologiegestützten Lernformen ist die **technisch-mediale Infrastruktur** entscheidend. Häufig scheitern Implementierungsversuche an nicht verfügbaren oder inkompatiblen Schnittstellen zwischen unterschiedlichen Softwarelösungen oder unzureichender Hardware. Hierbei ist auf die Bedeutung der Industrie 4.0 als Wegbereiter neuer Möglichkeiten des arbeitsorientierten Lernens einzugehen, denn mit der Produktions- und Automatisierungstechnik integrierte Informations- und Kommunikationstechnologien werden auch die Integration von Lernlösungen ermöglichen. Zudem können kontextsensitive Benutzerschnittstellen sowie integrierte Assistenzsysteme die Auswahl und Aufbereitung von Lerninhalten unterstützen (s. GORECKY ET AL. 2014, S. 531ff.). Somit wird die Einführung von Industrie-4.0-Konzepten in der Produktion auch mit neuen Freiheitsgraden bei der Gestaltung von Lernlösungen einhergehen.

Vereinfacht beschreibt die **Lernkultur** eines Unternehmens, welchen Stellenwert das Lernen im Unternehmen einnimmt (s. SONNTAG U. STEGMAIER 2005, S. 23). So sollen die Mitarbeiter eines Unternehmens unabhängig von der Vorbildung und dem Lebensalter selbstorganisiert lernen können, wobei das Lernen sowohl auf individueller als auch organisationaler Ebene ein Leitmotiv ist. Dabei wird das Lernen bspw. höher gewertet als Fehlerfreiheit. Handlungen, die Lernprozesse initiieren, werden dabei anderen Unternehmenszielen gleichgestellt. In diesem Szenario stellen Lernbereitschaft und -fähigkeit zentrale Dimensionen der Personalbeurteilung dar und Lernförderlichkeit gilt als Gestaltungskri-

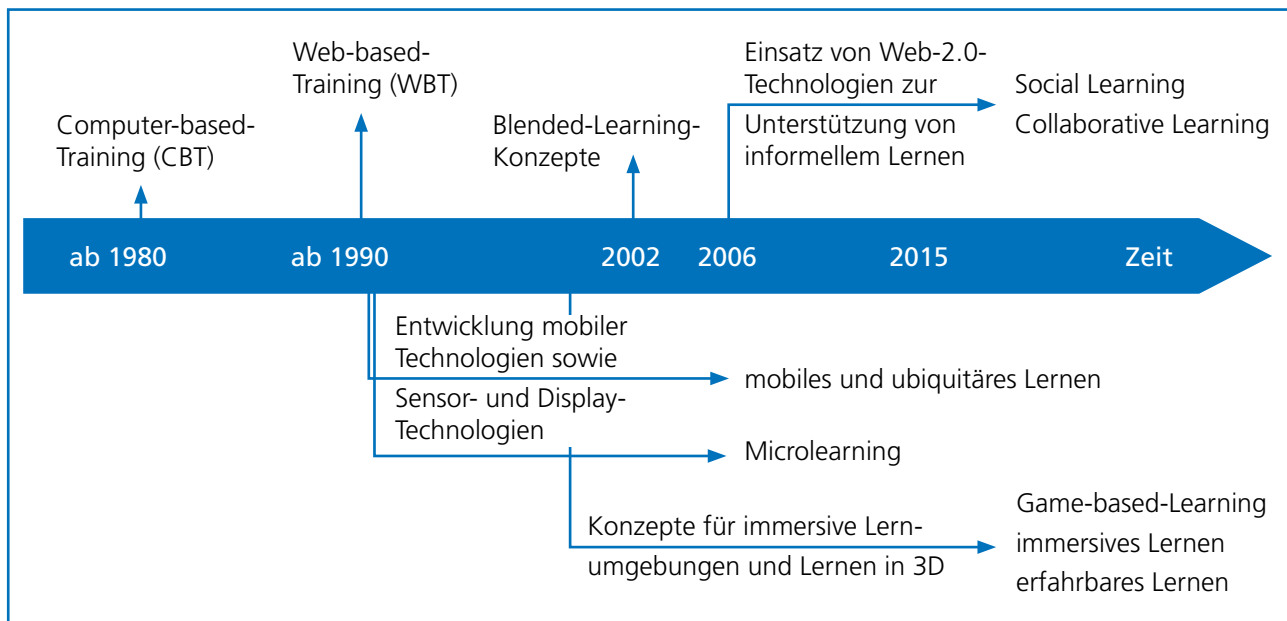


Abb. 6: Entwicklung des technologiegestützten Lernens

terium der Arbeits- und Organisationsgestaltung (s. von ROSENSTIEL 2001, S. 30). An dieser Stelle sei auch auf die bereits im Vorangegangenen vorgestellte eine Typologie von Organisationsformen und der damit einhergehenden Lernintensität von LORENZ U. VALEYRE verwiesen (s. LORENZ U. VALEYRE 2005).

Lernszenario gestalten

Die Gestaltung des Lernszenarios erfordert die Auswahl einer geeigneten Lernform. Hierbei wird zwischen arbeitsorientierten und technologiegestützten Lernformen unterschieden. Darauf aufbauend erfolgt die Auseinandersetzung mit der tatsächlichen Arbeitsorientierung in Methodik und Didaktik des Lernens.

Technologiegestützte Lernformen

Die technologischen Entwicklungen der letzten Jahre haben dazu geführt, dass sowohl in der Produktion als auch bei der Dienstleistungserstellung Arbeitsprozesse in immer größerem Umfang computergestützt und netzbasiert stattfinden. Dies hat auch zu wesentlichen Veränderungen des beruflichen Lernens geführt. Informationen und Wissen können zu jeder Zeit und an jedem Ort abgerufen werden und schaffen so neue Lern- und Arbeitsumgebungen für die berufliche Aus- und Weiterbildung (s. BMBF (HRSG.) 2012). So sind bereits heute technologiegestützte Lernformen nicht mehr aus dem Unternehmensalltag wegzudenken, da es Mitarbeitern beispielsweise möglich sein muss, sich für komplexere und weniger planbare Tätigkeiten im Prozess der Arbeit schneller zu qualifizieren. Denn im Gegensatz zum klassischen, einmaligen Lernen im

Rahmen einer klassischen Berufsausbildung fordert der zunehmend schnellere Wandel der Kompetenzanforderungen und Qualifikationen am Arbeitsplatz eine auf den Bedarf angepasste Wissensvermittlung (s. BMBF (HRSG.) 2012).

Seit den 1980er, 1990er Jahren finden daher verstärkt technologiegestützte Lernformen mit einem hohen Arbeitsbezug in Unternehmen Anwendung. Deren Einsatz lässt sich in mehrere Entwicklungsphasen gliedern. Diese werden in der folgenden Abbildung 6 veranschaulicht.

Für das Lernen im Prozess der Arbeit ergeben sich durch die Entwicklung von Technologien, wie Sensorik zur Lokalisierung, oder Hardwarelösungen, wie mobilen Endgeräten, gänzlich neue Einsatzfelder. Allerdings sind es erst die Industrie-4.0-Szenarien, wie die unmittelbare Verknüpfung von echtzeitgestützten Produktionsdaten mit personenkontextsensitiven Lerninformationen, die das Potenzial des arbeitsorientierten Lernens aufzeigen. Daher folgen im Anschluss ein Überblick über die derzeit verfügbaren Technologien und Hardware sowie über die bereits verwendeten technologiegestützten Lernformen (siehe Abbildung 7).

In Arbeitswelt und Alltag sind die verschiedensten **Technologien** zu allgegenwärtigen Werkzeugen und Hilfsmitteln geworden. Technologien in den Bereichen *Sensorik*, *Displays* und *Mobilfunknetze* haben enorme Entwicklungsschritte in den vergangenen Jahren durchlaufen (vgl. JOHNSON ET AL. 2013). Durch die

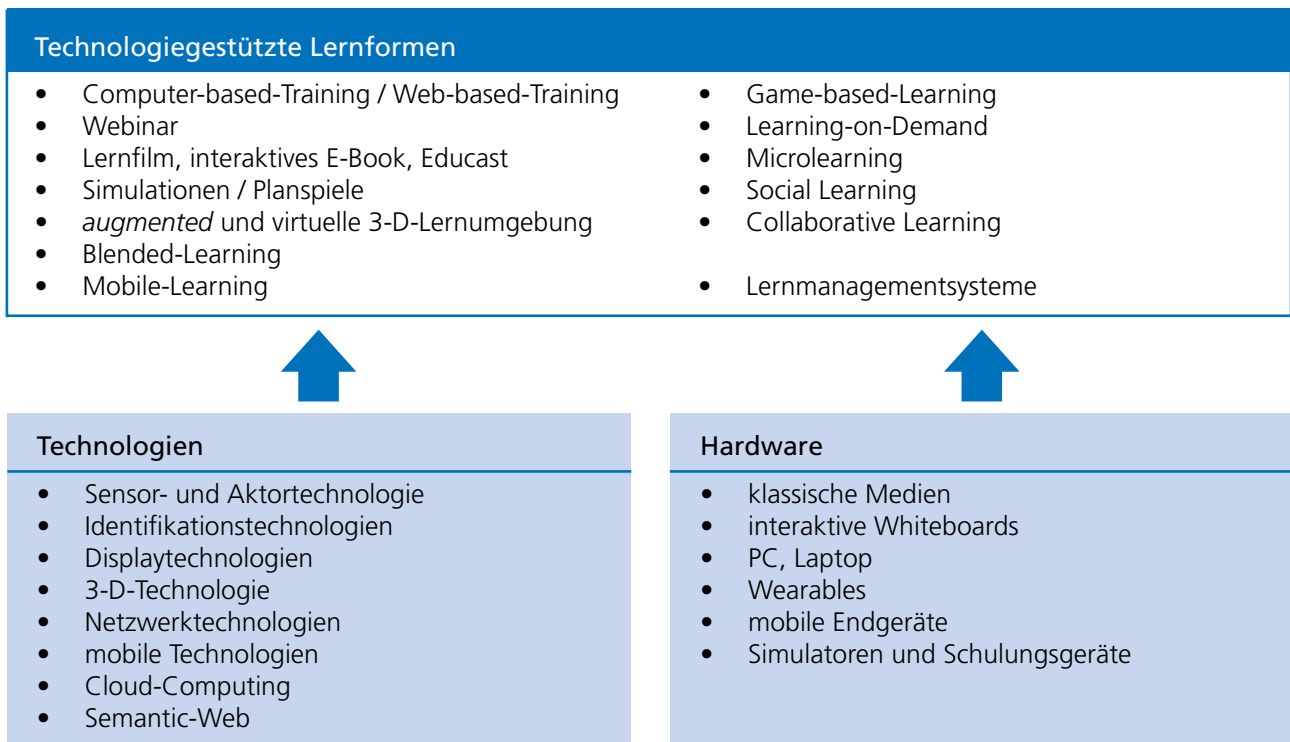


Abb. 7: Technologien und Hardware als Basis neuer Lernformen

Integration von *Sensortechnologien*, wie RFID (Radiofrequenzidentifikation), in die Lernumgebung können Informationen erfasst und zur Lernunterstützung genutzt werden. So kann zu den Aktivitäten der Lernenden direktes Feedback gegeben oder Bewegungsabläufe optimiert werden (s. SPECHT ET AL. 2013, S. 220ff.). Des Weiteren können Anwendungen über Gesten, Sprache oder Körperbewegungen gesteuert werden. Schnelle Mobilfunknetze wie LTE ermöglichen die Nutzung von hochauflösenden Informationen sowie komplexer Online-Anwendungen.

In Bezug auf die **Hardware** kann eine Integration verschiedener Einzelmedien sowie der Funktionalitäten verschiedener Geräte beobachtet werden. Dienten Mobiltelefone noch vor wenigen Jahren nur dem klassischen Telefonieren und Versenden von auf 160 Zeichen limitierten Textnachrichten, können mit *mobilen Endgeräten* heute Liveübertragungen verfolgt, Video-Konferenzen abgehalten und eine täglich wachsende Zahl von Apps für unterschiedlichste Anwendungsbereiche genutzt werden. Gleichzeitig können die Geräte für Ortung und Navigation herangezogen werden, sei es im Straßenverkehr oder in der Fabrikhalle. Damit eröffnet sich eine Vielfalt an mobilen Lernszenarien, die bereits heute umgesetzt werden und unter dem Begriff *Mobile-Learning* zusammengefasst sind (s. DE WITT 2013, S. 13ff.). In diesem Zusammenhang sind auch die *Wearables* zu nennen, die am Körper getragen wer-

den und mit Sensoren und Displays ausgestattet sind, wie Armbanduhren, Hörsysteme oder Datenbrillen. So planen beispielsweise bereits heute Großunternehmen den industriellen Einsatz von Datenbrillen für die Qualifizierung ihrer Servicemitarbeiter im Außeneinsatz.

Die beschriebenen Entwicklungstrends haben zur Entstehung neuer **technologiestützter Lernformen** beigetragen. Eine der ersten entstandenen technologiestützten Lernformen ist das *Computer-based-Training*, das in sich abgeschlossene und methodisch-didaktisch aufbereitete Lerneinheiten umfasst, die zahlreiche Elemente wie Text, Audio, Video, Bilder, Animationen oder Simulationen enthalten und auf Trägermedien gespeichert sind (s. LANG U. PÄTZOLD 2002, S. 37; FISCHER ET AL. 2003, S. 5). Darauf aufbauend werden die Lerninhalte beim *Web-based-Training* über das Internet zur Verfügung gestellt und bieten vielfältige Möglichkeiten der Information, Kommunikation und Interaktion bis hin zur kollaborativen Aktualisierung von Inhalten (s. TARAGHI ET AL. 2013, S. 148). *Webinare* sind Seminare, die über das Internet gehalten werden. Die Teilnehmer können hierbei zeitgleich, aber ortsunabhängig lernen (s. GOERTZ 2013, S. 11). *Lernfilme*, die häufig innerhalb eines WBTs oder anderer Lernformen eingebettet werden, sind besonders geeignet, um Vorgänge anschaulich und nachvollziehbar zu gestalten (s. GOERTZ 2013, S. 11). *Educasts* (*Educational Podcasts*) sind im Kontext des Lernens entstandene

Ton- und Filmaufzeichnungen, mit denen Lernende den Lernstoff nach eigenen Bedürfnissen oder Lernständen erstellen, auswählen und anderen zur Verfügung stellen können (s. ZORN ET AL. 2014, S. 258ff.). Werden in Lernmaterialien computergestützte, kontextuelle Informationsebenen zur realen Welt hinzugefügt, z. B. durch das Einblenden von Zusatzinformationen, wird dies als *Augmented Reality* bezeichnet, da eine Realität entsteht, die angereichert oder erweitert ist (s. JOHNSON ET AL. 2011, S. 19). Sie dient als Hilfestellung bei komplexen Aufgaben, beispielsweise bei Reparaturen von Maschinen und Anlagen, indem Arbeitsabfolgen und Arbeitsanweisungen eingeblendet werden. In *virtuellen 3-D-Lernumgebungen* werden durch Erleben einer komplett simulierten Wirklichkeit Prozesse und Handlungsweisen nachvollziehbar. Lernende können gefahrlos verschiedene Verhaltensweisen ausprobieren. Wissen wird dabei nicht vorgegeben, sondern muss explorativ erarbeitet werden (s. HÖNTZSCH ET AL. 2013, S. 331). Des Weiteren können technologiegestützte Lernformen auf bestimmte Methoden und Zielsetzungen ausgerichtet sein. Konzepte, die das Lernen am Computer mit Präsenzlernsituationen verknüpfen, um die Vorteile beider Lehr- und Lernformen nutzen zu können, werden unter dem Begriff *Blended Learning* subsumiert (s. BÖHLER ET AL. 2013, S. 170). Diese Mischkonzepte konnten sich bereits seit der Jahrtausendwende in vielen Unternehmen durchsetzen. Der Studie ‚MMB Learning Delphi 2013‘ zufolge wird diesen hybriden Lernangeboten nach wie vor die größte Bedeutung für das zukünftige betriebliche Lernen zugeschrieben (vgl. MMB – INSTITUT FÜR MEDIEN- UND KOMPETENZFORSCHUNG 2013). Das *Mobile-Learning* konnte von der Entwicklung mobiler Endgeräte im Hinblick auf geringes Gewicht, Unabhängigkeit von Stromquellen sowie permanente Netzgebundenheit profitieren. Diese Lernansätze, die bei unmittelbarem Bedarf im situativen Kontext, unabhängig von Ort und Zeit mittels portabler Geräte, zum Einsatz kommen, sind zu festen Elementen des Lernens in Unternehmen geworden (s. DE WITT 2013, S. 13ff.; MMB – INSTITUT FÜR MEDIEN- UND KOMPETENZFORSCHUNG 2013). Beim *Game-based-Learning* findet eine Verknüpfung von Kompetenzentwicklung und Spielen statt. Lernende befinden sich dabei in einem Szenario, in welchem Lerninhalte auf spielerische Art vermittelt werden (s. HÖNTZSCH ET AL. 2013, S. 328).

Das Phänomen Social Media hat ebenfalls seit der Jahrtausendwende Eingang in das betriebliche Lernen gefunden. Zu den gebräuchlichsten Anwendungen zählen: *Wikis, Weblogs, Chats, Foren* und *Learning-Communities* (s. ERPENBECK U. SAUTER 2013, S. 198ff.). Social-Media-gestütz-

te Anwendungen fördern den Informationsaustausch, erleichtern Diskussionen und Entscheidungsfindungen und stärken die soziale Kompetenz sowie das Eigenengagement der Lernenden. Erweiternd dazu stehen beim *Collaborative-Learning* die Kompetenzentwicklung der Gruppe, die Kommunikation der Gruppenmitglieder untereinander und die Erarbeitung einer gemeinsamen Wissensbasis im Vordergrund. Die Lernprozesse werden dabei selbstorganisiert gesteuert (s. ERPENBECK U. SAUTER 2013, S. 71 u. 211).

Zusammenfassend wird an den aufgeführten technologiegestützten Lernformen deutlich, dass bereits heute vielfältige Potenziale für eine stärkere Arbeitsorientierung des beruflichen Lernens existieren. Zukünftig wird zu klären sein, wie die derzeit noch stark fragmentierten Lernlösungen in die Informations- und Kommunikationstechnologien der Industrie 4.0 eingebunden werden können. Zudem eröffnet beispielsweise der Rückgriff auf echtzeitgestützte Produktionsdaten neue Lernszenarien im Prozess der Arbeit.

Konzepte arbeitsorientierter Lernformen

Arbeitsorientierte Lernformen weisen eine räumlich-organisatorische Nähe zum Arbeitsplatz und eine inhaltlich-didaktische Nähe zur Arbeitstätigkeit auf. Grundsätzlich können zwei Typen des arbeitsorientierten Lernens, nämlich das **individuelle Lernen** sowie das **organisationale Lernen**, unterschieden werden. Das individuelle arbeitsorientierte Lernen umfasst dabei die Gruppen Lehr- und Lernkonzepte, Förderkonzepte, Arbeits- und Lernstationen, qualifizierende Arbeitsgestaltung sowie teamorientierte Konzepte. Das organisationale Lernen fokussiert meist teambasierte Konzepte, die den Wissensgewinn für das Unternehmen in den Vordergrund stellen, wobei das individuelle Lernen nur einen Nebeneffekt darstellt. Einen Überblick über die Konzepte arbeitsorientierter Lernformen gibt Abbildung 8.

Zu den traditionellen **Lehr- und Lernkonzepten** gehört die *Arbeitsunterweisung*. Noch nicht gelernte Tätigkeiten sowie Wissen und Können werden hierbei durch Personen weitergegeben, welche die entsprechende Arbeitsaufgabe beherrschen. Die *Projektarbeit* ist eine handlungsorientierte Form des betrieblichen Lernens, bei der eine reale komplexe Arbeitsaufgabe durch kooperative Zusammenarbeit in einer abteilungsübergreifenden Gruppe bewältigt wird. Im Bereich der **Förderkonzepte** spielen *Coaching und Mentoring* eine zentrale Rolle. Während Coaching-Konzepte auf eine kurzfristige fachliche und persönliche Weiterentwicklung des jeweiligen Mitarbeiters zielen, stehen beim

Individuelles Lernen		
Lehr- und Lernkonzepte <ul style="list-style-type: none"> • Job-Instruction-Method • analytische Arbeitsunterweisung (Skills-Analysis-Training) • kombinierte Unterweisung • Leittext-Methode • Arbeits- und Lernaufgaben • Projektarbeit 	Förderkonzepte <ul style="list-style-type: none"> • Coaching • Mentoring (Patenschaft) • Hospitation • inner- und zwischenbetriebliche Erkundung 	Arbeits- und Lernstationen <ul style="list-style-type: none"> • Lernstation (Lerncenter, Lerninsel, Methodenraum) • Pilot-Arbeitssystem
qualifizierende Arbeitsgestaltung <ul style="list-style-type: none"> • Cardboard-Engineering • Workshop „Wunsch-Arbeitsplatz“ 	teamorientierte Konzepte <ul style="list-style-type: none"> • Lernpartnerschaft (Lerntandem) • kollegiale Beratung • Lernstatt • realitätsnahes Planspiel 	
Organisationales Lernen		
<ul style="list-style-type: none"> • KVP-Teams • TPM-Teams • KATA 	<ul style="list-style-type: none"> • aufgabenbezogene Wissensspeicher • Communities of Practice • Unternehmenswiki 	<ul style="list-style-type: none"> • Action-Learning

Abb. 8: Konzepte arbeitsorientierter Lernformen

Mentoring die langfristige Weitergabe von Erfahrungswissen und die Integration des Mentees in das Netzwerk des Mentors im Vordergrund. **Arbeits- und Lernstationen** werden seit Beginn der neunziger Jahre eingesetzt. Zielsetzung ist, den Weiterzubildenden die Planung, Bewertung und Durchführung ganzheitlicher Arbeitsaufgaben im betrieblichen Gesamtkontext zu vermitteln (s. DEHNBOSTEL 2008b, S. 98). Diese realen Arbeitsaufgaben werden in Gruppenarbeit weitgehend selbstständig bearbeitet, wobei im Gegensatz zu den umliegenden Arbeitsplätzen, an denen die gleichen Arbeitsaufgaben verrichtet werden, mehr Zeit für Qualifizierung und Lernprozesse aufgewendet wird (s. DEHNBOSTEL 2007, S. 74). Das Konzept der Lernstationen konnte im Besonderen von technologischen Entwicklungen profitieren, so können bspw. komplexe Arbeitsaufgaben und -abläufe heute schon virtuell dargestellt werden. Das *Cardboard-Engineering* ist ein Beispiel für eine arbeitsorientierte Lernform, die der **qualifizierenden Arbeitsgestaltung** zuzurechnen ist. Beim Cardboard-Engineering werden mittels Kartonage oder Papier Arbeitssysteme in Teamarbeit neugestaltet, die Arbeitsabläufe simuliert und gemeinsam überprüft. Dabei setzen sich die Teams aus den Personen zusammen, die auch in der realen Produktion an diesen Arbeitssystemen tätig sind. Auch in Bezug auf das Cardboard-Engineering sind technologiegestützte Weiterentwicklungen zu erwarten, denn vir-

tuelle Arbeitsplatzmodelle sind bereits heute denkbar. Abschließend sind die **teamorientierten Lehr- und Lernkonzepte** zu nennen. Ein Beispiel für teamorientierte Lehr- und Lernkonzepte sind sogenannte *Lernpartnerschaften*, in denen die Gruppenmitglieder sich gegenseitig über einen längeren Zeitraum beim Lernen unterstützen. Diese Zusammenarbeit ermöglicht es den Partnern, die Alltagsroutinen zu unterbrechen, die Probleme deutlicher zu erkennen und besser zu lösen (s. ERPENBECK U. SAUTER 2013, S. 215).

Das **organisationale Lernen** wird als Veränderung der Wissensbasis in einer Organisation, Verbesserung der organisationalen Problemlösungs- und Handlungskompetenz sowie Schaffung eines gemeinsamen Bezugsrahmens definiert (s. PROBST ET AL. 2010, S. 23). Organisationen sind vor diesem Hintergrund Besitzer eigener Wissensbestände, die sich aus individuellen und kollektiven Wissensbeständen zusammensetzen (s. PROBST ET AL. 2010, S. 23). Die Wissensbasis ist dabei dem organisationalen Gedächtnis oder gespeichertem Wissen gleichzusetzen (s. BELL ET AL. 2002, S. 74; ZBORALSKI 2007, S. 121f.). Insbesondere im Kontext des Lean Managements wurden einige Lernformen entwickelt, die unmittelbar auf das organisationale Lernen abzielen. Beispiel hierfür ist das *KATA-Konzept*, ein kontinuierliches Verbesserungskonzept und Coaching-System, das aus

dem Toyota-Produktionssystem hervorgegangen ist (s. ROTHER U. KINKEL 2013). Weitere Beispiele aus dem Bereich des Lean Managements sind *TPM (Total-Productive-Maintenance)-Teams*, in denen abteilungsübergreifend Mitarbeiter aus Produktion und Instandhaltung gemeinsam Verluste und Verschwendung reduzieren, und *KVP (Kontinuierliche Verbesserungsprozess)-Teams*, die sich mit der regelmäßigen Verbesserung betrieblicher Abläufe befassen. Abschließend ist der Begriff *Communities of Practice* zu nennen, der eine aufgabenbezogene selbstorganisierte Arbeitsgemeinschaft von informell miteinander verbundenen Mitarbeitern beschreibt.

An der vorangegangenen Vorstellung der arbeitsorientierten Lernformen wird deutlich, dass eine Vielzahl von Konzepten sich aus den verschiedensten Lernbedarfen in Unternehmen entwickelt hat. Bei einigen der Lernformen wurde auch bereits deutlich, wie der Einsatz von neuen Technologien zu einer Weiterentwicklung beitragen könnte.³

Arbeitsorientierung in Methodik und Didaktik – Die Gestaltung von Lernszenarien

Arbeitsorientiertes Lernen beruht im ELIAS-Rahmenkonzept einerseits auf lernhaltigen Arbeitstätigkeiten, andererseits auf der Anwendung arbeitsorientierter Lernformen (s. MÜHLBRADT 2014, S. 25). Beide sind eingebettet in lernförderliche Rahmenbedingungen. Bewährte arbeitsorientierte Lernformen sowie technologiegestützte Lernformen werden in dieser Publikation zu einem übersichtlichen Lernformen-Katalog zusammengestellt.

Es wäre allerdings unzureichend, die Anwendung einer bestimmten Lernform an sich und alleine bereits als ausreichend zu betrachten. Vielmehr ist eine umfassende „arbeitsorientierte Methodik und Didaktik“ erforderlich, um Lernlösungen zum Erfolg zu führen. SCHÜBLER macht in Bezug auf neue Lernformen deutlich, dass nicht die Anwendung einer bestimmten Methode, sondern das spezielle Lehr-Lernarrangement, der Kontext und das Selbstverständnis von Lehrendem und Lernenden das Neue von Lernformen verdeutlicht (s. SCHÜBLER 2004, S. 41).

Vor diesem Hintergrund werden in diesem Kapitel allgemeine methodisch-didaktische Hinweise vorgestellt, welche ein arbeitsorientiertes Lernen unabhängig vom jeweiligen Lernfall und von der jeweiligen Lernform beschreiben. Damit kann zum einen die Darstellung der

einzelnen Lernformen redundanzfrei erfolgen. Zum anderen weisen die referierten Lernformen in unterschiedlichem Maße implizierte didaktisch methodische Elemente auf. Dies gilt insbesondere für technologiegestützte Lernformen, die ein großes Potenzial für das Lernen in informationsreichen Arbeitsumgebungen aufweisen, häufig jedoch wenig bis keine methodisch didaktischen Elemente enthalten. Es ist daher sinnvoll, arbeitsorientierte Didaktik und Methodik übergreifend und losgelöst von einzelnen Lernformen zu betrachten. In diesem Abschnitt werden dazu die erforderlichen Informationen bereitgestellt. Als begrifflicher Rahmen dazu dient das „methodisch-didaktische Sechseck“ (siehe Abbildung 9).

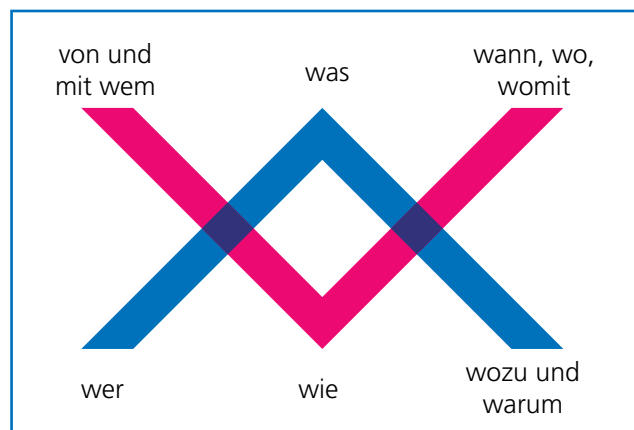


Abb. 9: Methodisch-didaktisches Sechseck

Das blaue „primäre“ Dreieck stellt die Didaktik dar. Hier wird festgelegt, was wer wozu und warum lernt oder lernen soll. Das rote „sekundäre“ Dreieck betrifft die Methodik und sagt, wie, von und mit wem, wann, wo, womit gelernt wird (s. WARWITZ U. RUDOLF 1977; JANK U. MEYER 1994).

Die Bedeutung der einzelnen Dimensionen lässt sich wie folgt beschreiben:

- Was: Inhalt (z. B. „Was muss ein Schweißer können und wissen?“)
- Wer: Merkmale der Person (Job Art, Bildungsstand, Vorwissen, Alter, ...)
- Wozu: Ziele des Lernens sowie abschließende Überprüfung des Lernerfolgs und -transfers
- Warum: Persönliche Motive und Ziele des Lernenden sowie des Unternehmens
- Wie: Methode, Art und Weise des Lernens (Lernformen)
- Von und mit wem: Von wem wird gelernt und findet das Lernen alleine oder in Gruppen statt?

³Eine umfassende Darstellung der technologiegestützten und arbeitsbezogenen Lernformen findet sich bei MÜHLBRADT ET AL. (MÜHLBRADT ET AL 2015)

- Wo und wann: Welche Lernorte sind möglich und welche Anlässe und Häufigkeiten zeichnen das Lernen aus?
- Womit: Materielle und immaterielle Ressourcen und Medien des Lernens.

Arbeitsorientierung wird dadurch hergestellt, dass einzelne Elemente bestimmte Ausprägungen annehmen und so eine Abgrenzung zu anderen Ansätzen des Lernens deutlich wird. So wäre beispielsweise die Frage nach dem Lernort („wo“) mit „am oder in der Nähe des Arbeitsplatzes“ statt mit „im Seminarhotel“ zu beantworten.

Insgesamt gesehen liegt noch keine umfassende und geschlossene wissenschaftliche Sicht auf das Lernen in der Arbeit und somit auch nicht auf methodisch-didaktische Aspekte vor. In den Disziplinen der Arbeitswissenschaft und Psychologie lassen sich Ansätze finden, aber auch hier gibt es kaum einheitliche Auffassungen zum Lernbegriff und zu Lerntheorien (s. DEHNBOSTEL 2010, S. 30, 58). Trotzdem lassen sich übereinstimmende Tendenzen auffinden, welche zu wichtigen Hinweisen für eine arbeitsorientierte Didaktik und Methodik des Lernens verdichtet werden können. Dazu wurde im Rahmen von ELIAS eine Auswertung von wissenschaftlicher Literatur zur Arbeitsorientierung in Methodik und Didaktik des Lernens vorgenommen. Gefragt wurde dabei vordringlich, welche Aussagen sich zu den genannten Dimensionen finden lassen, welche Aussagen mehrfach genannt und daher von anderen Autoren bestätigt werden und auf welchen Arbeits- und Lerntheorien diese Aussagen beruhen. Ein Überblick über die einschlägige Literatur findet sich bei MÜHLBRADT (s. MÜHLBRADT 2014) sowie im Literaturverzeichnis dieser Publikation. Die Hinweise werden nachfolgend in zwei Abschnitten erläutert. Zunächst werden die beiden dominierenden Lerntheorien „Handlungstheorie“ und „Konstruktivistische Didaktik“ kurz vorgestellt. Im anschließenden Abschnitt werden die einzelnen Hinweise zu den Dimensionen des methodisch-didaktischen Sechsecks tabellarisch aufgeführt.

Handlungstheoretische Ansätze beruhen auf der Sicht von Arbeit als Abfolge von Arbeitshandlungen (s. HAKKER u. SKELL 1993). Dabei umfassen sogenannte vollständige Handlungen das Aufstellen von Handlungszielen sowie die Planung, Durchführung und Kontrolle von Arbeitshandlungen im Gegensatz zu unvollständigen Handlungen, welche beispielsweise nur die Durchführung umfassen. Wie Arbeiten kann auch Lernen als Handeln

verstanden werden. Diese Sichtweise wendet sich ab von einer passiven Aufnahme von „Lernstoff“ hin zu einem aktiven Aneignen durch Einbezug des Lernenden

- in die Zielstellung, Planung und Auswertung von Lernprozessen,
- in die Gestaltung des Lernprozesses selbst durch die freie Wahl von Methoden, Anlässen, Orten des Lernens.

Ziel ist dabei nicht nur die Vermittlung von Wissen, sondern vielmehr der Aufbau von Handlungskompetenz. Dabei wird diese verstanden als Synthese aus fachlicher, methodischer, sozialer und personaler Kompetenz, die es dem Lerner ermöglicht, das Gelernte auch eigenständig in neuen sowie in problemhaften Situationen anzuwenden.

Die konstruktivistische Didaktik basiert auf Erkenntnissen der neueren Systemtheorie und sieht das Lernen ebenfalls als aktiv-konstruktiven Prozess (s. SCHÜBLER 2004). Über die Handlungstheorie hinausgehend, wird jedoch davon ausgegangen, dass alles Wissen eine subjektive Konstruktion darstellt, mit der die Wirklichkeit – mehr oder weniger erfolgreich – bewältigt wird. Solche Konstruktionen haben eine ausgeprägte „soziale Struktur“, da sie in der Regel nicht isoliert gebildet und aufrechterhalten werden, sondern in einen sozialen Kontext und in eine kollektive Praxis eingebettet sind. Daraus lassen sich wesentliche Folgerungen für Lernprozesse ableiten:

- Vorwissen und Erfahrung des Lernalten bestimmt, was von diesem subjektiv als bedeutungsvoll und passend erfahren wird.
- Lernen bedeutet Verunsicherung, denn bestehende „erfolgreiche“ Wissens- und Handlungsstrukturen, zum Beispiel Routinen, müssen erkannt, reflektiert und verändert werden. Lernende bedürfen daher der emotionalen Stabilisierung beim Lernen.
- Erfolgreich gelernt werden kann nur, was auch der Praxis entspricht. Dies führt zu einer notwendigen Verbindung von Personal- und Organisationsentwicklung.
- Lernen, wie Arbeiten, findet im sozialen Miteinander statt. Über den „Erfolg“ des Lernens entscheidet damit nicht nur der Einzelne, sondern auch die jeweilige „Community of Practice“ (s. WENGER 2011), in der der Lernende in seine Arbeitstätigkeit eingebettet ist.

Nachfolgend sind die Hinweise zu einer umfassenden arbeitsorientierten Methodik und Didaktik benannt, gegliedert nach den einzelnen Dimensionen des methodisch-didaktischen Sechsecks (siehe Tabelle 2).

Dimension		Orientierung des Lernens im Prozess der Arbeit (LiPA)
„Didaktisches Dreieck“	was	<ul style="list-style-type: none"> • Bedarfsermittlung auf Grundlage von Zielen und Leistungsdaten • Fehler als wichtigen Lerngegenstand verstehen und nutzen • Experten und Lernende in Planung und Gestaltung des Lernens einbeziehen • authentische Problemstellungen, Aufgaben und Tätigkeiten verwenden • neue, herausfordernde Situationen schaffen sowie variierte Kontexte und Perspektivenwechsel • Methoden der Arbeitsanalyse zur Planung der Lerninhalte und -ziele und zur Methodenwahl einsetzen
	wer	<ul style="list-style-type: none"> • Vorwissen und Erfahrung sowie Lernkompetenz der Lernenden bestimmen • Ansprache und frühzeitige qualifizierte Information der Zielgruppe
	wozu	<ul style="list-style-type: none"> • Lernziele arbeits- und unternehmensorientiert definieren • arbeits- und handlungsorientierte Lernerfolgs- und Lerntransferüberprüfung • Lernenden individuelle und qualifizierte Rückmeldungen geben • Lernerfolgsüberprüfung für kontinuierliche Verbesserung der Lernprozesse nutzen
	warum	<ul style="list-style-type: none"> • Verknüpfung der Lernziele mit Unternehmenszielen • Verknüpfung des Lernens mit Beschäftigungsfähigkeit über ein betriebliches Kompetenzmodell • Verknüpfung des Lernens mit betrieblichen Innovationsprozessen
	wie	<ul style="list-style-type: none"> • passende Lernform(en) aus dem ELIAS-Katalog auswählen bzw. kombinieren • Selbststeuerung und Individualisierung des Lernens unterstützen
„Methodisches Dreieck“	von und mit wem	<ul style="list-style-type: none"> • Führungskraft als Lerncoach qualifizieren und einsetzen • Lernen von Experten und Kollegen ermöglichen • Lernen in kleinen Gruppen fördern • Aufbau von nachhaltigen „Communities of Practice“ fördern
	wo	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitsplatz und Arbeitsumgebung als Lernorte wählen • freie Wahl des Lernortes (Lernmobilität) unterstützen
	wann	<ul style="list-style-type: none"> • Lern- und Arbeitsorganisation harmonisieren • Modularisierung des Lernstoffes vornehmen • anlassgesteuertes Lernen ermöglichen • individuelle Lerngeschwindigkeit ermöglichen
	womit	<ul style="list-style-type: none"> • erforderliche materielle und virtuelle betriebliche Lerninfrastruktur bereitstellen

Tab. 2: Hinweise zur Arbeitsorientierung in den Dimensionen von Methodik und Didaktik

Bei der Didaktik ist die Vorbereitung und Planung zu Inhalten des Lernens, Lernzielen und Maßnahmen zur Überprüfung von Erfolg und Transfer von besonderer Bedeutung. Daher seien an dieser Stelle drei Ergänzungen zu den tabellarischen Hinweisen angefügt. Der Hinweis „Methoden der Arbeitsanalyse zur Planung der Lerninhalte und -ziele und zur Methodenwahl einsetzen“ verweist auf den engen Zusammenhang zwischen Arbeitsinhalten und Lerngegenständen und -zielen. Die weiter oben angesprochenen arbeitsanalytischen Methoden sind geeignet, konkrete Anforderungen aus dem betrieblichen Arbeits- und Produktionssystem und damit zentrale Inhalte für das Lernen zu identifizieren.

Einige arbeitsorientierte Lernformen enthalten daher selbst bereits eine Vorgehensweise zur Arbeitsanalyse. Einige andere sowie die meisten technologiegestützten Lernformen sind durch geeignete Methoden zu ergänzen. Geeignet bedeutet in diesem Zusammenhang, dass sie ausgerichtet sind auf das Niveau der Arbeitstätigkeit, die betrachtet wird und angemessen in Bezug auf Umfang und Komplexität der Lernziele.

Der Hinweis „Verknüpfung des Lernens mit Beschäftigungsfähigkeit über ein betriebliches Kompetenzmodell“ bezieht sich auf die Option, unabhängig von konkreten Bildungsmaßnahmen betriebliche Kom-

petenzmodelle für Tätigkeiten (Stellenprofile) zu definieren und so erzeugte Kompetenzprofile als einen Ausgangspunkt für die Planung und Gestaltung von Bildungsmaßnahmen zu nutzen. Als Grundlage dazu haben HEYSE ET AL. einen allgemeinen Kompetenzatlas gestaltet, der in strukturierter Form 64 sogenannte Schlüsselkompetenzen aufführt, gegliedert nach den Kompetenzbereichen

- Personale Kompetenzen,
- Aktivitäts- und Handlungskompetenz,
- Fach- und Methodenkompetenz,
- sozial-kommunikative Kompetenz. (S. HEYSE ET AL. 2010).

Der Hinweis „Arbeits- und handlungsorientierte Lernerfolgs- und Lerntransferüberprüfung“ meint Lernerfolgs- und Transferkontrollen, die eine umfassende Orientierung an der Unternehmens- und Arbeitspraxis realisieren. Dazu legen U. A. KIRKPATRICK U. KIRKPATRICK ein Vier-Stufen-Modell zur Evaluation von Bildungsmaßnahmen vor, welches sich ergänzende Evaluationsstufen umfasst:

- *Reaction* (Messung der Reaktion der Teilnehmer auf die Maßnahme)
- *Learning* (Messung des Wissenszuwachses durch die Maßnahme)

- *Behavior* (Messung von Veränderungen im Arbeitsverhalten des Teilnehmers)
- *Results* (Messung der Veränderung bei Unternehmensergebnissen) (S. KIRKPATRICK U. KIRKPATRICK 2006).

Nach diesen Ergänzungen soll abschließend die Frage betrachtet werden, ob die Ausführungen gleichfalls für Aus-, Fort- und Weiterbildungsanliegen gelten. Ausbildung als grundlegende und tätigkeitsqualifizierende Schulung ist hier nicht angesprochen. Beim arbeitsorientierten Lernen wird davon ausgegangen, dass sich der Lernende bereits in einer Arbeitstätigkeit befindet und damit bereits eine grundlegende Ausbildung (Anlernen, Berufsbildung, akademische Ausbildung) absolviert hat. Auch wenn viele Methoden und Lernprinzipien sehr wohl im Ausbildungskontext ihre Bedeutung haben können, weist dieser Bereich eigene spezielle Rahmenbedingungen und Anforderungen auf und wird daher hier nicht betrachtet. Für Weiterbildung und Fortbildung können die Ausführungen uneingeschränkt verwendet werden. Dabei gilt: Je größer die Vorbildung und die Lernkompetenz des Lerners ist und je umfassender der Lerninhalt, desto mehr Komplexität kann die Lernsituation aufweisen.

3.2 Lernen aus der Arbeit

Das Modell für das Lernen aus der Arbeit wird in Abbildung 10 als Grafik gezeigt und zunächst in seinen Grundzügen erläutert. Im nachfolgenden Abschnitt wird dann detaillierter auf einzelne Modellbestandteile einzugehen sein.

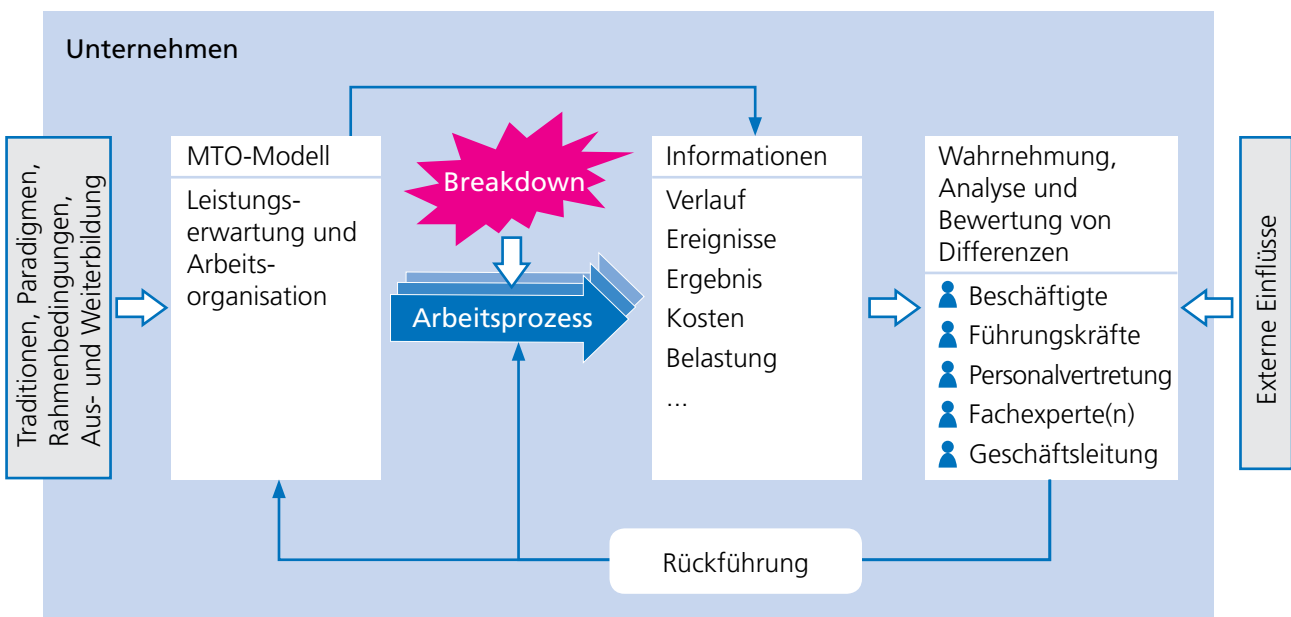


Abb. 10: Ein allgemeines Modell des Lernens aus der Arbeit

Grundzüge des Modells zum Lernen aus der Arbeit

Im Zentrum des Modells steht der Arbeitsprozess als Verlauf wertschöpfender Tätigkeiten. Als Arbeitsprozess wird dabei ein generischer Ablauf verstanden, der wiederholt in Form von Prozessinstanzen realisiert wird. Der Begriffsteil *Arbeit* impliziert, dass der Prozess nicht automatisiert abläuft, sondern menschliches Handeln erfordert – in diesem Sinne werden nachfolgend als Handelnde diejenigen Personen bezeichnet, in deren Verantwortung die Durchführung des entsprechenden Arbeitsprozesses liegt.

Der Prozess basiert auf einem MTO-Modell, welches die Leistungserwartungen an den Arbeitsprozess und die Arbeitsorganisation der wertschöpfenden Aktivitäten mehr oder weniger exakt bestimmt. MTO steht dabei für die Begriffe Mensch, Technik und Organisation. Der Arbeitsprozess produziert in seinem Verlauf und nach seinem Abschluss Informationen, die nachfolgend verwendet werden. Welche Informationen produziert werden, hängt dabei wiederum maßgeblich vom MTO-Modell ab: Informationen sind nicht per se in der Welt, sondern müssen unter Aufwand beschafft werden. Verschiedene MTO-Modelle sehen unterschiedliche Informationen als wichtig an und priorisieren einige Informationen gegenüber anderen. Unter einem Breakdown ist ein Ereignis zu verstehen, welches den Arbeitsprozess schwerwiegend stört. Ein Breakdown ereignet sich ungeplant und zufällig. Es wird davon ausgegangen, dass es keine Arbeitsprozesse ohne Breakdown gibt, die Anzahl und Schwere solcher Ereignisse aber sehr wohl unterschiedlich ist.

Informationen aus Arbeitsprozessen werden verarbeitet, indem sie mit den Erwartungen des MTO-Modells verglichen werden. Dieser Vorgang wird als Wahrnehmung, Analyse und Bewertung von Differenzen bezeichnet. Er kann bereits unmittelbar bei Auftreten einer Information im Arbeitsprozess einsetzen oder mehr oder weni-

ger zeitversetzt nach Beendigung des Arbeitsprozesses und einer unter Umständen komplexen Sammlung, Verdichtung, Aufbereitung, Verteilung und Prüfung von Informationen stattfinden. Von dieser Informationsverarbeitung ausgehend, kommt es nun zu zwei grundlegenden Arten von Lernprozessen, die als kleiner und großer Regelkreis bezeichnet werden und die den Kern des Lernens aus der Arbeit darstellen. Diese Zweiteilung orientiert sich an einer Dichotomie, die von verschiedenen Autoren beschrieben wurde. TOSEY ET AL. geben dazu eine Übersicht (vgl. TOSEY ET AL. 2011).

Im kleinen Regelkreis werden Informationen dazu verwendet, den Arbeitsprozess anzupassen bzw. zu optimieren, um einem Breakdown vorzubeugen oder dessen Konsequenzen zu kompensieren. Diese Veränderungen können bereits innerhalb einer laufenden Prozessinstanz stattfinden und bewegen sich im Rahmen dessen, was das MTO-Modell vorgibt. Gegenstand des Lernens im kleinen Regelkreis ist zunächst die jeweils aktuelle Prozessinstanz. Im großen Regelkreis werden Informationen verwendet, um das MTO-Modell selbst und damit auch wesentliche Grundlagen und Rahmenbedingungen des Arbeitsprozesses zu verändern. Für diese Veränderungen werden in aller Regel zunächst Informationen aus mehreren bis vielen Prozessinstanzen gesammelt.

Ein vollständiger, eventuell über mehrere Jahre dauernder grundlegender Wechsel des MTO-Modells, wie er bspw. bei der Einführung ganzheitlicher Produktionssysteme auftritt, wird hier nicht weiter betrachtet, da der Einfluss externer Faktoren, in diesem Fall das Lernen aus der Arbeit, deutlich überwiegt. Insofern kann ein solcher Wandel nicht dem Lernen aus der Arbeit zugeordnet werden. Die Bezüge des Modells zum technischen Konzept des Regelkreises sind dabei nicht zufällig, sondern beabsichtigt. In diesem Sinne gibt es die in Tabelle 3 dargestellten Entsprechungen.

Modell	Technischer Regelkreis
MTO-Modell	Führungsgröße
Arbeitsprozess	Regelstrecke
Breakdown	Störgröße
Wahrnehmung, Analyse und Bewertung von Differenzen	Regler
Informationen	Regelgröße
Lernen im kleinen Regelkreis	Rückkehr zum Sollwert
Lernen im großen Regelkreis	Veränderung des Sollwerts

Tab. 3: Regelkreiskonzept für das Lernen aus der Arbeit

Nähere Darstellung zentraler Modellbestandteile

Das MTO-Modell beschreibt in idealer Weise das Zusammenspiel von Mensch, Technik und Organisation zur Durchführung wertschöpfender Aktivitäten in Arbeitssystemen im Unternehmen. Die jeweils gewählte Lösung stellt sich als **Arbeitsorganisation** dar. Der Verwendung dieses Begriffs liegt zumeist das Arbeitssystem als konzeptueller Rahmen zugrunde. Für die (industrielle) Arbeitsgestaltung ist der Arbeitssystembegriff nach REFA (s. REFA 2002, S. 64-68) üblich. Danach wird ein Arbeitsbereich als Arbeitssystem durch eine Systemgrenze von seiner Umwelt abgegrenzt. Das Arbeitssystem beinhaltet die Elemente Arbeitsaufgabe, Arbeitsablauf, Eingabe, Ausgabe, Mensch, Betriebs- und Arbeitsmittel sowie Umgebungseinflüsse. Zwischen diesen Elementen gibt es vielfältige Beziehungen.

Für jedes Arbeitssystem besteht eine Arbeitsorganisation. Diese definiert HEEG wie folgt: „Arbeitsorganisation ist das Schaffen eines aufgabengerechten, optimalen Zusammenwirkens von arbeitenden Menschen, Betriebsmitteln, Informations- und Arbeitsgegenständen durch zweckgerichtete Gliederung der Arbeitsaufgabe, der Aufgabenteilung zwischen den Menschen und Betriebsmitteln, der Gestaltung von Information, Kommunikation und Arbeitszeit.“ (HEEG 1991, S. 17)

Knapper formuliert HIRSCH-KREINSEN: „[...] die arbeitsteilige Strukturierung von Aufgaben und Tätigkeiten in horizontaler und hierarchischer Hinsicht und damit verbundene Gestaltung von Kooperation und Kommunikation zwischen den im und am System Beschäftigten.“ (HIRSCH-KREINSEN 2014, S. 13). Erweitert man im Hinblick auf die technologischen Möglichkeiten der Industrie 4.0 diese Definitionen noch um Beziehungen zwischen Betriebsmittel, Informationsmittel und Arbeitsgegenstand, so kann die Arbeitsorganisation wie in Abbildung 11 gezeigt dargestellt werden.

Im Kern legt die Arbeitsorganisation fest, wie die Gesamtaufgabe des Arbeitssystems zwischen Menschen beziehungsweise Mensch und Maschine aufgeteilt wird und überbrückt anschließend die daraus entstehenden Schnittstellen durch Kooperations- und Kommunikationsstrukturen und -abläufe. Die Arbeitsorganisation ist im konkreten Fall in aller Regel nicht determiniert durch die eingesetzte Technologie, sodass auch an vergleichbaren Arbeitsplätzen unterschiedliche Bedingungen existieren können (s. BIGALK 2006, S. 151). Arbeitsorganisatorische Lösungen spiegeln in starkem Maße betrieblich tradierte Paradigmen der Arbeitsorganisation sowie Ziele, Prinzipien und Erfahrungen wider. Auch

Aus- und Weiterbildungsinhalte an Berufsschulen, Hochschulen und in der geregelten und ungeregelten Weiterbildung bestimmen, welche Perspektiven und Konzepte für die Aufstellung, Reflexion und Veränderung von MTO-Modellen im Unternehmen bereitstehen. Dies ist dargestellt am linken Rand in Abb. 11.

Arbeitsprozesse sind immer der Gefahr des **Breakdowns** ausgesetzt. Im Englischen bedeutet dieser Begriff sowohl Panne, Zusammenbruch, Defekt, Betriebsausfall als auch Zerlegung, Analyse. In vorliegendem Zusammenhang wird für Breakdown folgende Arbeitsdefinition verwendet: Breakdown ist das Eintreten einer schwerwiegenden Störung der Zielerreichung während einer Aktivität, die den Handelnden in einen reflektierenden Handlungsmodus versetzt (Das hier verwendete Konzept des Breakdowns orientiert sich an WINOGRAD U. FLORES (s. WINOGRAD U. FLORES 1995)). Der Handelnde wechselt von einem Modus der – mehr oder weniger – routinehaften Abwicklung der Arbeit in einen Modus der Problemlösung, um die eingetretene Störung zu beseitigen und/oder zu kompensieren. Damit sind Breakdowns herausgehobene Lernanlässe. Es wird davon ausgegangen, dass der Zusammenhang zwischen der Dichte von Breakdowns und dem Lernpotenzial einer Aktivitätenfolge *umgekehrt U-förmig* ist. Dichte bezeichnet dabei die Häufigkeit von Breakdowns relativ zum Umfang der Aktivitäten. Ist die Breakdown-Dichte zu hoch, kann Lernen nicht mehr stattfinden. Breakdowns verbrauchen viele Ressourcen und sind daher nur begrenzt beherrschbar. Es sind dann strukturelle Veränderungen erforderlich. Ist die Breakdown-Dichte zu niedrig, kann sie selbst induziert erhöht werden, zum Beispiel über eine Verschärfung der Ziele oder ein Reklamieren von Fehlermeldungen. Ist sie im relativen Optimum, wird Lernen maximiert. Das Gegenteil von Breakdown wird als Routine bezeichnet. Es kann weiterhin vermutet werden, dass es – zwischen Handelnden individuell verschiedene – Tendenzen gibt, Routinen aufzusuchen und in ihnen zu verharren.

Informationen aus dem Arbeitsprozess können in vielfältiger Form vorliegen. Zunächst liegen unterschiedliche Informationsinhalte vor wie Ergebnisse, Verläufe, entstandene Kosten oder erlebte Belastungen. Dann kann der Zeitpunkt der Information schwanken – von zeitgleich mit einem Ereignis bis zu mehrere Wochen oder Monate nach einem Ereignis. Die Informationsformate schwanken in einem weiten Bereich zwischen formell und informell und können analoger oder digitaler Art sein. Diese Informationen werden im Unternehmen wahrgenommen, analysiert und bewertet. Dies ge-

Lernintensität	Paradigma	Bezug zum Lernen aus der Arbeit
gering	Simple	<ul style="list-style-type: none"> • seltenes Re-Engineering • <i>natürliche</i> Informationen • geringe Organisation der Verarbeitung von Differenzen • keine Strukturkapitalbildung
	Taylor	<ul style="list-style-type: none"> • präferierte MTO-Modelle • starke externe Treiber und Einflüsse • Lernen eher randständig, Standards eher unflexibel • <i>Job-Crafting</i> im Verborgenen
hoch	Lean	<ul style="list-style-type: none"> • präferierte MTO-Modelle • Orientierung am Shopfloor (<i>gemba</i>) • Betonung von organisationalem Lernen • Strukturkapitalbildung durch Standards zentrales Element
	Discretionary	<ul style="list-style-type: none"> • präferierte MTO-Modelle • <i>Job-Crafting</i> durch Individuen/Team erwünscht • Betonung von individuellem Lernen • Strukturkapitalbildung durch Wissensmanagement

Tab. 4: Lernen aus der Arbeit in den vier Paradigmen der Arbeits- und Betriebsorganisation

Arbeitserfahrungen in die Neugestaltung von Arbeitssystemen und -abläufen einbringen.

Eine kurze Betrachtung soll den Zusammenhang verdeutlichen zwischen dem Modell und bestimmten Paradigmen der Arbeits- und Betriebsorganisation, wie sie von LORENZ U. VALEYRE (S. LORENZ U. VALEYRE 2005) beschrieben und bereits eingangs ausführlich dargestellt wurden. In Tabelle 4 ist ergänzend dazu ausgeführt, dass sich diese Paradigmen auch hinsichtlich der Methoden und des Stellenwertes des Lernens aus der Arbeit in typischer Weise unterscheiden.

Da das Lernen aus der Arbeit noch deutlich stärker mit der Arbeits- und Betriebsorganisation des Unternehmens verknüpft ist als das Lernen für die Arbeit (s. MÜHLBRADT ET AL. 2015), werden sich Unternehmen darin unterscheiden, welche Methoden sie kennen und (erfolgreich) praktizieren.

Lernförderlichkeit wird allgemein verstanden als das Vorliegen geeigneter und förderlicher Bedingungen für das Lernen in der Arbeit (s. MÜHLBRADT 2014, S. 6). Weiterhin kann das Lernen in der Arbeit zwischen dem Lernen für und dem Lernen aus der Arbeit unterschieden werden (s. MÜHLBRADT ET AL. 2015). Damit wird es möglich, die Eigenschaft *arbeitsnah* beziehungsweise *in der Arbeit* eines Lernprozesses wesentlich genauer zu bestimmen. Dies wurde für das Lernen für die Arbeit bereits anderenorts dargestellt (s. MÜHLBRADT ET AL. 2015,

S. 36 u. 103). An dieser Stelle erfolgt eine detaillierte Beschreibung des arbeitsnahen Lernens aus der Arbeit auf der Grundlage des zuvor vorgestellten Modells. Die Praxis des Lernens aus der Arbeit in einer Organisation kann als umso arbeitsnäher charakterisiert werden, je mehr Merkmale aus der folgenden Auflistung eine positive Ausprägung aufweisen (Eine Checkliste zur Bewertung der Lernförderlichkeit für das Lernen aus der Arbeit ist im 3. Leitfaden „Arbeitsorientierte Lernlösungen für die industriellen Arbeitssysteme: Lernen aus der Arbeit“ zu finden):

1. Information:

- Informationen über Breakdown und Fehler
- Geschwindigkeit der Erzeugung und Bereitstellung arbeitsprozessrelevanter Informationen
- Transparenz erzeugter Informationen

2. Anwendung von Methoden des arbeitsnahen Lernens aus der Arbeit

- Standardisierte manuelle Arbeit
- Soziales Lernen
- Standardisierte Kommunikationsarbeit
- Communities of Practice
- Standardisierte Wissensarbeit
- Job-Crafting
- qualifizierende Arbeitsgestaltung
- Arbeitsstrukturierung
- differentiell-dynamische Arbeitsorganisation
- Arbeitsorganisation als Lernprozess

3. Verbesserung der Wertschöpfung

- Geschwindigkeit der Problemlösungen im kleinen Regelkreis
- Anzahl der Problemlösungen im kleinen Regelkreis

4. Umsetzung von Innovationen

- Geschwindigkeit von Veränderungsprozessen
- Akzeptanz von Veränderungsprozessen

Methodensammlung für das Lernen aus der Arbeit – Übersicht

Die nachstehende Tabelle 5 zeigt eine nicht vollständige Liste von Methoden für das Lernen aus der Arbeit. Angezeigt wird zusätzlich, welchen Regelkreis die jeweilige Lernform adressiert. Alle Lernformen eignen sich für das Lernen im großen Regelkreis, einige darüber hinaus ebenfalls für das Lernen im kleinen Regelkreis. Am Beispiel zweier Methoden soll dies kurz erläutert werden. Die standardisierte Kommunikationsarbeit sorgt über schnell getaktete kurze Kommunikationsphasen am Ort der Wertschöpfung dafür, dass Arbeitsstände und Probleme dokumentiert und zeitnah bearbeitet werden. Damit können drohende Breakdowns früh erkannt und Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Sperren sich Probleme jedoch einer Lösung oder erscheinen sie wiederholt, sorgen feste Eskalationsregeln für den Transfer an höhere Ebenen, auf denen dann Lösungen gefunden und beschlossen werden können, die Änderungen am MTO-Modell erfordern. Im Gegensatz dazu dient die Methode *Qualifizierende Arbeitsgestaltung* dazu, Erfahrungen des operativen Personals aus einer längeren Produktionsperiode in die Gestaltung neuer Arbeitsplätze und Arbeitsabläufe für diesen Personenkreis einzubrin-

gen. Eine Anwendung der Methode auf einzelne Instanzen des Arbeitsprozesses ist nicht vorgesehen.

Es sollen zunächst einige einführende Bemerkungen zum besseren Verständnis einiger Methoden erfolgen. Die Methoden 1, 2 und 4 verwenden alle den Begriff Standard. Eine *standard operating procedure* (SOP) ist eine verbindliche Beschreibung kritischer Abläufe. Wesentliche Bestimmungsstücke dieser Definition sind:

- Ablauf: Es handelt sich um einen Arbeitsschritt, an dem eine oder mehrere Personen (Teams) beteiligt sind und für dessen Umsetzung bestimmte Aktionen (Handlungen, Bewegungen) in definierter Reihenfolge auszuführen sind. Gibt es Ablaufvarianten innerhalb einer SOP, so liegen standardisierte Entscheidungsregeln vor.
- Beschreibung: Es gibt eine textliche, bildliche oder dynamische (Videosequenz, Animation) Darstellung der Aktionen und weiterer Inhalte.
- Kritisch: Das Nichtbefolgen des Standards hat nachweisbar negative Auswirkungen auf Zielgrößen wie Produktivität, Qualität oder Arbeitssicherheit.
- Verbindlich: Das Befolgen oder Nichtbefolgen des Standards eines standardisierten Arbeitsschrittes ist mit Sanktionen verbunden. Ausmaß und Wahrscheinlichkeit der Sanktionierung können unterschiedlich ausfallen.

Der Begriff *standardized work* kommt aus der manuellen Arbeit (Routinearbeit). Die hier gewählte Begrifflichkeit stellt eine Ausdifferenzierung des Begriffs dar. *Standardisierte manuelle Arbeit* bezeichnet hier den klassischen Fall von Standards in der manuellen Routi-

Methoden des Lernens aus der Arbeit	Zuordnung	
	kleiner Regelkreis	großer Regelkreis
standardisierte manuelle Arbeit	●	●
standardisierte Kommunikationsarbeit	●	●
Communities of Practice	●	●
Standardisierte Wissensarbeit	●	●
Job-Crafting	●	●
differenziell-dynamische Arbeitsorganisation		●
Soziales Lernen		●
qualifizierende Arbeitsgestaltung		●
Arbeitsstrukturierung		●
Arbeitsorganisation als Lernprozess		●

Tab. 5: Methodenübersicht für das Lernen aus der Arbeit

nearbeit. Darauf wurde bereits in dem zweiten Leitfaden als Methode des Lernens für die Arbeit Bezug genommen (vgl. MÜHLBRADT ET AL. 2015). Hier geht es jedoch um den organisationalen Aspekt. Ähnliche Standardisierungen finden sich aber auch für andere Arbeitsabläufe und -inhalte. So können Kommunikationssituationen standardisiert werden. Dann sprechen wir von *standardisierter Kommunikationsarbeit*. Es werden Anlässe, Verläufe, Teilnahme und Dauer von Kommunikationssituationen standardisiert. Regelkommunikation spielt eine zentrale Rolle bspw. für das Shopfloor-Management und Hoshin-Kanri (s. MÜHLBRADT 2014, S. 16ff.).

Werden Standards für Wissensarbeit verwendet, wird das hier als die vierte Methode *Standardisierte Wissensarbeit* bezeichnet. Auf den ersten Blick scheint dies widersprüchlich zu sein, da Wissensarbeit als geistige Arbeit bereits per Definition (s. PERROW 1967) jenseits von Routinen ist. In der Praxis zeigt sich aber, dass gerade Unternehmen in der Unterstützung von Wissensarbeit erfolgreich sind, die Standards für Wissensarbeit nutzen (STROTHOTTE 2006; LIKER U. MEIER 2007, S. 196ff.; MÜHLBRADT 2014, S. 10ff.). Eine Übersicht über die Ansatzpunkte dafür gibt die Tabelle 6. Unterschieden werden dabei Standards für wertschöpfende Prozesse und digitale Werkzeuge sowie für Prozesse und digitale Werkzeuge des Wissensmanagements. Die verwendete Begrifflichkeit folgt dem modifizierten Modell des Wissensmanagements von Probst (s. BOHLANDER ET AL. 2011, S. 35).

Alle Standards sind potenziell wertvolles Know-how des Unternehmens und stellen das Ergebnis eines organisationalen Lernprozesses dar, aus dem *Best Practices* hervorgehen. Der Wert des Standards entfaltet sich jedoch erst dann, wenn er auch eingehalten (genutzt) wird, worauf LIKER U. MEIER hinweisen (s. LIKER U. MEIER 2007). Der Standard muss daher vermittelt und trainiert werden. Gelingt es, den Standard zu vermitteln und seine Nutzung zur alltäglichen Routine zu machen, können darüber hinaus erhebliche Ressourcen eingespart und Stressquellen (Stressoren) reduziert werden.

Gemeinsam ist allen Formen von Standards, dass sie öffentlich sind – jeder kennt sie und jeder kann sehen, ob sie eingehalten werden. Hier gibt es eine wichtige Wechselwirkung mit dem sozialen Lernen. Das kann an einem kleinen Beispiel verdeutlicht werden. In einem chemisch-pharmazeutischen Konzern wurde entdeckt, dass ein wesentlicher Teil der Arbeitsunfälle beim Treppensteigen entstand. Als ein wesentlicher Grund dafür wurde die Nichtbenutzung des Handlaufs identifiziert. Über einen längeren Zeitraum hinweg wurde daher die Benutzung des Handlaufs erfolgreich als Standard etabliert. Dabei spielte das alltägliche Verhalten von Führungskräften eine bedeutsame Rolle. Die Einhaltung des Standards beim Treppensteigen im Unternehmen ist für jedermann jederzeit kontrollierbar.

Die Methode 5, *Job-Crafting*, bezieht sich auf Arbeiten verschiedener Autoren, ausgehend von Wrzesniewski u. Dutton (s. Wrzesniewski u. Dutton 2001). Job-Crafting wird dort definiert als die Veränderung der Grenzen und Bedingungen von Arbeitsaufgaben und Arbeitsbeziehungen sowie der Sinnhaftigkeit der Arbeit (s. Wrzesniewski u. Dutton 2001, S. 3). PETROU ET AL. differenzieren für das Job-Crafting drei Untergruppen: Die Mobilisierung von Ressourcen, das Aufsuchen von Herausforderungen und die Senkung von Anforderungen und Belastungen (s. PETROU ET AL. 2012). Die Aktivitäten des Job-Craftings sind nicht expliziter Bestandteil von MTO-Modellen und werden in der Regel nicht, oder nur stillschweigend, durch Arbeitsplaner und Vorgesetzte registriert. BERG ET AL. sehen solche Stellenbeschreibungen als Ausgangspunkt für Veränderungen bei Aufgaben und Kommunikations- und Interaktionsbeziehungen (s. BERG ET AL. 2013, S. 82). Dabei geht die Initiative vom Beschäftigten selbst aus, wie BERG ET AL. betonen: Einer der Kernaspekte des Job-Craftings ist, dass die Angestellten bottom-up selbst Veränderungen initiieren und umsetzen, anstatt dass diese vom Manager top-down vorgegeben werden. Dies ermöglicht es den Mitarbeitern, ihre umfassenden Kenntnisse des eigenen Jobs anzuwenden und so

	Wertschöpfung	Wissensmanagement
Prozesse	SOP	SOP im operativen und strategischen Wissensmanagement
	Checklisten	SOP in der Wissensnutzung
digitale Werkzeuge	Front-End-Standardisierung digitaler Medien	Front-End- und Back-End-Standardisierung digitaler Medien

Tab. 6: Systematik der Standardisierung in der Wissensarbeit

zu verändern, dass sie zu mehr Sinnhaftigkeit führen (s. BERG ET AL. 2013, S. 83).

Handlungsweisen dieser Art können mit den Organisationszielen übereinstimmen, müssen es aber nicht notwendigerweise, wie das folgende Beispiel illustriert: „Persönlich hatte ich reichlich Erfahrung darin, den Zeitnehmer mit der Stoppuhr nach Kräften hinteres Licht zu führen. Ich sah mich selbst als ein Experte, wenn es galt, dem Zeitnehmer mit der Stoppuhr eine umständliche Arbeitsweise vorzugaukeln, was in Vorgabezeiten resultierte, die im Nachhinein zu einer erträglicheren Arbeitsbelastung führten, als wenn ich im Normalbetrieb optimalere Methoden anwandte. In der Regel war es Beschäftigten so auch möglich, ein bestimmtes Maß an Abweichungen und Störungen im Realprozess durch die in den Vorgabezeiten enthaltene *Luft* stillschweigend zu kompensieren.“ (SIEGEL 2015, S. 15).

Im Hinblick auf die technischen, qualifikatorischen und organisatorischen Veränderungen, die durch Industrie 4.0 allgemein erwartet werden, ist absehbar, dass sich die Optionen für Job-Crafting verändern werden. Einerseits können über höhere Eigenverantwortung, wesentlich gesteigerte Informationsversorgung und die Digitalisierung von Abläufen zusätzliche Möglichkeiten entstehen. Andererseits wird eine weitgehende Leistungs- und Verhaltenstransparenz befürchtet, die ebensolche Optionen minimiert. Für Arbeitsgestalter und Führungskräfte stellt sich damit die Frage, wie die unvermeidlichen Aktivitäten des individuellen oder kollektiven Job-Craftings so gefördert und kanalisiert werden können, dass sowohl Individuum als auch Organisation davon profitieren. Dazu macht LYONS einige Vorschläge, die in der Methodendarstellung berücksichtigt sind (vgl. LYONS 2008)⁴.



⁴Eine detaillierte Erläuterung der Merkmale sowie eine Checkliste zur Bewertung der Lernförderlichkeit für das Lernen aus der Arbeit ist bei MÜHLBRADT ET AL. zu finden (MÜHLBRADT ET AL. 2016)

4 AUSGEWÄHLTE KONZEPTE UND ERGEBNISSE

Im Folgenden werden ausgewählte Konzepte des ELIAS-Projekts vorgestellt. Dazu wird zunächst auf das Implementierungskonzept für digitale Lernlösungen eingegangen (Kapitel 4.1). Es folgt die Darstellung eines Migrationskonzepts am Beispiel der Xervon GmbH (Kapitel 4.2) und die Beschreibung des Planungstools zur Lernförderlichkeitsbilanzierung (Kapitel 4.3). Abschließend wird der Aufbau einer Expertencommunity für die lernförderliche Arbeitssystemgestaltung erklärt (Kapitel 4.4).

4.1 Implementierungskonzept für digitale Lernlösungen

Dass die Digitalisierung mittlerweile alle Bereiche der Wirtschaft und Industrie erreicht hat, ist nicht mehr von der Hand zu weisen. *Industrie 4.0, Smart Factories, digitale Services*: Termini wie diese sind immer wieder auch in Forschungsbeiträgen präsent. Umfangreiche Transformationen durch Digitalisierungsprozesse in Unternehmen können jedoch nur erzielt werden, wenn die Mitarbeiter in allen Bereichen entsprechend qualifiziert sind. Dabei können auch Lernprozesse selbst digital gefördert werden – es entsteht eine Form des Lernens am Arbeitsplatz 2.0. Hierfür können eigene digitale Lernkonzepte geschaffen werden, welche die Anwender dabei unterstützen, ihre Fachkompetenz auszubauen und die neuen digitalen Inhalte erfolgreich anzuwenden. Der vorliegende Beitrag widmet sich der strukturierten Einführung digitaler Lernkonzepte, die notwendig ist, um Lernen am Arbeitsplatz nachhaltig und effizient durch digitale Angebote zu fördern und Mitarbeiter auf die Aufgaben von morgen vorzubereiten. Die folgenden Ausführungen basieren auf den Beiträgen von SENDEREK⁵ und SENDEREK U. HEEG (SENDEREK U. HEEG 2016)⁶.

Das bereits oben erwähnte Mensch-Technik-Organisation-Modell (MTO) nach STROHM U. Ulich liegt dem hier vorgestellten Ansatz zur Implementierung digitaler Lernlösungen zugrunde. Kernelement der Überlegung ist die schrittweise Vorbereitung, Einführung und Erfolgskontrolle eines digitalen Lernkonzepts in alle entsprechenden Bereiche des klassischen MTO-Systems (s. Ulich 2013). Fokussiert werden dabei vor allem solche Lernkonzepte am Arbeitsplatz, die als zunächst sehr einfach zu realisierende Lösungen integriert werden – d. h. in Form sogenannter *minimum viable solutions*, MVS oder auch *minimum viable products*, MVP. Oftmals werden beide Termini nicht trennscharf gebraucht, die hier the-

matisierten Lernlösungen sind jedoch eher als *solutions* denn als *products* zu verstehen, weshalb im vorliegenden Beitrag die Bezeichnung MVS bevorzugt wird. Definiert werden kann eine solche MVS oder ein MVP bspw. nach COOPER ET AL. als ein (Software-)Produkt, das über genau die minimale Funktionalität verfügt, die nötig ist, um eine Aufgabe zu erledigen oder ein Problem zu bearbeiten (vgl. COOPER U. VLASKOVITS 2013). Das heißt, eine MVS könnte am Arbeitsplatz als Lernhilfsmittel genau dort eingesetzt werden, wo es z. B. typischerweise zu Missverständnissen oder Schwierigkeiten kommt, und dann dafür sorgen, dass ebenjene spezifische Arbeits- und somit auch Lernhürde beseitigt werden kann. Somit wird nicht unmittelbar ein kompletter Prozess oder eine komplexe Lernsequenz digital vermittelt, sondern ein kleinerer Schritt innerhalb einer bestimmten Aufgabe. Weil MVS aufgrund ihrer minimalen Funktion auch zügig zu entwickeln sind, liegt eine hohe *Zeit-/Kosten-Nutzen-Relation* vor. Die schnelle und meist kostengünstige Erstellung füllt idealerweise eine sinnvolle Wissenslücke oder ein Kompetenzdefizit, weshalb der Nutzen einer MVS i. d. R. als sehr hoch eingestuft werden kann. Gelingt dies, und das sonst typischerweise auftretende Problem oder Missverständnis wird gelöst, ist der Erfolg unmittelbar sichtbar – einer der bedeutenden Vorteile von MVS gegenüber komplex strukturierten digitalen (Lern-)Konzepten, die oftmals erst nach einer bestimmten Nutzungsdauer ein Ergebnis erzielen. Es wäre denkbar, dass mehrere MVS eingesetzt werden, um den korrekten Ablauf eines Arbeitsprozesses an verschiedenen einzelnen Stellen zu optimieren – genau dort, wo Hilfe und Lehrinhalte erforderlich sind. Im konkreten Anwendungsfall können die digitalen MVS speziell abgestimmt auf Prozessabläufe, Maschinen oder Produkte elementare „[...] Lehr- und Lernarrangements realitätsnah, authentisch, und flexibel in das Bildungs-

⁵SENDEREK, R. (2016). The systematic integration of technology enhanced learning for lifelong competence development in a corporate context. In: UNESCO and UNIR ICT and Education Latam Congress 2016. Hrsg.: BURGOS, D., GONZÁLES-CRESPO, R. U. KHOROSHILOV, A., Bogotá: UNIR Research – Universidad Internacional de La Rioja (UNIR). S. 349-353.

⁶SENDEREK, R. U. HEEG, K. (2016). Der Einsatz digitaler Lern- und Assistenzsysteme im industriellen Wandel – Softwarelösungen erfolgreich implementieren. In: Pre-Conference Workshops der 14. E-Learning Fachtagung Informatik. DeLFI 2016. Hrsg.: ZENDER, R., Potsdam: Köllen Druck+Verlag GmbH. S. 223-239.

konzept [einbringen]“ (HERBER 2012), wodurch sie nicht nur kurzfristig bei jedem Einsatz eine Arbeiterleichterung bewirken, sondern vielmehr auch langfristig zur dauerhaften Optimierung der Mitarbeiterkompetenzen beitragen.

Der Erfolg von *minimum viable solutions* jedoch hängt maßgeblich mit ihrer zielgerichteten Implementierung zusammen. Gerade weil die digitalen Lernlösungen aufwandsarm und aufgabenspezifisch strukturiert sind, bedarf es einer besonders organisierten und schrittweisen Entwicklung, Einführung und Kontrolle. Um dies zu demonstrieren, konzeptionierten SENDEREK U. HEEG im Rahmen des ELIAS-Verbundprojekts ein Implementierungsmodell, das an dieser Stelle erläutert wird (vgl. SENDEREK U. HEEG 2016). Das Modell greift die Gliederung des MTO-Modells in Mensch, Technik und Organisation auf und bricht diese in einzelne Subeinheiten herunter. In all diesen müssen zu jedem Zeitpunkt der Planung, Vorstellung und Kontrolle eines MVPs Schritte durchgeführt werden, die maßgeblich über den tatsächlichen Nutzen der Lernlösung entscheiden.

Wie zuvor betont, ergeben sich das volle Potenzial und der Nutzen eines digitalen Systems nur dann, wenn dessen angestrebter Zweck für Entwickler und Anwender gleichermaßen von Beginn an definiert sind. Darüber hinaus gilt es, die bereits bestehenden personellen, technischen und unternehmensorganisatorischen Strukturen in jedem der Implementierungsschritte zu berücksichtigen. Das folgende umfassende Implementierungsmodell (siehe Abbildung 12) veranschaulicht, welche Prozessschritte auf welchen Ebenen vollzogen werden müssen, um von der Idee, digitale Lernlösungen einzuführen, erfolgreich zu deren gewinnbringender Anwendung zu gelangen. Dabei zeigt das Modell deutlich, dass ein Digitalisierungsbestreben zu jedem Zeitpunkt alle Bereiche eines Unternehmens berührt und nicht nur jene, in der die einzuführenden Lernlösungen letztendlich auch Anwendung finden soll. Es ist als Planungstool konzipiert, das die drei gleichermaßen von Digitalisierung betroffenen Ebenen Mensch, Technologie und Organisation mit in die Programmeinführung einbezieht.

Zu Beginn des Implementierungsprozesses steht der grundlegende Schritt der Analyse des Status quo. Die Identifikation der Ausgangssituation erfolgt gleichzeitig in allen Bereichen des klassischen MTO-Modells und betrifft nicht nur einen singulären Bereich. Stattdessen muss geprüft werden, über welche Kompetenzen die Teammitglieder verfügen (M), wie die bisherigen technischen Abläufe gestaltet sind (T) und wie die Mitar-

beiter bislang geschult wurden. Auch die bisherige Arbeitsorganisation muss analysiert werden (O). Die Bestimmung der bereits bestehenden und nutzbaren Wissensmengen, der Organisations-, Lehr- und Lernstrukturen ist essenziell, um die Software optimal zu gestalten. Werden hier Aspekte nicht detailliert erfasst, ist ein tatsächlicher Erfolg der Softwarelösung aufgrund einer möglichen Inadäquatheit dieser fraglich, betonen SENDEREK U. HEEG (vgl. SENDEREK U. HEEG 2016). Der Fit der Lernlösung zu verfügbaren IT-Strukturen und Organisationsgrundlagen wird als elementar eingestuft (vgl. SENDEREK U. HEEG 2016). Insbesondere, weil hier Lernlösungen in Form minimal funktionsfähiger Lösungen betrachtet werden, ist diese Passgenauigkeit notwendig. So ist keine Einführung gänzlich neuer IT-Strukturen oder Ähnliches vorgesehen – gerade dies würde den Zeit- und Kostenfaktor derart erhöhen, dass die Grundidee einer MVS, schnell und kostengünstig zu einem hohen Nutzen zu führen, hinfällig wäre.

An dieser Stelle muss zwingend überprüft werden, ob eine Notwendigkeit für das MVP bzw. die Lernlösung vorliegt, wie kritisch diese ist und ob daraus abgeleitet werden kann, wie wahrscheinlich es ist, dass die Anwender auch dazu bereit sind, die geplante MVS tatsächlich fortan zu nutzen. Ist die Problematik oder die Aufgabe, die mithilfe der MVS bewältigt werden soll, zwar vorhanden, aber nicht zwingend kritisch, ist auch die Entwicklung der entsprechenden Lösung hinfällig, weshalb diese Überlegung zwingend in Form einer Kosten-Nutzen-Analyse am Anfang einer jeden Lernlösungsimplementierung stehen muss. Es wird deutlich, dass der Schritt der Status-quo-Analyse grundlegend betrachtet kein einzelner Schritt an sich ist, sondern vielmehr ein Prozess ist, der kontinuierlich stattfinden muss. Jede Einführung einer MVS bzw. jeder Test einer bestimmten MVS-Version verlangt eine Re-Evaluierung des vorhandenen MVS -Umfeldes, um einen optimalen Nutzen und Problemlösungsbezug zu gewährleisten.

Anknüpfend an den Bereich der Statusanalyse sieht das Implementierungsmodell nach SENDEREK U. HEEG die Definition der anvisierten Ziele und der dazu nötigen Voraussetzungen vor. Diese wird als ebenso grundlegend wie die Status-quo-Analyse eingeordnet, denn beide Prozessabschnitte seien unmittelbar voneinander abhängig: Nur aufbauend auf dem detaillierten Wissen über Bestehendes könne künftig zu Erreichendes geplant werden (vgl. SENDEREK U. HEEG 2016). SENDEREK U. HEEG betonen, dass diese Zielbestimmung häufig ausschließlich auf einen der drei Bereiche Mensch, IT und Organisation begrenzt sei, allerdings müssten im Ideal-

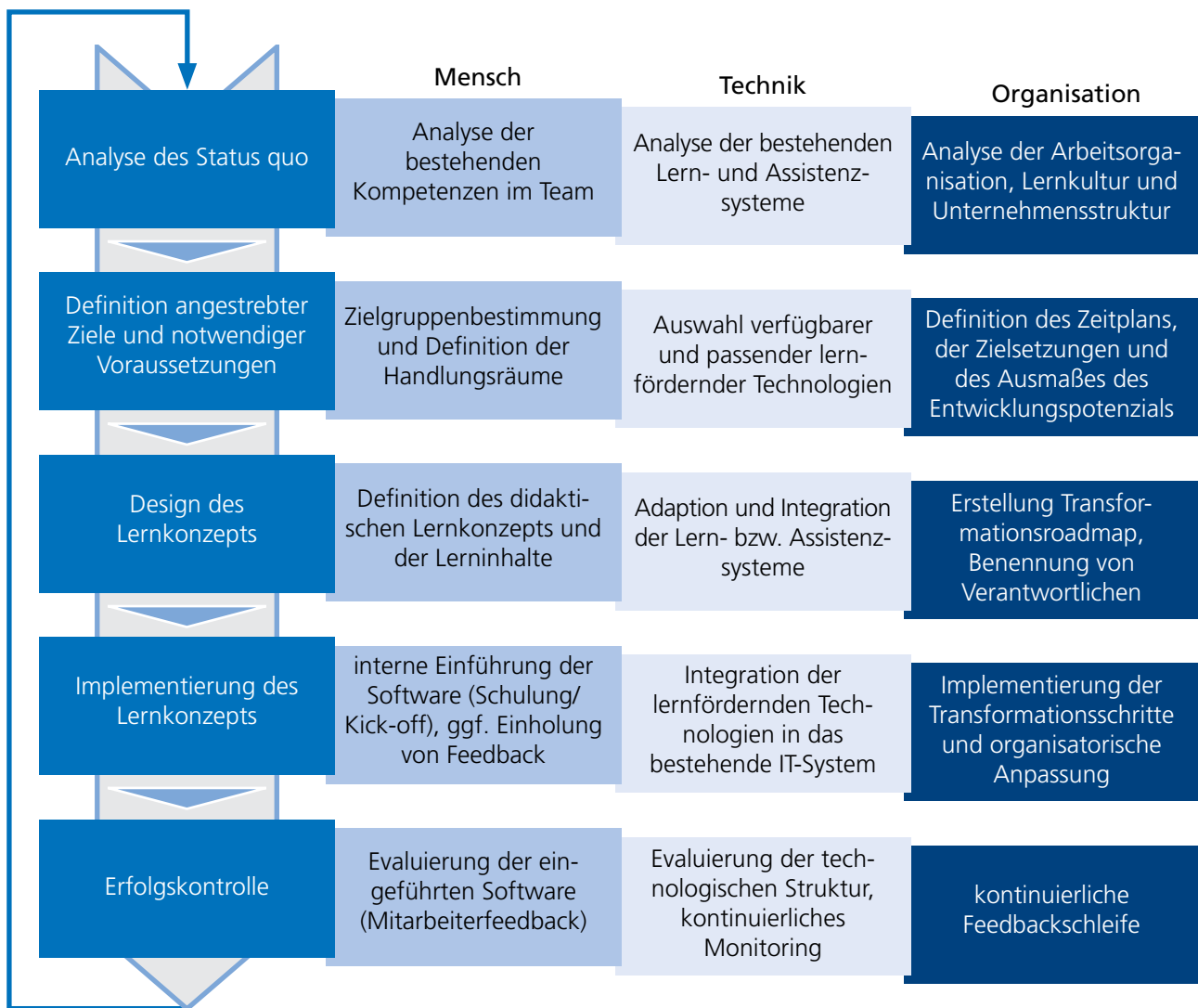


Abb. 12: Vorgehensmodell für die Implementierung digitaler Lernlösungen im Unternehmen (eigene Darstellung i. A. a. SENDEREK U. HEEG 2016)

fall für alle drei Ebenen gleichermaßen genaue Vorstellungen über den Sinn und Zweck des Digitalisierungsvorhabens formuliert und verfolgt werden. Ebenso wie die Implementierung einer Lernlösung nicht nur singulär einen abgegrenzten Bereich betrifft, wirkt sich auch der Nutzen der minimal gestalteten Lernlösung nicht nur auf einen Bereich aus, sondern hat u. U. auch Effekte auf anknüpfende Arbeiten, Lehr- und Lernsysteme oder Prozesskettenabschnitte. Aus diesem Grund findet sich die Zielbestimmung innerhalb des Konzepts auf jeder Ebene wieder: Im Personalbereich muss die Zielgruppe der Lernlösung bestimmt werden, ebenso bedürfen die konkreten Handlungsräume einer Eingrenzung. An diesem Punkt ist auch die Partizipation der Mitarbeiter sicherzustellen. Deswegen gilt es zu definieren, was von den Angestellten konkret erwartet wird und wie und wofür sie die neuen Programme nutzen sollen. Entsprechend transparent müssen die auf organisatorischer Ebene diskutierten Zielsetzungen dann kommuniziert werden.

Innerhalb der IT-Abteilung muss des Weiteren geprüft werden, welche technischen Netzwerke bestehen und wie sie erweitert werden können, um die Lernlösung zugänglich zu integrieren. Zuletzt muss im Gesamtunternehmen bestimmt werden, innerhalb welches Zeitraums welche Implementierungsschritte vorgesehen sind und welches Entwicklungspotenzial dabei zu erwarten ist.

Als dritten Prozessschritt sieht das Konzept die Erstellung des Lernsystems vor sowie die Beschreibung einer dazugehörigen Transformations-Roadmap. Hierfür muss auf der Ebene der Mitarbeiter das didaktische Lernkonzept geklärt und beschrieben werden, in Bezug auf Technologie muss die vorhandene Systemstruktur vorbereitet und angepasst werden und das Management muss die genannte Roadmap zur Transformation erstellen – zusammen mit einem Team, das diesen Veränderungsprozess überwacht und anleitet, soll die reibungslose Implementierung sichergestellt werden.

Ist die Lernlösung als MVS in einem ersten Entwurf konzipiert, wird sie implementiert. Hierfür wird den Mitarbeitern das Konzept vorgestellt und ggf. bereits hier erstes Feedback gesammelt. Die Techniker müssen die Software in das bestehende IT-System integrieren und auf Funktionstauglichkeit prüfen. Auf organisatorischer Ebene bedarf es ggf. struktureller Anpassungen, zudem muss die Transformations-Roadmap abgeglichen werden.

In einem weiteren, fünften Schritt ist die Erfolgskontrolle der Implementierung auf allen Ebenen zu überprüfen. Die Lernlösung muss auf eine korrekte Funktionsweise sowie die Passgenauigkeit mit den zuvor definierten Zielsetzungen geprüft werden. Wie bewerten die Mitarbeiter die Lernlösung? Erleichtert sie tatsächlich die Arbeit bzw. das Erlernen eines bestimmten Ablaufs/Inhalts? Kann etwas weiter optimiert werden? Fragen wie diese müssen in Mitarbeitergesprächen oder anhand von Feedbackfragebögen beantwortet werden. In der IT-Abteilung besteht die Erfolgskontrolle aus einem kontinuierlichen Monitoring und der Bewertung der neuen technologischen Struktur – gibt es Probleme? Zeigen sich Stärken und Schwächen der neuen Technik, und wenn ja, wie können Optimierungen vorgenommen werden? Auf Ebene der Unternehmensorganisation muss der Einsatz der Lernlösung ebenso fortlaufend mit der zuvor erarbeiteten Transformations-Roadmap abgeglichen werden. Diese Erfolgskontrolle in allen Bereichen stellt jedoch nicht das Ende des Implementierungsprozesses dar, wie SENDEREK U. HEEG hervorheben, sondern sie ist vielmehr als Ausgangspunkt für die Wiederholung aller vorherigen Schritte zu verstehen: Auf Grundlage einer umfassenden Erfolgskontrolle kann eine erneute Status-quo-Analyse erfolgen, eine Definition weiterer Ziele und ein wiederholtes Anpassen der Softwarestrukturen durchgeführt werden und so schlussendlich in einem bzw. mehreren Zirkelschlüssen dafür gesorgt werden, dass die MVS höchst effizient genutzt werden können und einen konkreten Zweck erfüllen. Aufgrund der schnellen Entwicklung und zügigen Möglichkeit, die MVS hands-on zu testen, sind schnelle und kurze Feedbackschleifen möglich, die es erlauben, das MVP/MVS mit einem guten Customer-Fit zu versehen und entsprechend anzupassen.

Im vorliegenden Kapitel wurde auf die Bedeutung digitaler Lernlösungen für die Entwicklung von Mitarbeitern und Unternehmen eingegangen sowie der bedeutende Beitrag einfach strukturierter Lösungen (MVS) zum Lernen am Arbeitsplatz aufgezeigt. Innerhalb des Projekts konnte aufgezeigt werden, dass minimale und auf kleine Prozessschritte abgestimm-

te Softwarelösungen Arbeitsabläufe und Lernprozesse sinnvoll unterstützen und so zu einer langfristigen Kompetenzentwicklung der Mitarbeiter beitragen können. Um diese Wirkung zu erreichen, müssen digitale Lernlösungen jedoch strukturiert in bestehende Unternehmensstrukturen eingeführt werden, zum Beispiel anhand des Implementierungsmodells von SENDEREK U. HEEG (S. SENDEREK U. HEEG 2016). Dessen schrittweise und zirkulär angelegte Einführung und Optimierung der Lernsoftware verdeutlicht, dass die Integration digitaler Lernlösungen kein einmalig durchzuführender Vorgang ist, sondern vielmehr ein Kreislauf, der einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess dient. Verschiedene Autoren warnen vor einer illusorischen Vorstellung davon, eine MVS funktioniere linear und führe von dem erstmaligen Einsatz idealerweise sofort zu einem Lernerfolg. Stattdessen müssten zunächst aufgrund der notwendigen Feedback- und Optimierungsschleifen mehrmalige Vor- und Rückschritte einkalkuliert werden, bevor die MVS tatsächlich effektiv eingesetzt werde (S. BRIKMAN 2016).

Erfolgversprechend ist der Einsatz minimal konzipierter Lernlösungen in dieser Form dennoch vor allem aufgrund der bereits erwähnten hohen Wahrscheinlichkeit sichtbarer Anfangserfolge: Da die implementierte Software nur kleine Teilaufgaben übernimmt bzw. als Lehrinhalte vermittelt, ist schnell erkennbar, ob die Einführung zielführend war – schneller als im Falle umfangreicher Bildungs- bzw. Lehrangebote durch groß angelegte Digitalisierungstransformationen. Der positive Lerneffekt ganzheitlicher und umfassender Digitalisierungsbemühungen kann sich oft erst verzögert zeigen. Es lässt sich weiterhin der Schluss ziehen, dass die rasch erkenntlichen Resultate der MVS zu einer positiven Bewertung der Lernlösungen bei den Mitarbeitern führen sowie zu einer hohen Motivation, die MVS als Änderungen im bereits bestehenden Lernsystemen zu akzeptieren und anzuwenden. Die hieraus resultierende aktive Partizipation aller Betroffenen wird in dem vorliegenden Beitrag als grundlegend für den Erfolg des technologiegestützten Lernens betrachtet. Sie kann zusammen mit der hier vorgeschlagenen strategischen Planung und Einführung lernkonzeptioneller MVS künftig dazu beitragen, Unternehmen und ihre Mitarbeiter auf dem erfolgreichen Weg in die digitalisierte Arbeitswelt zu unterstützen. Somit kann ein inkrementeller Wandel, der gleichzeitig mit dem notwendigen Kompetenzaufbau auf Seiten der Mitarbeiter einhergeht, erreicht werden, der frühzeitig für Unternehmen und Mitarbeiter einen Mehrwert generiert und so den Weg hin zum digitalisierten Unternehmen ebnet.

4.2 Migrationskonzept am Beispiel der Xervon Instandhaltung GmbH

Es ist unbestritten, dass aufgrund des industriellen Wandels viele Unternehmen ihre bestehenden Konzepte umgestalten müssen. Um die Herausforderungen in der Industrie 4.0 zu meistern, müssen neben der benötigten technischen Infrastruktur vor allem die Mitarbeiter für die zunehmende Digitalisierung qualifiziert werden, denn einer der Wettbewerbsvorteile ist das in der Organisation verfügbare Wissen, das innerhalb des Unternehmens gezielt zur Verfügung gestellt wird und für innovative Ideen genutzt werden kann. Angesichts wachsender Kundenanforderungen steht die Xervon Instandhaltung GmbH vor der Herausforderung, die Qualifikationen und Fähigkeiten der Standort- und Projektleiter im Auftragsmanagement anpassen und ausbauen zu müssen. Um die bereits vorhandenen Kompetenzentwicklungsmaßnahmen im Bereich Auftragsmanagement zu prüfen, wurde zusammen mit dem FIR, der MTM und der Personalentwicklung der Xervon ein Analysewerkzeug entwickelt, das den Grad der Arbeitsbezogenheit im Zuge der Kompetenzentwicklung misst. Eine umfassende Beschreibung Analysetools findet sich in dem Beitrag von SENDEREK ET AL. (SENDEREK ET AL. 2014)⁷.

Für das Analysewerkzeug wurden die folgenden fünf Dimensionen definiert: Lerninhalte & Lernziele, Organisation, Methodik & Didaktik, Transfer und Nachhaltigkeit. Für diese Dimensionen wurden jeweils verschiedene Parameter definiert, die eine Bewertung des Grades der Arbeitsorientierung von Qualifizierungsmaßnahmen ermöglichen. Hierbei sind verschiedene Ausprägungen zwischen den Extrempunkten einer rein seminaristischen Qualifizierung und einer arbeitsintegrierten Qualifizierung möglich.

Zunächst ist mithilfe einer Bedarfserhebung auf Grundlage von tätigkeitsnahen Verhaltens- oder Leistungsdaten herauszufinden, ob Lerninhalte und Lernziele auch an den bestehenden Bedarfen des jeweiligen Unternehmens ausgerichtet sind und diese auch regelmäßig ermittelt werden. Die Inhalte können zudem abstrakt und generisch aufbereitet oder unternehmensspezifisch gestaltet werden.

Um der Frage nachgehen zu können, inwieweit Lernprozesse in die Arbeitstätigkeiten eingebunden werden können, sind des Weiteren die organisatorischen

Rahmenbedingungen zu prüfen. So sind seminarische Schulungen durch die zentrale Organisation des Unternehmens ohne klare Personalentwicklungsziele charakterisiert. Für die Arbeitsorientierung ist es wichtig, betriebliche Experten in die Gestaltung des Lernprozesses einzubinden. Darüber hinaus sind interne Referenten für die Arbeitsorientierung von Kompetenzentwicklungsmaßnahmen von hoher Bedeutung, denn im Vergleich zu externen Referenten, die häufig allgemeine Inhalte vermitteln, tendieren die internen Referenten zur Vermittlung unternehmensspezifischer Inhalte. Nicht zuletzt ist die zeitliche und örtliche Organisation von Kompetenzentwicklungsmaßnahmen von hoher Relevanz, denn Weiterbildungen können unternehmensextern, -intern oder im Arbeitsprozess stattfinden.

Die dritte Dimension beschreibt die Methodik und Didaktik der Lernformen. Es ist zu untersuchen, ob die Kompetenzen seminaristisch oder arbeitsnah anhand von Fallstudien vermittelt werden. Des Weiteren können Aufgaben in Form klassischer Übungen gestaltet, aber auch durch Simulationen und Planspiele aufgebaut werden. Eine arbeitsorientierte Methodik und Didaktik ist durch Lerngruppen gekennzeichnet, in denen sich die Teilnehmer aktiv beteiligen und der Lernstoff auf individuelle Bedarfe und Kompetenzen zugeschnitten werden kann. Ferner kann bei arbeitsorientierten Kompetenzentwicklungsmaßnahmen die Rollenverteilung zwischen Referent und Teilnehmern aufgehoben werden.

Die Dimension *Transfer* beschreibt die Überführung des vermittelten Wissens in die Praxis, wodurch konkrete Aufgaben mit der Qualifizierungsmaßnahme verbunden werden können. Die Mentoring-Programme können außerdem dabei helfen, das Gelernte in die Praxis zu übertragen. Wichtig bei der genannten Dimension ist, dass der Erfolg, das Gelernte in die Praxis umzusetzen, sichergestellt wird.

Die letzte Dimension beschreibt die Nachhaltigkeit der Maßnahmen. Durch das Zugreifen auf die Lerninhalte während der Arbeit kann eine höhere Arbeitsorientierung erreicht und das individuelle Weiterlernen gefördert werden. Die Nachhaltigkeit kann darüber hinaus durch den Aufbau einer Community of Practice unterstützt werden, die es zusätzlich ermöglicht,

⁷SENDEREK, R.; MÜHLBRADT, T. U. BUSCHMEYER, A. (2014). ELIAS: Engineering und Mainstreaming lernförderlicher industrieller Arbeitssysteme für die Industrie 4.0 – Smart Learning für industrielle Dienstleistungen. Unternehmen der Zukunft (UdZ). 3. S. 35-37.

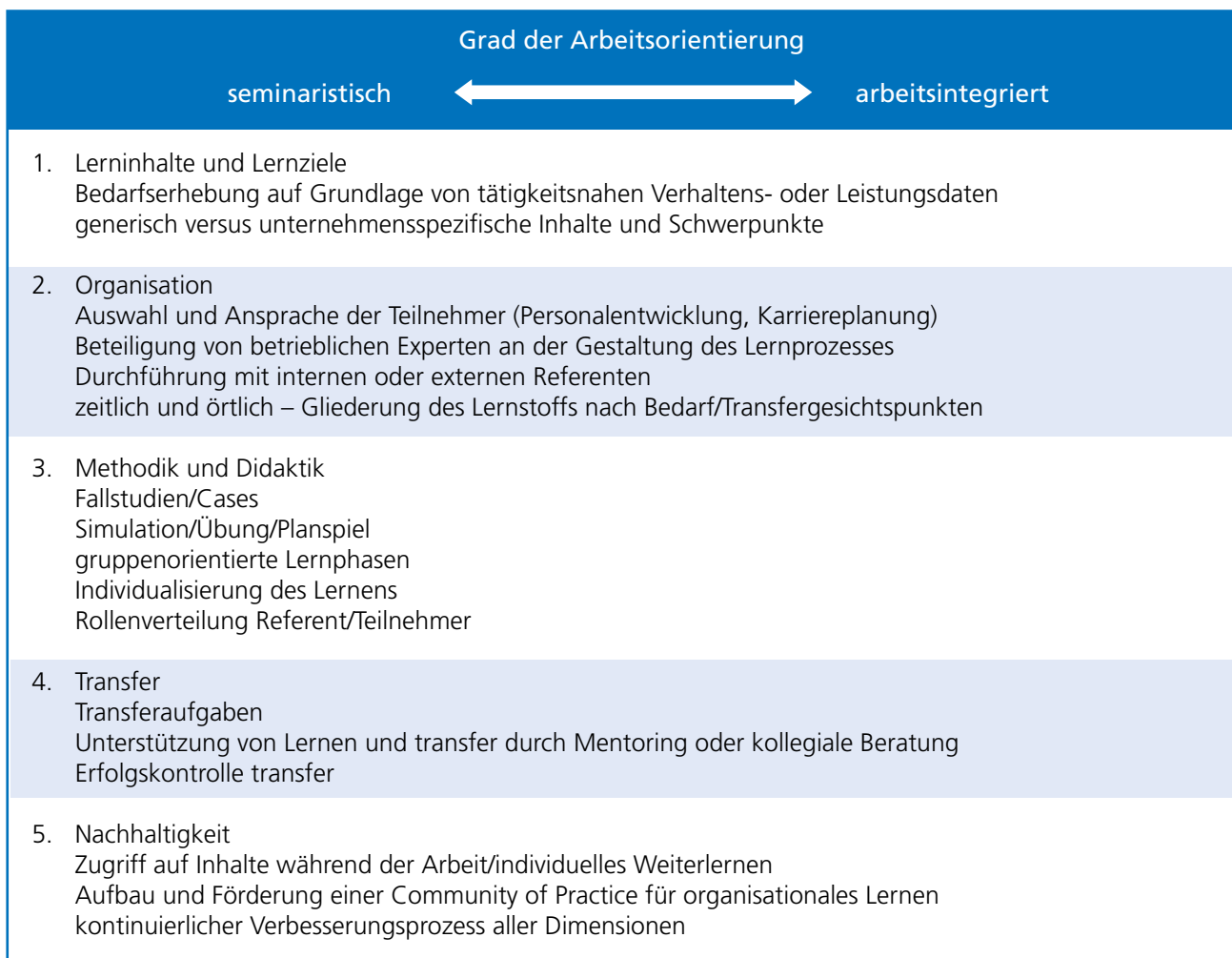


Abb. 13: Analysetool zur Bewertung der Arbeitsorientierung von Qualifizierungsmaßnahmen

die einzelnen Lernprozesse zu einem organisationalem Lernen zusammenzufügen. Die Nachhaltigkeit sollte außerdem durch die Verbesserung der zuvor genannten Dimensionen sichergestellt werden. Alle fünf Dimensionen mit den zugehörigen Parametern können der Abbildung 13 entnommen werden.

Das vorgestellte Analysetool wurde bereits bei der Xervon Instandhaltung GmbH eingesetzt. Ausgehend von einem starken seminaristischen Fokus konnten gemeinsam mit der Geschäftsführung und der Personalentwicklung der Xervon Instandhaltung GmbH Maßnahmen für die Gestaltung einer verstärkt arbeitsbezogenen Kompetenzentwicklung definiert und umgesetzt werden.

4.3 Planungstool zur Lernförderlichkeitsbilanzierung

Im Kern des modellierten ELIAS-Planungstools steht die Erhebung der Lernförderlichkeitsbilanz auf strategischer Ebene, die in Form eines Self-Assessment-Tools umgesetzt wird. Darüber hinaus können die aktuellen Rahmenbedingungen bewertet werden. Basierend auf den Katalogen für Methoden und Technologien, können wiederum Maßnahmen auf operativer Ebene ausgewählt werden, die dann hinsichtlich ihrer Wirkung im Planungstool analysiert werden können. Einen Überblick über die Kernelemente des ELIAS-Planungstools bietet Abbildung 14.

Um eine unternehmensindividuelle Handhabbarkeit sowie die Beherrschbarkeit des Umfangs der Gestaltungs-

möglichkeiten des „Lernens im Prozess der Arbeit“ sicherzustellen, wurden die strategische und operative Ebene voneinander unterschieden. Insbesondere kann hiermit dem Phänomen Rechnung getragen werden, dass verstärkt neue arbeitsorganisatorische Lösungen entwickelt werden und sich die Arbeitsorganisation insbesondere im Zuge der Digitalisierung in einem permanenten Wandel befindet. Das Lernen im Prozess der Arbeit kann somit sowohl auf einer operativen Ebene untergliedert in die Bereiche des Lernens für die Arbeit (s. MÜHLBRADT ET AL. 2015) und des prozessbezogenen Lernens aus der Arbeit (Single-Loop-Learning) als auch auf der strategischen Ebene in Form des modellbezogenen Lernens aus der Arbeit

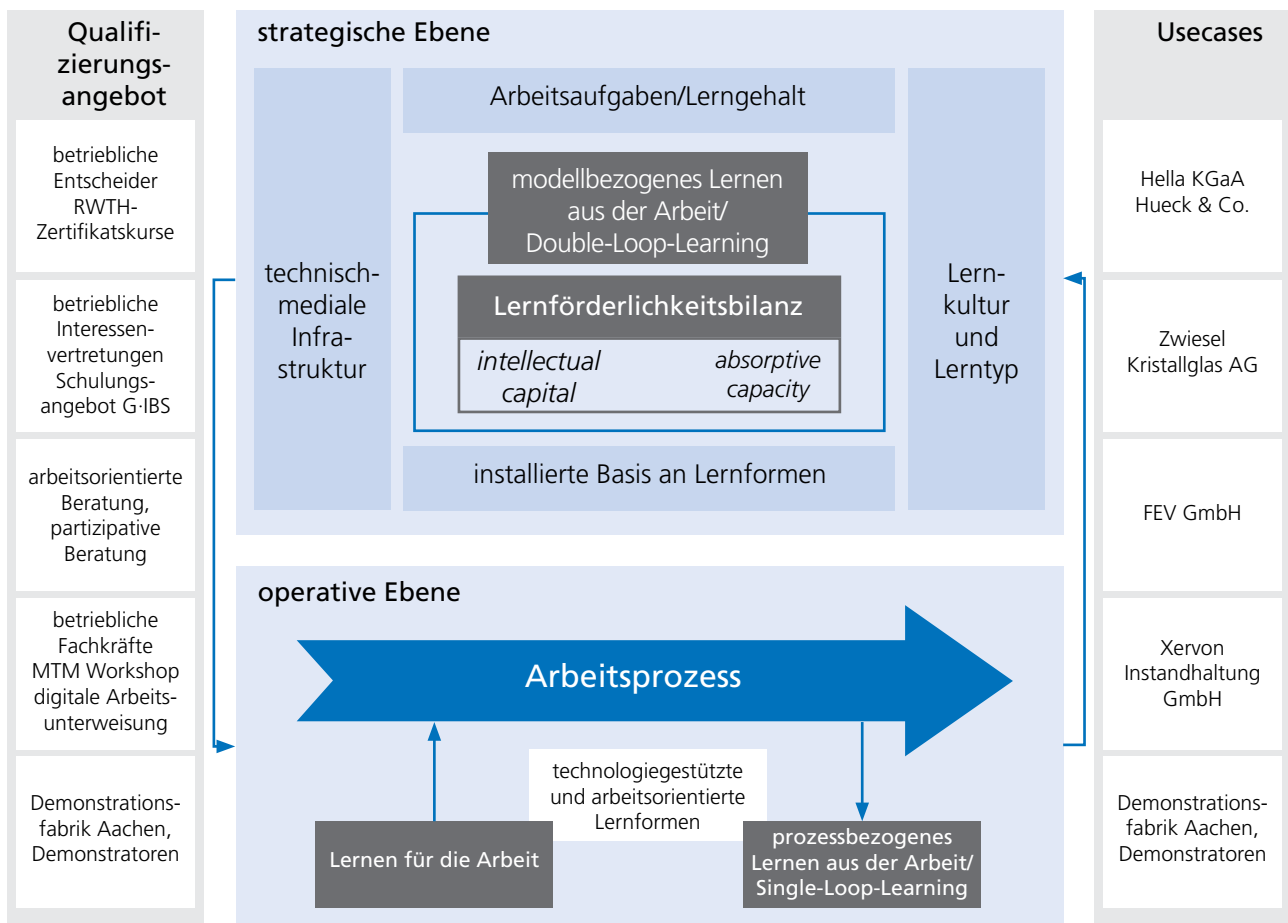


Abb. 14: Kernelemente des ELIAS-Planungstools

(Double-Loop-Learning) stattfinden. Einen Überblick über die betrachteten Ebenen und unterschiedlichen Lernszenarien gibt ebenfalls Abbildung 14.

Das auf diese Art und Weise definierte ELIAS-Planungstool ermöglicht Entscheidern und weiteren Interessierten einerseits, die Lernförderlichkeit strategisch und kontinuierlich zu messen und ggfs. Maßnahmen auf operativer Ebene einzuleiten, um das Lernen im Prozess der Arbeit zu erhöhen. Hierfür stehen wiederum die Leitfäden zum *Lernen für die Arbeit* (MÜHLBRADT ET AL. et al. 2015)⁸ und *Lernen aus der Arbeit* (MÜHLBRADT ET AL. et al. 2016)⁹ zur Verfügung.

Gleichzeitig wurde, wie auf der linken Seite angedeutet, ein auf die verschiedenen beteiligten Interessengruppen

abgestimmtes Qualifizierungsangebot von den beteiligten Partnern entwickelt. Dieses befindet sich derzeit in der Erprobung. Darüber hinaus wurden die im Projekt umgesetzten Usecases nutzerfreundlich aufbereitet und zur Verfügung gestellt. Eine derartige Beschreibung der Usecases der Hella KGaA Hueck & Co. sowie der FEV GmbH findet sich beispielsweise in dem Buchbeitrag von SENDEREK (SENDEK 2017)¹⁰ bzw. auch in einer verkürzten Fassung im Statusreport des VDI/VDE-GEMA-Fachausschusses 7.22 Arbeitswelt 4.0 (SENDEK 2016a)¹¹. Eine Darstellung des Anwendungsfalls der Ziesel Kristallglas findet sich in ebenfalls in einem Buchbeitrag (SENDEK U. SPARWASSER 2017)¹². Eine kurze Übersicht über alle vier Anwendungsfälle findet sich in dem Buchbeitrag von STICH ET AL. (STICH ET AL. 2017)¹³.

⁸MÜHLBRADT, T.; SENDEREK, R.; RODENHAUSER, T. U. SAUPP, L. (2015). Arbeitsorientierte Lernlösungen für Industrielle Arbeitssysteme: Lernen für die Arbeit. In: MTM-Schriften Industrial Engineering. Hrsg.: KUHLLANG, P. U. BRITZKE, B. Zeuthen: Deutsche MTM-Vereinigung e. V.

⁹MÜHLBRADT, T.; SENDEREK, R.; HEMPEL, T.; SPARWASSER, C. U. HEEG, K. (2016). Arbeitsorientierte Lernlösungen für Industrielle Arbeitssysteme: Lernen aus der Arbeit. In: MTM-Schriften Industrial Engineering. Hrsg.: KUHLLANG, P. Zeuthen: Deutsche MTM-Vereinigung e. V.

¹⁰SENDEK, R. (2017). Lernförderliche Arbeitssysteme für die Arbeitswelt von morgen (im Druck). In: Zukunft der Arbeit – Eine praxisnahe Betrachtung. Hrsg.: WISCHMANN, S. U. HARTMANN, E.A., Berlin: Springer

¹¹SENDEK, R. (2016). Beispiel 8: ELIAS – Lernförderliche Arbeitssysteme für die Arbeitswelt von morgen. In: Statusreport Arbeitswelt Industrie 4.0. VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V. S. 29-34.

¹²SENDEK, R. U. SPARWASSER, C. (2017). Die lernende Produktion in der Industrie 4.0 – Digitalisierung bei der Zwiesel Kristallglas AG. In: Digitalisierung – Betriebliche Handlungsfelder der Unternehmensentwicklung. Hrsg.: BLAESER-BENFER, A. U. POLLETY, W., Frankfurt: Frankfurter Allgemeine Buch. S. 134-144.

¹³STICH, V.; GUDERGAN, G. U. SENDEREK, R. (2017). Arbeiten und Lernen in der digitalisierten Welt (im Druck). In: Digitalisierung industrieller Arbeit. Hrsg.: HIRSCH-KREINSEN, H., ITERMANN, P. U. NIEHAUS, J., Baden-Baden: edition Sigma - Nomos Verlagsgesellschaft.

Ausgehend von der eingangs beschriebenen grundlegenden Systematik wurde ein Messkonzept für die Lernförderlichkeit entwickelt. Das Messkonzept wurde in Form eines Strukturgleichungsmodells modelliert. Es umfasst acht Faktoren, welche einen Einfluss auf die Zielvariablen *Innovationsfähigkeit* und *Wandlungsfähigkeit* haben. Die Einflussfaktoren umfassen die Gestaltung der Personalentwicklung, der technischen Infrastruktur, der Lernkultur, die vorhandenen installierten Lernlösungen, die Komplexität und Variabilität der Arbeitsaufgaben, die Arbeitsorganisation, die Art und Weise der Führung sowie die vorhandenen Kommunikationswege. Die Einflussfaktoren wirken wiederum auf die Dimensionen *Absorptionsfähigkeit*, *Humankapital*, *Beziehungskapital* und *Strukturkapital*. Diese wiederum beeinflussen die Zielvariablen für den Unternehmenserfolg, die *Innovationsfähigkeit* und *Wandlungsfähigkeit*. Einen Überblick über das Strukturgleichungsmodell gibt die folgende Abbildung 15.

Das Modell wurde in iterativen Schleifen innerhalb des Projekts entwickelt und mit den Projektpartnern stetig aktualisiert. Die acht Gestaltungsfelder der Lernförderlichkeit sowie die Zieldimensionen wurden mit entsprechenden messbaren Items hinterlegt. Einen Überblick über die hinterlegten Input-Variablen gibt Abbildung 16.

Das so erstellte Modell wurde in einem weiteren Schritt mit einem breiten Fachpublikum auf der renommierten 16. *IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT) 2016* in Austin validiert und basierend auf dem dort erhaltenen Feedback überarbeitet. Im dort vorgestellten Konferenzbeitrag von SENDEREK ist der damalige Stand der Arbeiten zusammengefasst (SENDEREK 2016b)¹⁴. Darauf basierend wurde ein umfangreicher Fragebogen operationalisiert und zunächst mit den Projektpartnern erprobt. Nach Erprobung mit den Projektpartnern wurden noch weitere geringfügige Verbesserungen vorgenommen und weitere Unternehmen befragt. Insgesamt konnten so 100 Experten in Führungspositionen bei Unternehmen befragt werden. Auf Basis der Ergebnisse zeigte sich ein deutlicher Einfluss der acht Gestaltungselemente auf die übergeordneten Unternehmensziele.

Das vorgestellte Modell bildet die Grundlage für ein Self-Assessment-Tool zur Lernförderlichkeitsbilanzierung, welches interessierten Unternehmen zur Verfügung gestellt wird. Dieses Tool bietet die Möglichkeit, einen Abgleich zwischen dem anvisierten Soll-Wert auf der Ebene der Innovationsfähigkeit und Wandlungsfähigkeit und den bestehenden Ist-Werten auf der Ebene der Einflussfaktoren vorzunehmen. Konkret bestimmen die Unternehmen im ersten Schritt, welchen Zielwert sie auf der Ebene der

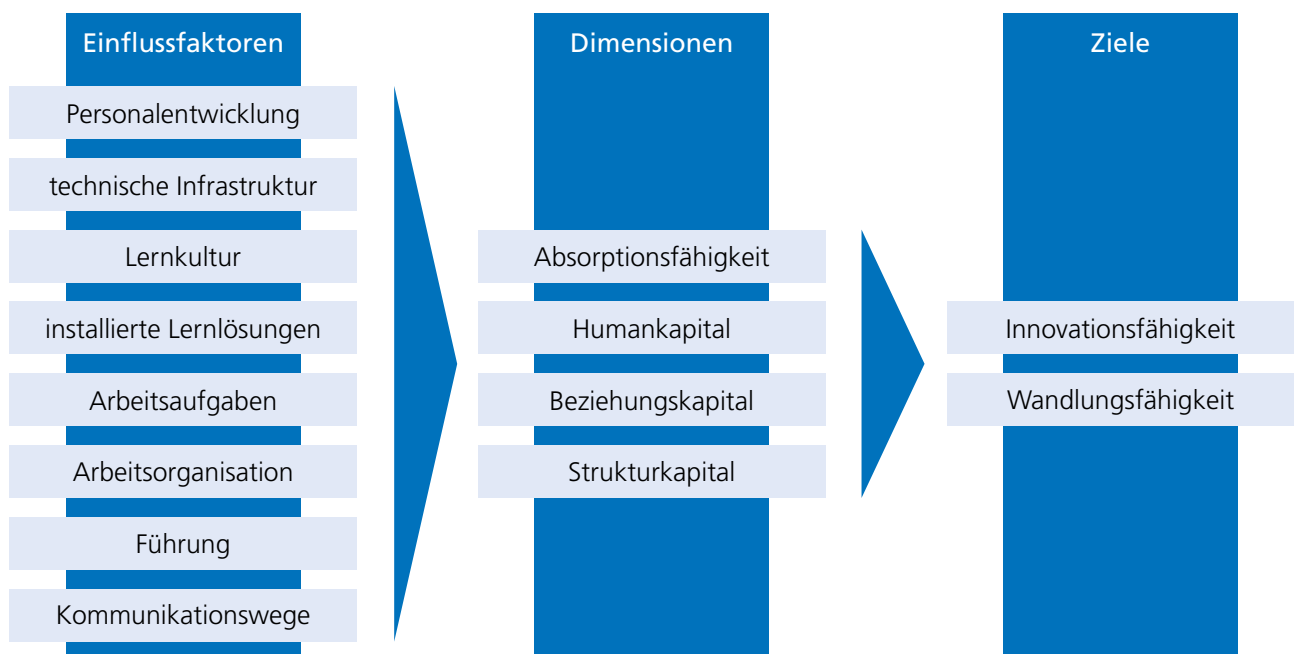


Abb. 15: Strukturgleichungsmodell zur Messung der Lernförderlichkeit

¹⁴SENDEREK, R. (2016). A model for learning-enhancing work design in a digitized world. In: 16th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT2016). Hrsg.: SPECTOR, J.M., TSAI, C.-C., SAMPSON, D.G., KINSHUK, HUANG, R., CHEN, N.-S. U. RESTA, P., Austin IEEE Computer Society. S. 349-353.

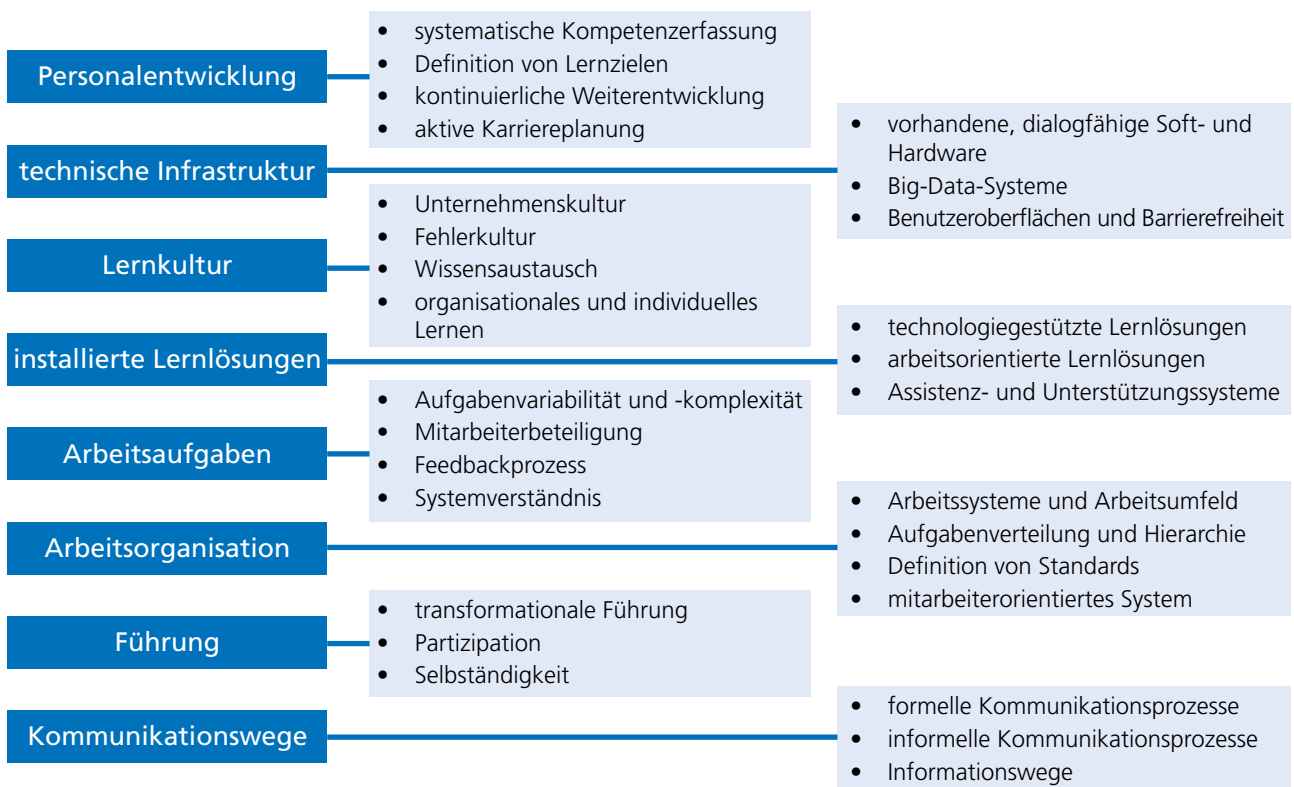


Abb. 16: Aufschlüsselung der Gestaltungsfelder

Wandlungs- und Innovationsfähigkeit erreichen möchten. Im zweiten Schritt bewerten sie anschließend die Ausprägung der acht oben beschriebenen Einflussfaktoren. Das Anwendungstool wertet diese Angaben aus und gibt einen Überblick darüber, welche Einflussfaktoren bereits in ausreichendem Maße erfüllt sind und bei welchen Einflussfaktoren Handlungsbedarf besteht. Das Tool bietet so Anregungen zu potenziellen Maßnahmen, die in den jeweiligen Bereichen durchgeführt werden könnten, um eine Verbesserung zu erreichen. Abbildung 17 gibt einen Überblick über die toolbasierte Auswertung.

Insgesamt konnte auf Grundlage des Modells ein benutzerfreundliches Anwendungstool zur Erfassung der Lernförderlichkeit im Unternehmen bereitgestellt werden. Dieses ermöglicht es, kontinuierlich das Niveau der Lernförderlichkeit im gesamten Unternehmen oder auch auf einzelnen Aggregationsebenen zu beurteilen und zu vergleichen. Das Self-Assessment Tool wurde bereits erfolgreich von Unternehmen genutzt und wird in der finalen Version auf der ELIAS-Homepage bereitgestellt.

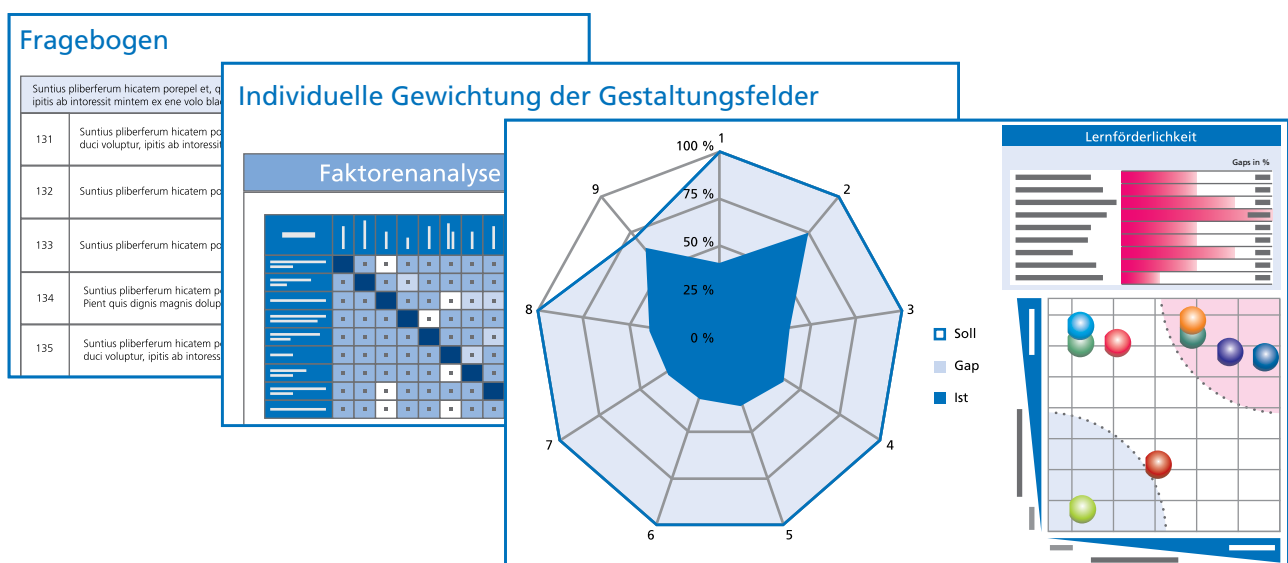


Abb. 17: Schematische Darstellung des Self-Assessment-Tools

4.4 Aufbau einer Expertencommunity für die lernförderliche Arbeitssystemgestaltung

Ziel der Projektarbeit war es, im Zuge der Entwicklung zur Industrie 4.0 neue Ansätze und Konzepte zu entwickeln, um moderne Arbeits- und Produktionssysteme bereits im Entstehungsprozess lernförderlich zu gestalten oder bestehende Systeme entsprechend zu verändern. Neben der konkreten Umsetzung von Usecases bei den industrieseitigen Projektpartnern und der Entwicklung eines übertragbaren Konzepts zur Gestaltung und Bewertung von Lernförderlichkeit ist der breitenwirksame Transfer eines der zentralen Projektziele. Dementsprechend wurden im Laufe des Projekts umfangreiche Netzwerkaktivitäten verfolgt und die Projektergebnisse auf Konferenzen, Tagungen und durch Veröffentlichungen einem breiten Publikum aus Wissenschaftlern und Praktikern verschiedener Fachdisziplinen zur Verfügung gestellt. Um diese umfangreichen Transferaktivitäten zu unterstützen, wurde auch eine virtuelle Community entwickelt. Diese Community dient ausgehend vom ELIAS-Kernkonsortium der Vernetzung von Experten, die mit den Themen *Arbeitsorganisation* und *arbeitsnaher Kompetenzentwicklung* in Wissenschaft und Praxis befasst sind. Des Weiteren dient sie als Forum für die erarbeiteten Konzepte und Methoden. Die Beschreibung der folgenden Inhalte ist angelehnt an den Beitrag von SENDEREK (SENDEREK U. DÖNGES 2016)¹⁵.

Das im Verbundprojekt ELIAS etablierte Netzwerk zum Thema der lernförderlichen Arbeitsgestaltung und arbeitsbezogenen Kompetenzentwicklung setzt auf den Aktivitäten des bereits vor Projektbeginn gegründeten Zeuthener Kreises auf. Der Zeuthener Kreis mit den Mitgliedern Deutsche MTM-Vereinigung e. V., FIR e. V. an der RWTH Aachen, Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen, Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (iit), Verein für Bildungsinnovation e. V. und der GOM Gesellschaft für Organisationsentwicklung und Mediengestaltung mbH hatte sich bereits 2012 darauf verständigt, das Engineering lernförderlicher Arbeits- und Produktionssysteme in Forschung, betrieblicher Praxis und Öffentlichkeit zu entwickeln und zu verbreiten. Im Laufe des ELIAS-Verbundprojekts konnte neben den aktiv beteiligten Industriepartnern auch eine Vielzahl von weiteren interessierten Unternehmen in Form von Anwendern und Anbietern von Lernlösungen als Partner gewonnen werden. Zudem konnte durch den regelmäßigen Austausch auf nationaler Ebene mit Verbänden wie dem Kundendienst-Verband Deutschland e. V. (KVD), Verein

Deutscher Ingenieure (VDI) sowie den Sozialpartnern IG-Metall und Gesamtmetall, aber auch auf internationaler Ebene, wie bei dem Europäischen Zentrum für die Förderung der Berufsbildung (CEDEFOP) und dem *European Workplace Innovation Network (EUWIN)* eine hohe Breitenwirksamkeit erreicht werden.

Zielsetzung der ELIAS-Community ist es, diesem etablierten Netzwerk zentrale Inhalte des ELIAS-Verbundprojekts, wie zum Beispiel Publikationen, die Beschreibung der jeweiligen Usecases, die in der Demonstrationsfabrik Aachen implementierten Demonstratoren sowie das ELIAS-Planungstool, barrierefrei zur Verfügung zu stellen. Dies geht auch mit dem in ELIAS definierten Konzept für eine breitenwirksame Öffentlichkeitsarbeit einher.

Die Fachgruppe Community-Management des FIR beschäftigt sich mit der Gestaltung von Organisationsstrukturen, Wertschöpfungsprozessen und der Unternehmenskultur für das Enterprise 2.0. Die Etablierung virtueller interner und externer Netzwerke leistet dabei einen Beitrag dazu, bisher ungenutzte Innovations- und Kooperationspotenziale zur Steigerung des Unternehmenserfolgs zu realisieren. Bereits in einigen Vorläuferprojekten konnte die Fachgruppe Community-Management ebensolche Expertennetzwerke erfolgreich etablieren, wobei die erarbeiteten Konzepte für die ELIAS-Community auf eine nichtkommerziell genutzte Expertencommunity zu übertragen waren. So wurde das bereits vielfach eingesetzte Implementierungskonzept, bestehend aus den fünf Phasen *Analyse, Konzeption, Implementierung, Monitoring* und *Verbesserung*, auf den Einsatz für nichtkommerzielle Expertennetzwerke übertragen. Das erstellte Konzept betrachtet dabei in jedem der einzelnen Schritte die Aspekte Mensch, Technik und Organisation (s. Abb. 18). Im Folgenden wird die Gestaltung der ELIAS-Community anhand des Konzepts dargestellt.

Die Phase **Analyse** behandelt alle relevanten Fragestellungen in Bezug auf die Untersuchung der bestehenden Community- und Nutzerstruktur. Sie dient zur Darstellung des Status quo und zur Ermittlung von zukünftigen Handlungsschwerpunkten. Um eine erfolgreiche Einführung der ELIAS-Community sicherzustellen, wurden zunächst ähnliche Expertennetzwerke im Hinblick auf ihre Gestaltungsmerkmale und ihren

¹⁵SENDEREK, R. U. DÖNGES, H. (2016). ELIAS: Aufbau einer Expertencommunity für die lernförderliche Arbeitssystemgestaltung. Unternehmen der Zukunft (UdZ). 17(2). S. 21-23.



Abb. 18: Die fünf Phasen zum Aufbau einer Community

Erfolg analysiert. Insbesondere die Bedürfnisse und Anforderungen der heterogenen Anspruchsgruppen, einerseits die der verschiedenen Entitäten wie Verbände, Vereinigungen, Unternehmen und Forschungsinstitutionen und andererseits der unterschiedlichen fachlichen Disziplinen wie Informatik, Industrial Engineering, Betriebsorganisation und Personalmanagement, stellten eine Herausforderung dar. Anhand einer umfassenden Nutzeranalyse konnten die unterschiedlichen Anspruchsgruppen gegliedert und mit entsprechenden Funktionen verknüpft werden. Für die unterschiedlichen Nutzertypen und deren Anforderungen wurde daher ein geeignetes Rollenkonzept vorgedacht und systematisiert. Des Weiteren wurden die Rechte und Aufgaben der Nutzertypen innerhalb der Community definiert. Die Frage nach dem Zweck der Nutzung und der unterschiedlichen Zielgruppen haben Einfluss auf die Ausgestaltung und den Umfang des Rollenkonzepts. Um die Nutzer zur Erstellung von Inhalten und ihrer aktiven Teilnahme zu motivieren, ist die Incentivierung, d. h. die Entwicklung eines geeigneten Anreizsystems, von großer Bedeutung. So mussten beispielsweise in der Anfangsphase häufig und qualitativ hochwertige Informationen bereitgestellt werden, um Mitglieder von Beginn an zur Partizipation zu motivieren. Die Festlegung einer „Netiquette“, die Werte, Normen und Verhaltensregeln für die Kommunikation innerhalb der Community definiert, spielt ebenfalls eine wichtige Rolle. Seitens der Nutzer sind der sensible Umgang mit den persönlichen Daten sowie ein Vertrauen zum Produkt, zum Service oder dem System häufig entscheidend für eine aktive Teilnahme und somit den Erfolg der Community.

In der Phase **Konzeption** wurden, aufbauend auf den Ergebnissen der Analysephase, die Gestaltung der Community und die notwendigen Maßnahmen für die spätere Umsetzung definiert. Als Erstes wurde eine Gliederung in verschiedene Bereiche, wie z. B. Konferenzen, Tagungen, Veröffentlichungen und weitergehende Informationen, vorgenommen. Die ELIAS-Community wurde dabei zunächst als geschlossene Expertencommunity der Verbundpartner umgesetzt, um die inhaltliche Qualität sicherzustellen und eine thematische Reife zu erreichen. Dementsprechend wurde definiert, dass die Verbundpartner zunächst ihre Beiträge und ausgewählten Publikationen bereitstellen, um neuen externen Nutzern bereits zu Beginn eine umfangreiche Informationssammlung anzubieten. Des Weiteren wurde eine Wachstumsstrategie in Form einer strategischen Roadmap mit den dazugehörigen Meilensteinen definiert. So wird die Community sukzessive um weitere Partner im Projektumfeld erweitert, bevor das Expertennetzwerk auch der breiten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt wird. Bei den Verbundpartnern wurden die Rollen Projektmitarbeiter oder Projektleiter differenziert. Die Basisdaten dieser Mitglieder wurden in ihren jeweiligen Profilen vorangelegt und das Profil mit der Beschreibung ihrer zugehörigen Entität verknüpft. Eine weitere Personalisierung wird dann im Folgenden durch die Nutzer vorgenommen. Eine weitere Rolle wurde für Entitäten, die sich an Aktivitäten des Projekts beteiligt hatten, beispielsweise assoziierte Partner, Unterauftragnehmer und beteiligte Anbieter von Lernlösungen, definiert. Abschließend können auch private Personen mit einer

entsprechenden Rechtedifferenzierung zwischen einer aktiven Rolle als Mitglied und einer Gastfunktion wählen. Für alle ist es erforderlich, sich mit ihren persönlichen Daten anzumelden.

In der nachfolgenden Abbildung 19 sind die unterschiedlichen Themen dieses Community-Konzepts, aufbauend auf den Ergebnissen der Analysephase, zusammengefasst:

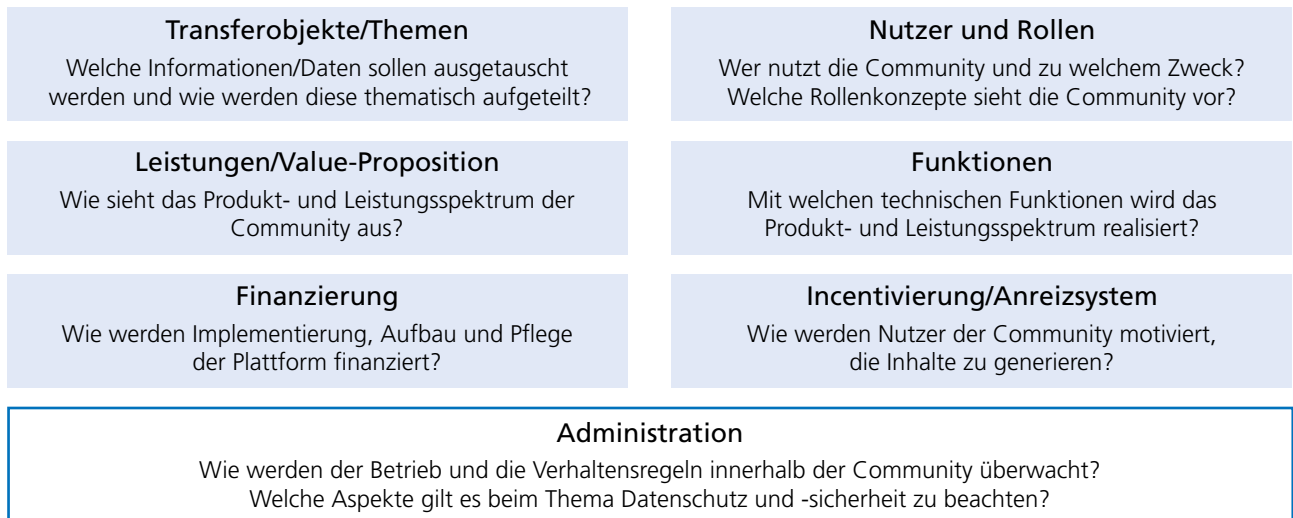


Abb. 19: Bausteine einer Community-Konzeption

Mainstreaming der ELIAS-Community

In diesem Teilschritt wurde ein strategischer Fahrplan für das Wachstum der ELIAS-Community entwickelt, der die Basis für ein breitenwirksames und nachhaltiges Verbreitungs- und Transferkonzept darstellt. So wurde, ausgehend von dem Zeuthener Kreis (bestehend aus den Konsortialpartnern MTM,

FIR, WZL sowie dem Institut für Innovation und Technik (iit) in der VDIA/DE Innovation + Technik GmbH, dem Verein für Bildungsinnovation e. V. und der GOM Gesellschaft für Organisationsentwicklung und Mediengestaltung mbH) in einem Reflektionsworkshop ein Konzept für das Mainstreaming definiert (s. Abbildung 20).

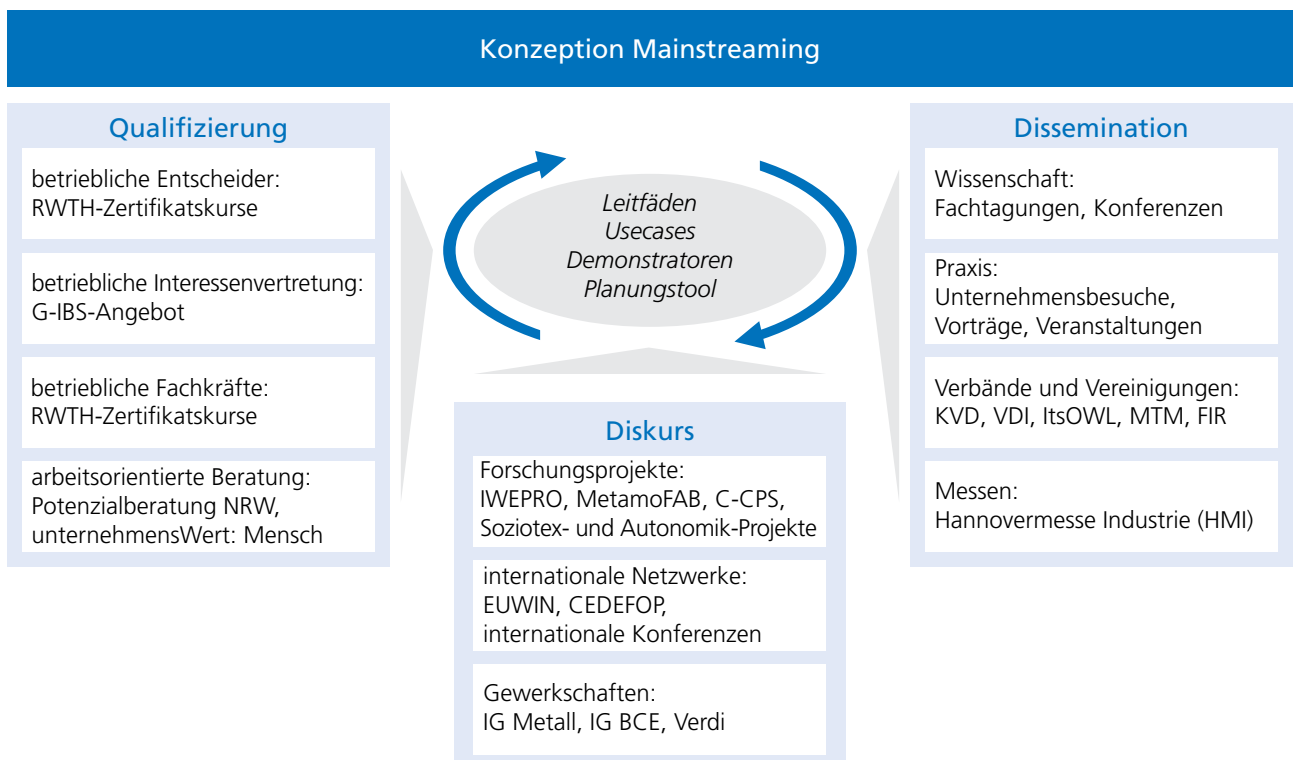


Abb. 20: Konzeption Mainstreaming

Das Mainstreaming-Konzept kann in die Teilbereiche *Qualifizierung*, *Dissemination* und *Diskurs* gegliedert werden. Zentrale Inhalte, die der Öffentlichkeit barrierefrei zur Verfügung gestellt werden, umfassen die im Projekt erarbeiteten Publikationen, die Beschreibung der vier Usecases, die in der Demonstrationsfabrik Aachen implementierten Demonstratoren, das ELIAS-Planungstool sowie die auf verschiedene Anspruchsgruppen zugeschnittenen Qualifizierungsangebote. Im Bereich der Dissemination wurden vielfältige Aktivitäten unternommen, die sich in eher wissenschaftlich orientierte Fachtagungen und Konferenzen, praxisorientierte Veranstaltungen, Teilnahme an und Vorträge bei Verbänden und Vereinigungen sowie Messeauftritte gliedern lassen.

Darüber hinaus wurde ebenso der wissenschaftliche Diskurs durch Veranstaltungen wie die Teilnahme an Workshops des BMWi-Technologieprogramms AUTONOMIK, dem projekträgerübergreifenden Gesprächskreis der Verbundprojekte IWEPRO, MetamofAB, C-CPS und ELIAS sowie der Teilnahme und Veröffentlichung auf einer Vielzahl internationaler und nationaler Konferenzen intensiviert. An dieser Stelle ist insbesondere auch auf die Aktivitäten auf europäischer Ebene zu verweisen, denn sowohl das *European Workplace Innovation Network (EUWIN)* als auch das *European Centre for the Development of Vocational Training (CEDEFOP)* konnten aktiv als Diskursplattformen genutzt werden.

Zu einer systematischen Konzeption einer Community gehörte selbstverständlich auch die Betrachtung der monetären Aufwände – sowohl der initialen Investitionskosten als auch der laufenden Kosten der Lösung. Um hier die Aufwände möglichst gering zu halten, konnte mit der Databay AG ein weiterer Partner eingebunden werden, der auch ein vitales Interesse an den Projektinhalten äußerte und bereit ist, eine kostengünstige Lösung zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus wird die Community zunächst durch Hilfswissenschaftler des FIR moderiert werden.

Des Weiteren wurde ein Konzept für die Incentivierung der Mitglieder entwickelt. So werden die Exklusivität der Mitglieдераuswahl, ein Ratingsystem sowie die Personalisierungsmöglichkeiten des jeweiligen Accounts als zentrale Aspekte für die Incentivierung definiert. Nicht zuletzt sind die organisatorische Einbindung und die Administration von technischer Seite wichtige Bausteine bei der Konzeption einer Community. Die Databay AG zeichnet für die Lauffähigkeit und Performanz

der IT-Plattform sowie die Einhaltung relevanter Datenschutz und -Sicherheitskonzepte verantwortlich, während das FIR Guidelines für die Netiquette entwickelt hat.

In der Phase **Implementierung** werden alle relevanten Fragestellungen bezüglich der Auswahl einer geeigneten Software-Lösung und deren Implementierung behandelt. Zudem werden Aspekte zur nachhaltigen erfolgreichen Etablierung der Community thematisiert. Im Fall der ELIAS-Community wurde insbesondere darauf Wert gelegt, eine nutzerfreundliche Lösung mit geringer Komplexität auszuwählen, welche die Kernfunktionalitäten einer virtuellen Community bietet und zudem als Tauschplattform für unterschiedliche Medienformate dient. Für die Administration von technischer Seite wurde für die ELIAS-Community die Databay AG, ein mittelständisches Aachener Unternehmen, das Content-Management- und E-Learning-Systeme erarbeitet, gewonnen und mit der Aufgabe betraut, die Web-2.0-Plattform technisch umzusetzen und dabei auch die Einhaltung von Rahmenbedingungen wie Datenschutz und Datensicherheit zu gewährleisten. Hierbei haben das FIR an der RWTH Aachen und die Databay AG gemeinsam das Gesamtkonzept für die technische Umsetzung der ELIAS-Community erarbeitet und dies in Form einer agilen und iterativen Entwicklung realisiert. Eine Darstellung der ELIAS-Community enthält Abbildung 21.

In der Phase **Monitoring** wird überprüft, wie erfolgreich sich die Community etabliert, sodass anschließend auf Basis dieser Erkenntnisse zukünftige Entwicklungen gesteuert werden können. So ist es beispielsweise nicht nur vorgesehen, die genaue Zahl der Mitglieder und deren Wachstum zu erfassen, sondern insbesondere das Verhalten dieser Mitglieder zu analysieren. Dabei gilt es zu erheben, welcher Anteil der Teilnehmer aktiv an der Community teilnimmt, also Beiträge und Kommentare verfasst oder neue Publikationen bereitstellt, welcher Anteil sich nur passiv (bspw. durch Lesen von Einträgen) oder gar nicht beteiligt. Dabei gilt es auch, Bezug zwischen Beiträgen und Reaktionen der Mitglieder zu ermitteln und daraus das Interesse der Teilnehmer für die verschiedenen Beiträge zu identifizieren. So können relevante Themen ermittelt und erweitert sowie weniger nachgefragte Themen überarbeitet werden. Als weitere Maßnahme zur Prüfung des Erfolgs wurde bereits von Mitgliedern eine erste Mitgliederbefragung durchgeführt und entsprechende Verbesserungsvorschläge wurden abgeleitet.

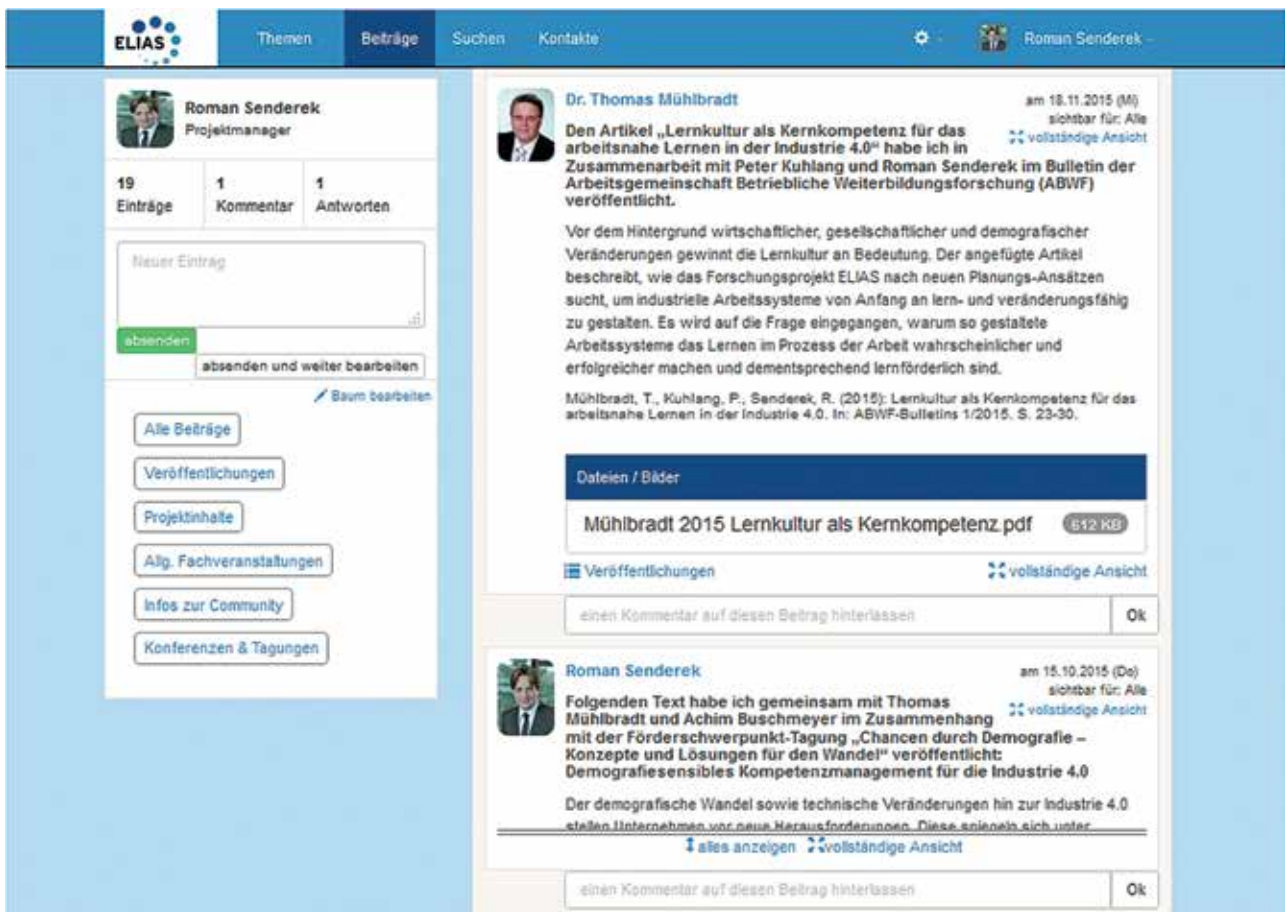


Abb. 21: Screenshot der ELIAS-Community

An das Monitoring schließt die Phase der **Verbesserung** an, die darauf abzielt, die Community durch die zuvor ausgewerteten Informationen kontinuierlich zu überarbeiten. Aufgrund der Erkenntnisse können beispielsweise die anfangs definierten Anreizsysteme angepasst oder neu geschaffen werden. Dementsprechend wurde z. B. bei der Auswertung der Mitgliederbefragung die Einführung einer Bewertungsfunktion für die Beiträge als Verbesserungsmaßnahme definiert, um die Barriere für die Nutzer, die sich bisher nur durch Lesen beteiligt haben, zu senken und auch die Motivation derjenigen, die Beiträge veröffentlicht haben, zu erhöhen.

Konzept für die kontinuierliche Verbesserung des ELIAS-Planungstools

Eine der zentralen Aufgaben innerhalb des ELIAS-Konzepts ist die stetige Weiterentwicklung des ELIAS-Planungstools. So wurde in diesem Arbeitspaket ein modulares Konzept entwickelt, das eine derartige stetige Weiterentwicklung ermöglicht. Es wurden die Kataloge für Methoden und Technologien ausgehend von der Beschreibung bei MÜHLBRADT. (MÜHLBRADT ET AL. 2015) in die ELIAS-Community eingestellt und kön-

nen durch die ELIAS-Community-Mitglieder aktuell und zukünftig kommentiert werden. Zudem sind die Mitglieder der ELIAS-Community aufgefordert, neue Methoden und Technologien vorzuschlagen oder auch eigene Beiträge für die Kataloge einzureichen. Gleichzeitig fand ein konsequentes Monitoring der Forschungslandschaft statt, um neue technologische Entwicklungen frühzeitig in die Kataloge einfließen zu lassen.

Das mit der ELIAS-Community etablierte Expertennetzwerk hat sich als zusätzliches Austauschmedium für die Zusammenarbeit im Projekt bewährt. Insbesondere die externen Partner, wie beispielsweise weitere interessierte Unternehmen in Form von Anwendern und Anbietern von Lernlösungen, assoziierte Partner und Unterauftragnehmer, konnten von der Lösung deutlich profitieren, da eine Einbindung in die projektinterne Plattform aus rechtlichen Gründen nicht möglich war. Derzeit zeigt sich auch eine deutliche Nachfrage von weiteren nicht projektbeteiligten Partnern. Daher ist auch angedacht, die entwickelte Lösung in potenziellen Nachfolgeprojekten weiter zu nutzen.

5 Anwendungsfälle der Industriepartner

Die industrielle Anwendbarkeit des ELIAS-Ansatzes wurde mithilfe der Usecases der Industriepartner sowie der Entwicklung von Demonstratoren erprobt und weiterentwickelt. Auf der Basis einer detaillierten Analyse der existierenden Arbeitssysteme bei den Industriepartnern konnten, ausgehend vom Status quo der jeweiligen Unternehmen, die im Verlauf des Projekts angestrebten Ziele sowie die erforderlichen Maßnahmen zur Erreichung der Zieldimensionen formuliert werden (s. Abbildung 22). Die Inhalte des folgenden Abschnitts sind orientiert an verschiedenen Beiträgen von SENDEREK und weiteren (SENDEREK 2016c), (SENDEREK 2017), (SENDEREK U. SPARWASSER 2017), (SENDEREK 2016a) (STICH ET AL. 2017).

Usecases der Industriepartner

<h4 style="text-align: center;">Produktion</h4> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p>Anwendungsfall</p> <ul style="list-style-type: none"> Zunahme des Automatisierungsgrades an den Produktlinien weniger repetitive Tätigkeiten steigende Anforderungen an den Qualifikationslevel der Fachkraft Technika </div> <div style="width: 45%;"> <p>Ziele</p> <ul style="list-style-type: none"> Entlastung des technischen Service Flexibilisierung des Personalinsatzs Verkürzung der Stillstandzeiten von Maschinen und Anlagen </div> </div>	<h4 style="text-align: center;">Dienstleistungen</h4> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p>Anwendungsfall</p> <ul style="list-style-type: none"> klassisches Weiterbildungsangebot fehlendes Evaluationskonzept für die Weiterbildungsaktivitäten absehbarer Mangel an Führungskräften und Notwendigkeit interner Qualifizierung </div> <div style="width: 45%;"> <p>Ziele</p> <ul style="list-style-type: none"> Migration von klassischer zu arbeitnaher Weiterbildung Etablierung eines Wissensmanagements Befähigung von Führungskräften zum Lerncoach mitfallsträgliches Roll-Out innerhalb der Xervon sowie der Bucher </div> </div>
<h4 style="text-align: center;">ZWIESEL KRISTALLGLAS</h4> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p>Anwendungsfall</p> <ul style="list-style-type: none"> hoher Altersdurchschnitt & Fachkräftemangel komplexer Produktionsprozess mit unbekanntem Einflussgrößen hoher internationaler Wettbewerbsdruck erfordert stetige technologische Weiterentwicklungen </div> <div style="width: 45%;"> <p>Ziele</p> <ul style="list-style-type: none"> Datensintegration Prozessoptimierung des Antriebsmanagements bedarfsgerechte Informationsbereitstellung Transfer von Expertenwissen Mitarbeiterfortbildung und -entlastung </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p>Anwendungsfall</p> <ul style="list-style-type: none"> Unternehmenswachstum bei gleichzeitiger Erweiterung des Leistungsspektrums lange Erarbeitungszeit bis zur Beherrschung der Projektaufgaben komplexe Softwarebasierte Useranleitung </div> <div style="width: 45%;"> <p>Nutzen</p> <ul style="list-style-type: none"> Entlastung der Applikature Flexibilisierung des Personalinsatzs Verkürzung der Einarbeitungszeit vielfacher Umgang mit Softwareupdates (insb. für langjährige Mitarbeiter) </div> </div>

Usecases in der Demonstrationsfabrik Aachen

<p>1 Wissensmanagement in einer Community of Practice</p> <p>Einsatz eines webbasierten Portals für eine Community of Practice zur Unterstützung von Nicht-Routine-Arbeit in der Montage</p>	<p>2 Lernförderliche Gestaltung von Montageprozessen</p> <p>Einsatz von Utility Videos für die Unterstützung von Routine-Arbeit in der Montage</p>	<p>3 App zur Fehlerdokumentation und -kommunikation</p> <p>Einsatz einer App zur Fehlerdokumentation zum Austausch zwischen Konstruktion und Produktion</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div style="width: 30%;"> <p>Beginn der Fehleraufnahme</p> <p>Fehlermarkierung im Foto</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>Aufnahme von Fotos</p> <p>Fehlerbeschreibung und -kategorisierung</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>Ausschnitt wählen</p> <p>Abspeicherung des Fehlers</p> </div> </div>
---	---	--

Abb. 22: Usecases der Industriepartner und Demonstratoren

5.1 Hella KGaA Hueck & Co.

Die Hella KGaA Hueck & Co. ist ein international operierender Automobilzulieferer mit Hauptsitz in Lippstadt. Das Unternehmen wurde 1899 unter dem Namen „Westfälische Metall-Industrie Aktien-Gesellschaft (WMI)“ gegründet. Heute zählt der Hella-Konzern zu den 40 weltweit führenden Automobilzulieferern sowie zu den 50 größten deutschen Industrieunternehmen. Weltweit sind etwa 32.000 Menschen an mehr als 100 Standorten in über 35 Ländern beschäftigt. Das Kerngeschäft des Unternehmens gliedert sich in die Segmente Automotive, Aftermarket und Special Applications, dargestellt in Abbildung 23.

Geschäftssegmente						
Automotive		Aftermarket			Special Applications	
Licht	Elektronik	Handel u. Werkstätten			spezielle Erstausrüstung	Industries
<ul style="list-style-type: none"> • Scheinwerfer • Heckleuchten • Einfunktionsleuchten • Innenleuchten • Lichtelektronik 	<ul style="list-style-type: none"> • Karosserieelektronik • Energiemanagement • Fahrerassistenzsysteme • Sensorik • Aktuatorik • Lenkungssysteme 	Parts <ul style="list-style-type: none"> • Verschleißteile • Ersatzteile • Karosserieteile • Verbrauchsmaterial • Zubehör 	Tools <ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeugdiagnostik • Klimatechnik • Lichtservice • Batterieservice • Werkzeuge/Geräte 	Service <ul style="list-style-type: none"> • Techn. Service • Werkstattkonzepte • Verkaufunterstützung • Logistik 	<ul style="list-style-type: none"> • Erstausrüstung von Spezialfahrzeugen, wie z. B. Busse, Caravans, Land- und Baumaschinen mit Beleuchtung und Elektronik 	<ul style="list-style-type: none"> • Straßenbeleuchtung • Flughafenbeleuchtung • Innenbeleuchtung • Personenzählgeräte

Abb. 23: Kerngeschäfte der Hella KGaA Hueck & Co.

Der Hella-Konzern ist auf innovative Lichtsysteme und Fahrzeugelektronik spezialisiert. Im Geschäftsbereich Licht entwickelt und fertigt die Hella KGaA verschiedene Scheinwerfer, Leuchten und Innenbeleuchtung. Das Segment der Fahrzeug-Elektronik umfasst Systeme zur Effizienzsteigerung sowie Sicherheits- und Komfortsysteme. Im Bereich Aftermarket verfügt das Unternehmen über eine der größten Handelsorganisationen für Kfz-Teile, -Zubehör, -Diagnose und Serviceleistungen in Europa. Produkte für Spezialfahrzeuge und fahrzeugunabhängige Anwendungen wie Straßen- oder Industriebeleuchtung werden im Special-Applications-Segment entwickelt, gefertigt und vertrieben.

Die Hella KGaA Hueck & Co. sieht sich derzeit im Produktionsbereich mit zwei Trends konfrontiert. Einerseits ermöglichen die technologischen Entwicklungen der letzten Jahre eine zunehmende Automatisierung von Fertigungs- und Montageabläufen sowie der Produktionssteuerung. Dies hat einen Rückgang des Bedarfs an anzulernenden Montagekräften bei gleichzeitig steigendem Bedarf an qualifizierten technischen Fachkräften für hochautomatisierte Anlagen zur Folge. Andererseits steigt das Durchschnittsalter der Belegschaft in den deutschen Produktionsstandorten des Unternehmens stetig an. Dieser Umstand fordert das Unternehmen und die Beschäftigten gleichermaßen heraus,

die sich stetig ändernden technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und daraus resultierende Veränderungen bei den Tätigkeitsanforderungen zu meistern. Herkömmliche interne Qualifizierungsansätze ebenso wie externe Weiterbildungsangebote stoßen hier jedoch schnell an ihre Grenzen.

Um stabile und kontrollierte Produktionsanläufe mit schnellem Wissens- und Effizienzaufbau zu erreichen, wurden Informations- und Kommunikationstechnologien wie kognitive Produktionsassistenz, Wissensmanagementtools oder Fehlererkennungssysteme im Projektverlauf erprobt. Des Weiteren wurde ein Konzept zur geeigneten Problemlöse- und Eskalationsregelung erarbeitet, um möglichst kleine Regelkreise zu schaffen. Es wurde eine detaillierte Analyse der Personalbedarfe, der Prozessabläufe sowie der Informationsbedarfe und -flüsse durchgeführt, um einerseits Betriebsmittel und Produktionsprozesse schneller beherrschbar zu machen und andererseits das Personal zielgerichtet qualifizieren und einsetzen zu können. Hierfür wurde im Werk 5 des Standortes Recklinghausen an den Linien 22 und 28 der Fahrpedalgeberproduktion (APS – Accelerator Pedal Sensors) ein Organisationkonzept zur Ermöglichung von Mehrmaschinenbedienung hochautomatischer Anlagen erarbeitet und pilotiert. Aufbauend auf den Erkenntnissen aus der Analyse des Personalbedarfs, den

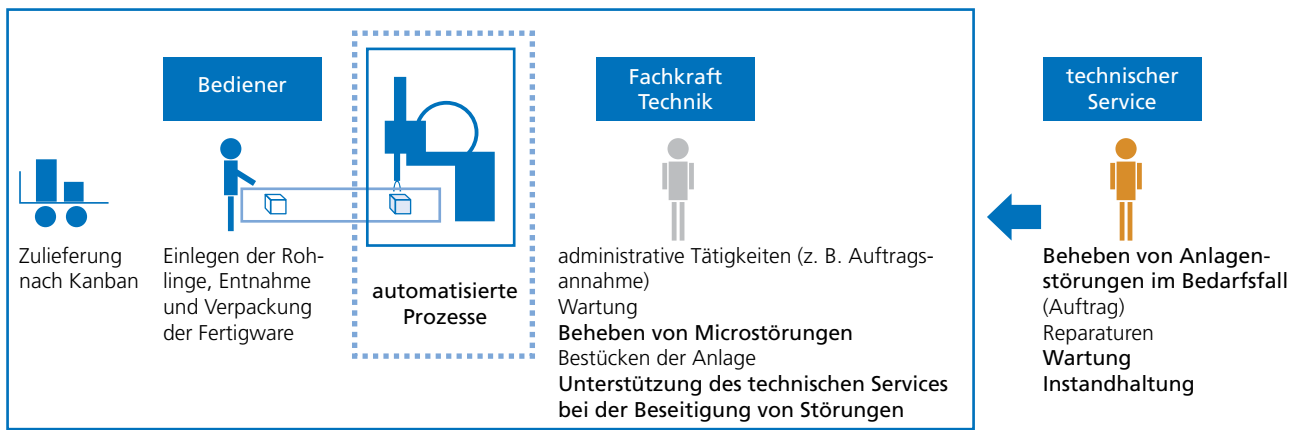


Abb. 24: Betrachtetes Arbeitssystem der Hella KGaA Hueck & Co.

erforderlichen Qualifikationen sowie einer Aufschlüsselung aller Haupt- und Nebentätigkeiten konnte mit dem Aufbau eines Techniker-Pools begonnen werden, um das erforderliche Know-how zu bündeln und einen bedarfsorientierten Einsatz an mehreren Produktionsbändern zu ermöglichen. Darüber hinaus wurde im Rahmen des Projekts eine Übertragung des Ansatzes auf Werk 2 in Lippstadt geplant.

Die im Rahmen des Projekts ELIAS betrachteten Arbeitssysteme, in Abbildung 24 schematisch dargestellt, waren bereits zu Projektbeginn durch einen hohen Automatisierungsgrad bei einer hohen Produktkomplexität gekennzeichnet. Die Produktionsschritte laufen innerhalb verschiedener Teilmodule automatisiert ab. Die wenigen verbliebenen direkten manuellen Tätigkeiten beschränken sich beispielsweise auf das Einlegen sowie die Entnahme und Verpackung. Aufgrund der zunehmenden Anlagenkomplexität steigen die Anforderungen an das technische Personal deutlich an. Die *Fachkraft Technik* ist für die Betreuung der Produktionslinie zuständig und muss im Falle von Störungen regulierend eingreifen. Hierfür sind jedoch ein hohes Anlagenverständnis und Erfahrungswissen erforderlich. Bei komplexeren Störungen werden die Mitarbeiter des technischen Service informiert. Die Mitarbeiter des technischen Service müssen über ein noch spezifischeres Systemverständnis verfügen und auf der Basis fundierten theoretischen Wissens sowie langjähriger praktischer Erfahrung in der Lage sein, die Produktionsanlage wieder instandzusetzen. Das erforderliche Wissen der Mitarbeiter des technischen Service wurde bisher im Rahmen von Schulungsmaßnahmen beim Betriebsmittellieferanten während der Inbetriebnahme einer neuen Produktionslinie vermittelt. Der Wissenstransfer zu weiteren bzw. neuen Mitarbeitern des technischen Service oder der *Fachkräfte Technik* erfolgte

in Abhängigkeit des zur Verfügung stehenden erfahrenen Personals. Daher verfügen die Beschäftigten über variierende Qualifikationsniveaus und gehen bei der Bewältigung von Problemsituationen unterschiedlich vor, was ungeplante Stillstandzeiten der Produktionslinie bedingte. Unterschiedliche Technologiestandards aufgrund verschiedener Anschaffungszeitpunkte, inkompatible Schnittstellen, aber auch nicht intuitiv auslesbare Störmeldungen an den Bedienpanels erschwerten zudem das schnelle Einleiten adäquater Maßnahmen sowie einen flexiblen Personaleinsatz an mehreren unterschiedlichen automatischen Produktionslinien.

Um Betriebsmittel und Produktionsprozesse besser beherrschbar zu machen sowie im Problemfall die Arbeiten des technischen Service sinnvoll zu entlasten, bestand das Ziel der Hella KGaA Hueck & Co. darin, den erforderlichen Wissens- und Kompetenzaufbau der technischen Fachkräfte im Hinblick auf eine Förderung von Flexibilität, Systemkenntnis und -verständnis sowie Entscheidungskompetenz weiterzuentwickeln. Zunächst wurde eine detaillierte Analyse der Personalbedarfe, der Prozessabläufe sowie der Informationsbedarfe und -flüsse an den automatisierten Produktionslinien durchgeführt. Weiterhin wurde eine Technologiematrix erarbeitet, in der die werksweit eingesetzten Standardtechnologien erfasst sind. So konnte festgestellt werden, an welchen Produktionslinien mit vergleichbaren Technologien gearbeitet wird. Darauf aufbauend wurde ein Konzept für technologiebezogene Kompetenzen entwickelt. Dieses ordnet Tätigkeitsinhalte den entsprechenden Technologien zu und legt fest, welche Kompetenzen an welchen Produktionslinien erforderlich sind. Hiermit konnten Qualifizierungsbedarfe aufgedeckt werden. Ein im Anschluss daran erarbeiteter Leitfaden für Unterweisungen ermöglicht nun einerseits eine standardisierte Einarbeitung neuer Mitarbei-

ter und andererseits eine zielgerichtete Erhöhung bzw. Angleichung des Qualifikationsniveaus der Beschäftigten inklusive einer sukzessiven Erweiterung des Aufgabenspektrums der Fachkraft Technik.

Im ersten Schritt wurden die Fachkräfte während ihrer Produktion beobachtet (Langezeitbeobachtung ca. 10 Tage). Dabei wurde vor allem festgehalten, wie viel Zeit pro Schicht für die Störungsbeseitigung und das Nachfüllen von Material benötigt wird. Es wurde festgehalten, dass im Durchschnitt 30 Minuten für die Störungsbeseitigung und 130 Minuten zum Nachfüllen von Material benötigt wurden. Anschließend wurde mithilfe einer Simulation analysiert, wie sich der Overall-Equipment-Effectiveness-Wert (OEE) verändert, wenn ein Mitarbeiter gleichzeitig zwei Maschinen bedient. Die Ergebnisse zeigen, dass, wenn jeweils ein Mitarbeiter an einem Band tätig ist, die Auslastung der Fachkraft bei 38 Prozent liegt. Werden zwei Linien von einem Mitarbeiter bedient, so liegt die Auslastung bei 65 Prozent. Der OEE-Wert verschlechtert sich um 3 Prozent bei Mehrmaschinenbedienung, sodass Verluste in der Produktion entstehen. Des Weiteren wurde der OEE-Wert in Abhängigkeit unterschiedlicher Handlungsstrategien gemessen. Es wurde zwischen vier unterschiedlichen Basisstrategien unterschieden: „FIFO (First-in-first-out)“, „Störungspriorität“, „Priorität Linie A“ und „Kürzester Weg“. Der höchste OEE-Wert von 88 Prozent wurde mit der Handlungsstrategie „Kürzester Weg“ erreicht.

Mit dem unterstützenden Produktionsassistenzsystem wurde ein einheitliches Informationskonzept/-management erprobt und umgesetzt. Der Ansatz zielte darauf ab, richtige Informationen zur richtigen Zeit mit dem notwendigen Inhalt in der richtigen Darstellung anzubieten. Im Fokus des Assistenzsystems standen dabei Anleitungen zur Fehlerbehebung, die iterativ von den Fachkräften Technik mit Unterstützung des technischen Service entwickelt wurden. Die Informationsbereitstellung erfolgt mithilfe der Hella-App (s. Abb. 25). Die App stellt Informationen wie den Maschinenstatus, die Art und Ort des Fehlers zur Verfügung und gibt dem Mitarbeiter die Möglichkeit, Hilfe von der Instandhaltung anzufordern. Geplant ist, die App international einzusetzen, nachdem sie an ausgewählten Standorten implementiert und weiter optimiert wurde. Im Laufe der Zeit sollen weitere Informationen wie Fotos und Sprachfunktionen hinzugefügt werden.

Im Rahmen des Projekts ELIAS wurden Arbeitssysteme der Fahrpedalgeberproduktion und SMD-Fertigung des Konzerns betrachtet. Diese zeichnen sich bereits heu-



Abb. 25: Darstellung der Hella-App

te durch einen hohen Automatisierungsgrad sowie eine hohe Produktionskomplexität aus. Um die verwendeten Betriebsmittel und Produktionsprozesse besser zu beherrschen und den technischen Service zu entlasten, wurden innerhalb des Projekts die *technischen Fachkräfte* in den Kompetenzen Flexibilität, Systemverständnis und Entscheidungsfähigkeit gefördert. Abbildung 26 zeigt die Veränderungen in den Aufgaben und Kompetenzanforderungen, welche sich bei der Hella für die *Fachkräfte Technik* und die neu geschaffene Position *Fachkraft Technik high-level* ergeben haben.

Des Weiteren steigt der Personalbedarf an Fachkräften Technik high level deutlich, diese werden aber auch weiterhin aus dem vorhandenen Personal Fachkräfte Technik rekrutiert werden. Der Anteil monotoner Tätigkeiten bleibt außer für die Fachkräfte Technik high level, bei denen eine deutliche Reduktion dieser Arbeiten zu beobachten ist, gleich. Der Anteil planender und kontrollierender Tätigkeiten nimmt für die Fachkräfte Technik zu, da häufiger zwei Linien betreut werden. Für die Fachkräfte Technik high Level steigen beide Anteile ebenfalls an.

Zunächst erfolgte eine Gesamtbewertung auf der Grundlage von tatsächlichen Personalbedarfen und Prozessabläufen sowie Informationsbedarfen und -flüssen. Durch die erhobenen Daten konnte eine Technologiematrix erstellt werden, die die bestehenden Bedarfe und vorhandenen Kompetenzen veranschaulicht. Sie bildet dabei ab, welche Kompetenzen an welchen Produktionslinien erforderlich sind. Auf diese Weise kann-

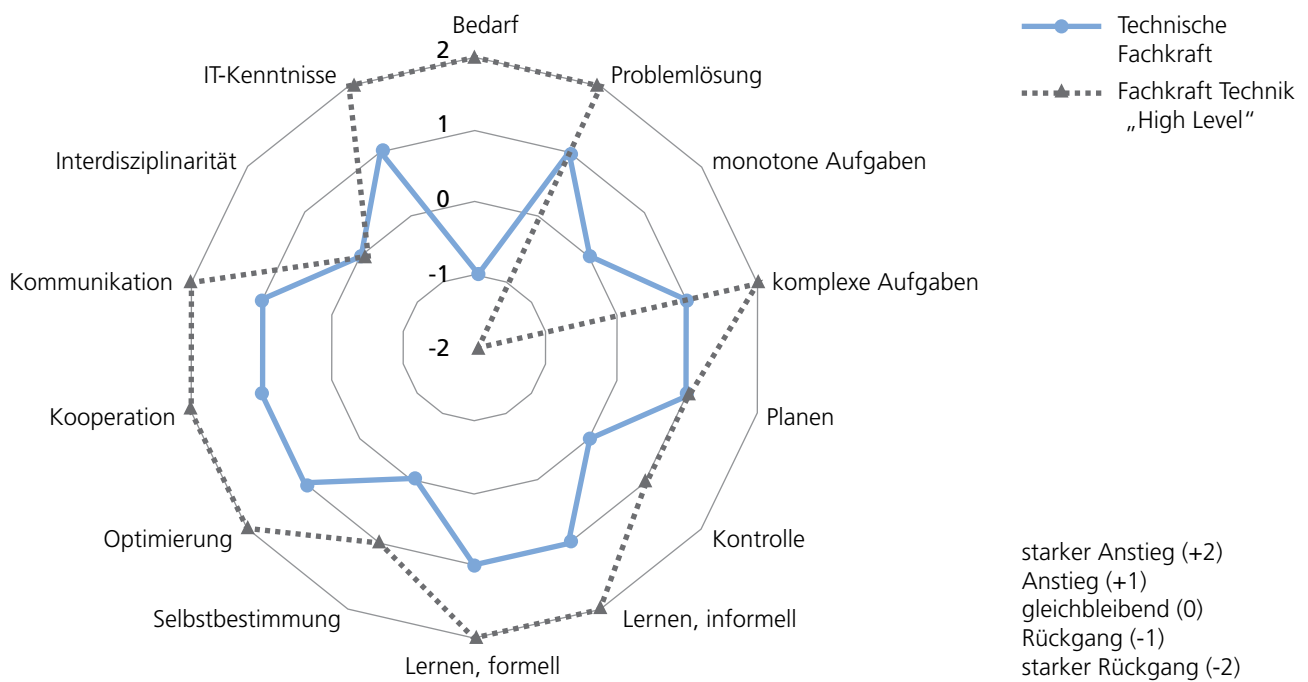


Abb. 26: Veränderungen der Aufgaben und Kompetenzanforderungen bei der Hella KGaA Hueck & Co.

ten bisher nicht berücksichtigte Qualifizierungsbedarfe aufgedeckt und durch systematische Maßnahmen gefördert werden. Dies sind beispielsweise Unterweisungen, sukzessive Einarbeitungen von Mitarbeitern und Erweiterungen des Aufgabenspektrums von technischen Mitarbeitern.

Der Ansatz Führerschein „Produktion“, welcher das Ziel verfolgt, herauszufinden, welchen Wissensstand die Fachkräfte haben und wie dieses Wissen weitergegeben werden kann, um die Flexibilitätsgrenze aufzugreifen, ist ein Qualifizierungskonzept, welches aufgrund einheitlicher Bedienstandards und eines einheitlichen Anforderungsportfolios den Fachkräften ermöglicht,

die Aufgaben an verschiedenen Linien kompetent auszuführen. Voraussetzungen hierfür waren detaillierte Analysen der Tätigkeitsabläufe sowie qualifizierte Personalbemessung und -einsatz. Das entwickelte Qualifizierungskonzept ermöglicht es, Fachkräfte Technik zu sogenannten Fachkräften Technik high level auszubilden. Diese zeichnen sich durch die Bedienung eines erweiterten Aufgabenspektrums aus. Ein positiver Effekt des Qualifizierungskonzepts ist, dass die Fachkräfte Technik high level sowie die Fachkräfte Technik flexibler an verschiedenen Produktionslinien eingesetzt und Entstörungsaufgaben selbständig übernehmen können. Auf diese Weise konnten bei der Hella KGaA personalbedingte Stillstandzeiten reduziert werden.

5.2 Xervon Instandhaltung GmbH

Die Xervon Instandhaltung GmbH ist eines der größten internationalen Unternehmen für technische Dienstleistungen zur Errichtung und Instandhaltung von Industrieanlagen und beschäftigt mehr als 8.000 Mitarbeiter. Das Kerngeschäft des Unternehmens liegt in der Chemie, Petrochemie, der Energiewirtschaft und der Bauindustrie. Das Leistungsspektrum erstreckt sich über zahlreiche einzelne Dienstleistungen wie Gerüstbau, Isolierung, Oberflächentechnik und Rohrleitungsbau über die Instandhaltung von Prozessanlagen bis hin zum umfassenden Standortmanagement. Gegründet wurde das Unternehmen im Jahr 1928 und war bis 2011 Teil des ThyssenKrupp-Konzerns. Seit 2011 ist die Xervon GmbH Teil der Remondis-Gruppe, wobei seit dem Jahr 2014 das Geschäftsfeld Instandhaltung in die eigene Gesellschaft Xervon Instandhaltung GmbH überführt wurde. Zu den Leistungen im Bereich Instandhaltung zählen Wartung, Inspektion, Instandsetzung sowie z. T. auch Betriebsführung und Optimierung von Prozessanlagen und deren Infrastruktur. Das Unternehmen verfügt über ein umfassendes Know-how aufgrund der aus mehr als 40 Jahren gewonnenen Instandhaltungspraxis. Die Xervon Instandhaltung GmbH ist Teil der Xervon-Gruppe und Projektpartner des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten ELIAS-Projekts. Im Rahmen des Projekts befasste sie sich mit der Bewertung arbeitsorientierter Kompetenzentwicklung.

Die Xervon Instandhaltung GmbH ist charakterisiert durch eine dezentrale Organisation mit flacher Hierarchie. Die Führungsebenen, ausgehend von der Geschäftsleitung, sind innerhalb des Unternehmens nicht einheitlich. Ein Regionalleiter kann verschiedene Bereiche des Leistungsspektrums in einer Region betreuen und ihm unterstehen je nach Größe der Region eine unterschiedliche Anzahl an Standortleitern. Dabei ist er in die Abwicklung einzelner Projekte nur bedingt involviert. Die Standortleiter tragen die Projektverantwortung, von der Akquise bis zur Rechnungsstellung, wobei sich die Tätigkeitsprofile der Standortleiter aufgrund flacher Hierarchien innerhalb der Standorte zum Teil erheblich unterscheiden. Das ist zum einen bedingt durch die jeweilige Größe des Standortes und der sich daraus ergebenden Beschäftigtenanzahl, welche dem Standortleiter unterstehen, zum anderem durch die Art des Auftrags. In Abhängigkeit von der Standortgröße übernehmen auch Bauleiter/Vorarbeiter die Projektverantwortung. Durch die Verschiedenartigkeit und Komplexität der Aufträge kann ein Regionalleiter oft nicht einschätzen, ob die Arbeitsweise oder Problemlösungsschritte der Standortleiter richtig sind. Aufgrund der großen Verantwortung kann ein Standortleiter mit einer Fehlbearbeitung das Ergebnis des gesamten Unternehmens deutlich negativ beeinflussen. Daher ist es von entscheidender Bedeutung, dass Mitarbeiter in diesen Positionen über ein hervorragendes Know-how verfügen. Die unternehmerische sowie betriebswirtschaftliche Kompetenz der Standort- und Projektleiter ist jedoch begrenzt. Die Mitarbeiter glauben zudem an das Alleinstellungsmerkmal ihrer Tätigkeit und ihres Problems und haben deshalb Schwierigkeiten, sich auszutauschen oder um Rat zu fragen. Zwischen den

Standorten des Unternehmens findet der Wissens- und Erfahrungsaustausch nur eingeschränkt statt. Alltägliche Abläufe sind schwer zu planen und zu koordinieren. Der Informations- und Kommunikationsfluss innerhalb der Xervon kann wegen der räumlichen Distanz oder aus zeitlichen Gründen zum Teil erheblich gestört werden. Insgesamt ist in dem Unternehmen ein eingeschränkter Wissens- und Erfahrungstransfer zu erkennen.

Die Leistung wird bei den Kunden vor Ort erbracht und ist daher als Rahmenvertragsgeschäftsprozess bzw. als Prozesskette zu verstehen, die wenig automatisierte und standardisierte Prozesse aufweist. In den Einzelunternehmen der Remondis-Gruppe sowie an verschiedenen Standorten sind unterschiedliche Vorgehensweisen etabliert, sodass kein einheitliches Leitbild existiert und die vorhandenen Standards nur unzureichend genutzt werden. Dementsprechend ist operativen Führungspersonen eine auf der Entwicklungshistorie basierende Handlungsweise eigen. Daher bestehen massive Schwierigkeiten bei der Anwendung der ‚Xervon GmbH‘-Standards und im Umgang mit den verwendeten Planungs-, Steuerungs- und Controllingssystemen. Es sind zwar dokumentierte und zertifizierte Prozesshandbücher vorhanden, da jedoch die Rahmenbedingungen erheblich schwanken können, werden die zur Verfügung stehenden Materialien relativ selten genutzt, weil sie häufig nicht in den genauen Arbeitskontext passen oder es zu viel Zeit kosten würde, sich einzulesen. Vor Ort werden daher in der Regel eigene Ausarbeitungen erstellt und genutzt. Saisonal bedingte Auftragsschwankungen haben zudem Auswirkungen auf die Urlaubplanung. Es gilt die 50/50-Regelung, welche die Mitarbeiter dazu auffordert, 50 Prozent ihres Jahresurlaubs im Winter zu nehmen. Da

diese Regelung jedoch nicht einheitlich umgesetzt wird, steigt der Arbeitsaufwand für die wenigen anwesenden Beschäftigten im Sommer. Dies führt zur Leistung von Überstunden und einer Erhöhung der Fehlerrate.

Alle Mitarbeiter benötigen eine abgeschlossene Ausbildung, die sie für ihre auszuführenden Tätigkeiten qualifiziert. Bestimmte Positionen können erst nach Zustimmung der Fachabteilung eingenommen werden. Die unternehmensinterne Qualifizierung erfolgt über Schulungsmaßnahmen, die tätigkeitsspezifisch aufbereitet sind und von unternehmensinternen Referenten durchgeführt werden. Aus einem Weiterbildungskatalog können die Mitarbeiter, in Absprache mit ihrem Vorgesetzten, auswählen, an welcher Maßnahme sie teilnehmen. Während der Trainingsmaßnahmen sind die Beschäftigten aus dem Arbeitsprozess herausgenommen. In den Gewerkschaften gibt es einzelne Kompetenzzentren, zu denen sich die Standortleiter des jeweiligen Gebiets ca. zwei bis drei Mal jährlich treffen, um sich persönlich kennenzulernen und auszutauschen. Des Weiteren ist ein Intranet vorhanden; hier sind weitere Informationen in Ordnern abgelegt. Der Kompetenzaufbau erfolgt jedoch grundsätzlich durch langjährige Erfahrung und ist zum Teil abhängig vom Know-how des jeweiligen Standortleiters.

Der Anteil der Personalkosten beträgt 70 Prozent und die Hälfte der Beschäftigten ist über 48 Jahre alt. Mitarbeitergespräche finden einmal jährlich statt, es werden jedoch keine Mitarbeiterbefragungen durchgeführt. Im Allgemeinen stellte die Mitarbeiterführung ein Problem dar, welches sich damit begründen lässt, dass die Führungskräfte nicht angemessen ausgebildet und geschult sind. Außerdem gibt es keine einheitlichen Bestimmungen zum Onboarding- und Outplacement-Prozess innerhalb des Unternehmens. Die Einarbeitung von Organisationsneulingen unterliegt den bestehenden Mitarbeitern. Es bestehen jedoch kaum Kapazitäten für eine systematische Begleitung und Einarbeitung der neuen Mitarbeiter.

Es ist unbestritten, dass aufgrund des industriellen Wandels viele Unternehmen ihre bestehenden Konzepte umgestalten müssen. Um die Herausforderungen in der Industrie 4.0 zu meistern, müssen neben der benötigten technischen Infrastruktur vor allem die Mitarbeiter für die zunehmende Digitalisierung qualifiziert werden, denn eines der Wettbewerbsvorteile ist das in der Organisation verfügbare Wissen, das innerhalb des Unternehmens gezielt zur Verfügung gestellt wird und für innovative Ideen genutzt werden kann. Angesichts

wachsender Kundenanforderungen steht die Xervon vor der Herausforderung, die Qualifikationen und Fähigkeiten der Standort- und Projektleiter im Auftragsmanagement anpassen und ausbauen zu müssen. Um die bereits vorhandenen Kompetenzentwicklungsmaßnahmen im Bereich Auftragsmanagement zu prüfen, wurde zusammen mit dem FIR, der MTM und der Personalentwicklung der Xervon GmbH ein Analysewerkzeug entwickelt, das den Grad der Arbeitsbezogenheit im Zuge der Kompetenzentwicklung misst. Das Analysewerkzeug, angewandt bei der Xervon Instandhaltung GmbH, ließ erkennen, dass das Unternehmen den Weg zur stärkeren Arbeitsorientierung der Qualifizierungsmaßnahmen bereits eingeschlagen hatte. Die Xervon GmbH setzte bereits vornehmlich interne Referenten ein und vermittelte unternehmensspezifische Inhalte in Form von Beispielen. Im Zuge des ELIAS-Projekts wurden zusammen mit der Geschäftsführung und der Personalabteilung weitere zentrale Ziele ausgearbeitet und umgesetzt. Im Folgenden werden zunächst die ausgearbeiteten Ziele zusammengefasst, die eingeleiteten Maßnahmen erläutert und anschließend bewertet.

Das Hauptziel, welches im Rahmen des Projekts definiert wurde, war die Entwicklung eines Konzepts zur lernförderlichen Gestaltung von Arbeitsprozessen und der Transfer dieser Erkenntnisse in ein integratives Qualifizierungskonzept. Die Qualifizierungskonzepte sollten durch die lernförderliche Prozessgestaltung im Rahmen von Personalentwicklungsaktivitäten verankert werden. Des Weiteren sollten grundlegende Evaluationskonzepte sowie Standards für eine arbeitsbezogene Kompetenzentwicklung etabliert werden. Der avisierte Praxisfall sollte in Form einer Fallstudie auch für Lehraktivitäten im Hochschulbereich transferiert werden. Von hoher Relevanz war auch die Analyse der Verknüpfung zwischen dem eigentlichen Arbeitssystem und den Lernmethoden und Technologien. Abschließend sollte eine Methodik zur Erfolgsmessung der lernförderlichen Gestaltung der Dienstleistungsprozesse hinsichtlich Produktivität entwickelt werden. Als Ergebnis sollte eine standardisierte Vorgehensweise bei der Projekt-auftragsbearbeitung in den verschiedenen Standorten mit wenigen Prozessabweichungen erzielt werden. Ein kompetenter Umgang mit auftretenden Problemen sollte durch den Erfahrungsaustausch in einer Community of Practice ermöglicht werden, und die Lernerfolge, die durch das Lernen im Prozess der Arbeit erzielt werden, sowie deren Auswirkungen in der praktischen Anwendung messbar gemacht werden. Einen Überblick über das Teilprojekt der Xervon gibt die folgende Abbildung 27.

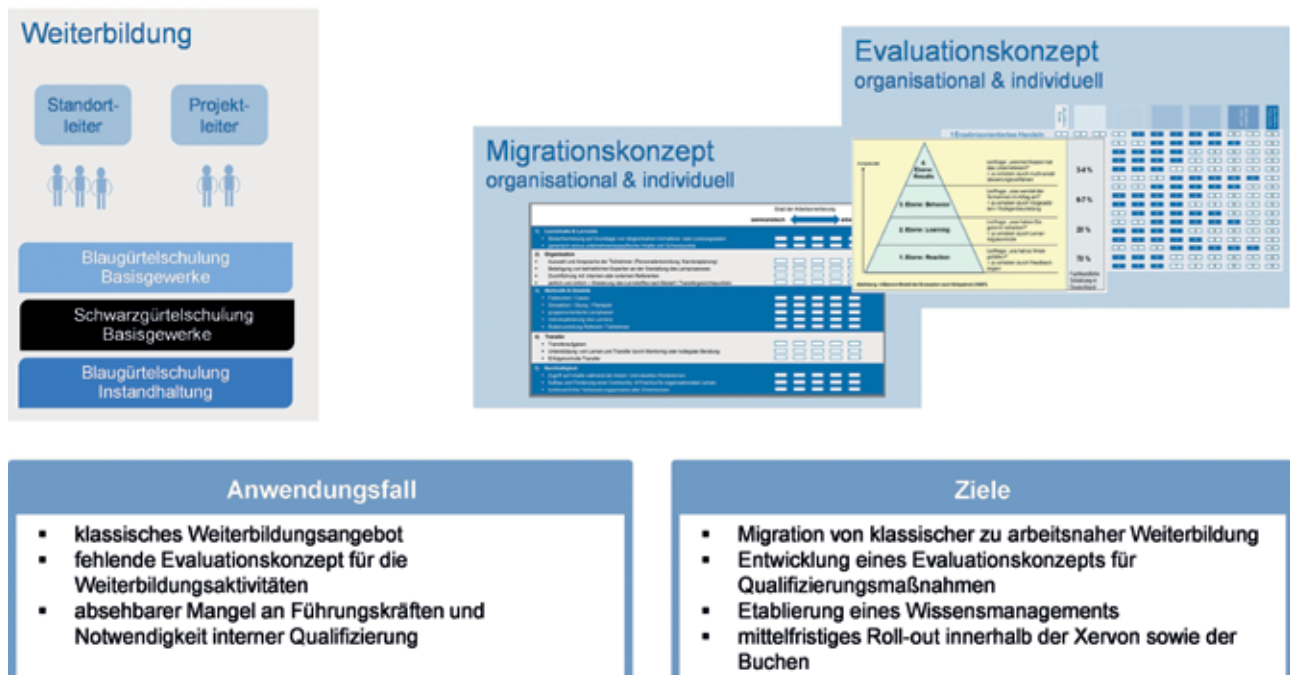


Abb. 27: Teilprojekt der Xervon Instandhaltung GmbH

Für die erfolgreiche Umsetzung wurden zunächst die Anforderungen an ein integriertes Qualifizierungskonzept abgeleitet und die Qualifizierungsziele der relevanten Zielgruppen, der Qualifizierungsbedarfe und -ressourcen sowie Wissensquellen im Abgleich mit der Unternehmensstrategie ermittelt. Ferner wurden die Best Practices über inner- und außerbetriebliche Benchmarkings mithilfe mehrmaliger Workshops identifiziert und die gewonnenen Ergebnisse als ELIAS-Leitstrategien für die lernförderliche Gestaltung von industriellen Dienstleistungsprozessen, in Form akademischer Forschungsarbeiten, zusammengefasst. Im Zuge des Projekts wurden viele unterschiedliche Maßnahmen, die die Qualifikation der Beschäftigten effizient und nachhaltig optimieren können, diskutiert, darunter auch einige technologiegestützte Lernlösungen. Die Diskussionen ergaben, dass sich aufgrund der Rahmenbedingungen des Unternehmens für die Kompetenzentwicklung eher klassische als technologiegestützte Arbeitsformen eignen. Die Anwendungsfälle wurden so aufgebaut, dass sie sich am Xervon-Arbeitsalltag orientieren. Um unterschiedliche Usecases zu realisieren, wurden Wissensquellen und Wissensträger identifiziert. Die Inhalte der Anwendungsfälle wurden nach einem iterativen Optimierungsprozess in die Anwendung bei der Xervon überführt.

Darauf aufbauend befasste sich die Xervon mit der Implementierung und Bewertung arbeitsbezogener Kompetenzentwicklung für Standort- und Projektlei-

ter und operative Führungskräfte in Form der Gürtelschulung, einem Weiterbildungsangebot der internen Personalentwicklung. Ziele der Gürtelschulung, besonders auch vor dem Hintergrund der demografischen Entwicklung bei der Xervon, sind die Sicherung und der Ausbau von praxis- und ergebnisrelevanten operativen Managementkompetenzen im Tagesgeschäft in allen Xervon-Gewerken. Ein hoher Grad der Arbeitsbezogenheit wurde durch ein dezidiertes Migrationskonzept erreicht, indem klassische bestehende Schulselemente auf die konkreten betrieblichen Bedürfnisse angepasst wurden, und mit Maßnahmen wie konkreten Umsetzungszielen flankiert, die die Schulungsteilnehmer selbst wählen und halbjährlich und jährlich noch einmal von Seiten der Personalentwicklung abgefragt werden. Des Weiteren wurde für die Bewertung der Kompetenzentwicklungsmaßnahmen ein Konzept entwickelt und umgesetzt.

Die vor Ort benötigten Inhalte wurden im Rahmen der Gürtelschulung weiterentwickelt und weiter ausgebaut. Es wurden weitere instandhaltungsspezifische Cases sowie die Aufbereitung der Intranet-Inhalte und der Prozesshandbücher miteinbezogen. Aufgrund unterschiedlicher Vorgehensweisen in den verschiedenen Standorten wurden Prozessabläufe definiert und kategorisiert sowie visuell aufbereitete Leitfäden erarbeitet. Zum Ausbau der innerbetrieblichen Kompetenzentwicklung gehörte u. a. auch die dezentrale Unterstützung zum Wissensaustausch und Mentoring-Programme.

Die Ziele der Gürtelschulung, besonders auch vor dem Hintergrund der demografischen Entwicklung bei der Xervon, waren und sind die Sicherung und der Ausbau von praxis- und ergebnisrelevanten operativen Managementkompetenzen im Tagesgeschäft in allen Xervon-Gewerken (Basisgewerke und Instandhaltung). Die Zielgruppe der Gürtelschulung sind Bauleiter, Projektleiter, Standortleiter, neue Führungskräfte sowie operative Führungsnachwuchskräfte (s. Abb. 27). Die Schulungen werden ausschließlich durch interne Referenten durchgeführt. Das Konzept gliedert sich in *Blaugurtschulung Basisgewerke* (80 Prozent Fachkunde), *Schwarzgurtschulung Basisgewerke* (80 Prozent Praxis) und *Blaugurtschulung Instandhaltung* (80 Prozent Fachkunde), wobei die Belegschaft der Instandhaltung die Schwarzgurtschulung absolvieren muss. Die Schulungen finden ganztätig an 5 Tagen statt und es nehmen im Durchschnitt 10 bis 14 Personen an der Schulung teil. Die Schulungen werden im Frühjahr und im Herbst durchgeführt. Im Sommer 2016 hatten bereits 260 Mitarbeiter an den Schulungen teilgenommen. Die Schulungsinhalte sind in 11 Kompetenzfelder aufgeteilt und orientieren sich am Ablauf eines Arbeitstages. Die Schulung wird mit einem 15-minütigen Test am Ende des Tages abgerundet, sodass sichergestellt werden kann, dass die Inhalte noch einmal reflektiert und die Kerninhalte dementsprechend erinnert werden. Die Teilnehmer formulieren persönliche operative Ziele nach der SMART-Methode, d. h., die Ziele sollten spezifisch, messbar, attraktiv/anspruchsvoll, realistisch

und terminiert gestaltet sein. Hier sind drei konkrete Maßnahmen, passend zum eigenen Verantwortungsbereich, aus den 11 Kompetenzfeldern zu formulieren. Um die Nachhaltigkeit der Schulungen und die Wirksamkeit der Maßnahmen zu steigern, werden die Teilnehmer insbesondere bei der Planung des ersten Schrittes unterstützt. Evaluationen der Schulungen werden dafür genutzt, die Qualität der Schulungen selbst sowie die Relevanz der Inhalte sicherzustellen. Aus den Klausurergebnissen erstellt die Personalabteilung Teilnehmerportraits und reflektiert die Kompetenzprofile der Mitarbeiter. Diese Informationen unterliegen dem Datenschutz und werden nicht den Vorgesetzten oder sonstigen Personen ausgehändigt. Die Koordination der Schulungen übernehmen zwei Mitarbeiter der Personalentwicklung. Insgesamt nimmt die Personalentwicklung zunehmend eine zentrale Rolle innerhalb des Unternehmens ein.

Wie auch bei der Hella wurden bei der Xervon die Veränderungen der Aufgaben und Kompetenzanforderungen der Mitarbeiter analysiert. Betrachtet wurden dabei die Standort- und Projektleiter. Dabei wurde deutlich, dass beide Funktionsträger eine Erweiterung ihrer Befugnisse und Kompetenzen erfahren, und ebenso für beide Gruppen die Fähigkeiten zur Optimierung und Problemlösung an Bedeutung gewinnen. Zu erwähnen ist außerdem, dass sowohl Standort- und Projektleiter als auch operative Führungskräfte weniger monotone Tätigkeiten (bspw. händischen Datenabgleich)

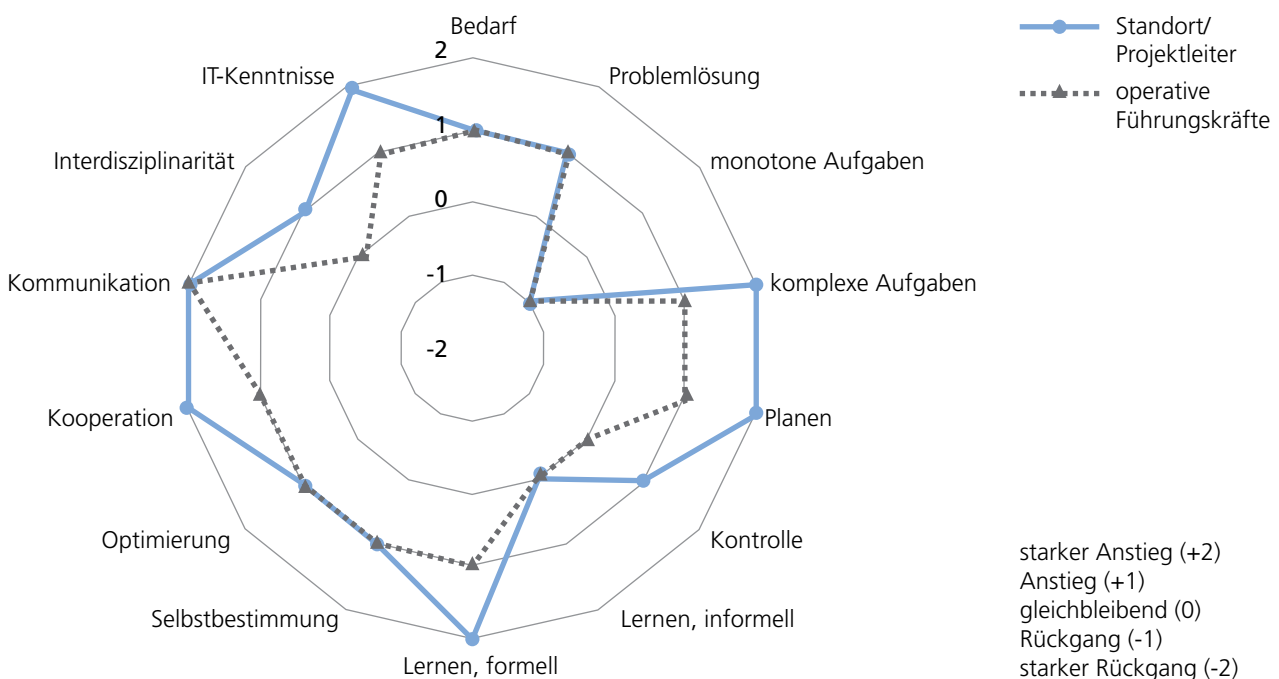


Abb. 28: Veränderungen der Aufgaben und Kompetenzanforderungen bei der Xervon Instandhaltung GmbH

ausführen müssen. Deutlich sind auch die steigenden Anforderungen in den Bereichen Kooperation und Kommunikation, was sich mit der hohen Kundenintegration im Bereich industrieller Dienstleistungen und der intensiven Zusammenarbeit verschiedenster Gewerke erklären lässt. Umfangreiche IT-Kompetenzen werden heute schon von den Standort- und Projektleitern zur Bewältigung ihrer Aufgaben vorausgesetzt, während dies auch bei den operativen Führungskräften weiterhin zunimmt. Einen Überblick über die Veränderungen der Aufgaben und Kompetenzanforderungen bei der Xervon gibt Abbildung 28 (S. 67).

Das Ziel der Gürtelschulung, besonders auch vor dem Hintergrund der demografischen Entwicklung bei der Xervon, die Sicherung und der Ausbau von praxis- und ergebnisrelevanten operativen Managementkompetenzen im Tagesgeschäft in allen Xervon-Gewerken konnte erreicht werden. Ein hoher Grad der Arbeitsbezogenheit wurde durch ein dezidiertes Migrationskonzept erreicht, indem klassische bestehende Schulungselemente auf die konkreten betrieblichen Bedürfnisse angepasst wurden, und mit Maßnahmen wie konkreten

Umsetzungszielen flankiert, die die Schulungsteilnehmer selbst wählen und halbjährlich und jährlich noch einmal von Seiten der Personalentwicklung abgefragt werden. Des Weiteren wurde für die Bewertung der Kompetenzentwicklungsmaßnahmen ein Konzept aufbauend auf der Systematik von KIRKPATRICK U. KIRKPATRICK (KIRKPATRICK U. KIRKPATRICK 2006) entwickelt und umgesetzt, so dass die kompetenzförderlichen Auswirkungen mit Hilfe verschiedener qualitativer und quantitativer Indikatoren gemessen werden konnten und in Relation zum Unternehmenserfolg gesetzt werden konnten. Das Ziel der Gürtelschulung, die betriebswirtschaftliche Fähigkeiten der Standortleiter zu weiterzuentwickeln konnte vollumfänglich und nachweislich erreicht werden. Bereits während des Projektes wurden erste Erprobungen der Gürtelschulung auch in anderen Bereichen der Remondis SE & Co. KG dem Mutterunternehmen der Xervon Instandhaltung GmbH durchgeführt werden. Bereits kurz nach Projektabschluss konnte die Personalentwicklung ihr Schulungsangebot deutlich innerhalb des Unternehmens ausweiten und entsprechende Nachfolgeaktivitäten sind auch bereits in Planung.

5.3 Zwiesel Kristallglas AG

Die Zwiesel Kristallglas AG ist ein Kristallglashersteller mit Sitz in Zwiesel im Bayerischen Wald, der auf eine über 140-jährige Unternehmensgeschichte zurückblicken kann. Heute ist das Unternehmen der weltweit führende Anbieter von hochwertigen Kelchgläsern. Das Portfolio der Zwiesel Kristallglas AG umfasst die Marken Zwiesel 1872 (handgemachte Kelch- und Trinkgläser), Schott-Zwiesel (maschinell hergestellte Kelch- und Trinkgläser) sowie Jenaer Glas (Teeservice, Auflaufformen, Serviergeschirr und Aufbewahrungsutensilien). In Bezug auf die Kelch- und Trinkgläser wird eine jährliche Gesamtstückzahl von ca. 80 Mio. erreicht. Die Zwiesel Kristallglas AG zählt zu den 100 innovativsten Unternehmen im deutschen Mittelstand, sie beteiligt sich regelmäßig an verschiedenen Forschungsprojekten und wurde im Jahr 2006 nach einem erfolgreichen Management-buy-out mit dem Titel „Turnarounder des Jahres“ sowie dem „Best Business Award“ ausgezeichnet. Das Unternehmen beschäftigt derzeit ca. 700 Mitarbeiter in Zwiesel und weitere 300 Mitarbeiter sind an internationalen Standorten tätig. Der Großteil der Angestellten verfügt über eine Berufsausbildung bzw. Meisterabschluss, wobei nur ein Teil der Angestellten auch originär in der Glasindustrie gelernt hat.

Für die Glasproduktion werden diverse Einzelkomponenten miteinander verschmolzen. In der Schmelzwanne befindet sich das flüssige Glas, das über beheizte Platinrinnen den Blasmaschinen und Pressen zugeführt wird. Über den Speiser, welcher sich am Ende der Rinne befindet, wird der Glasstrom mittels Scherenschnitt vereinzelt und in Tropfenform in die jeweiligen Maschinen eingespeist. Der Tropfen wird mittels Druckluft in der Blasmaschine zu einem Hohlglaskörper geformt. In der Presse werden die eingespeisten Tropfen an der formgebenden Station zu Boden und Stiel gepresst und mit dem aus der Blasmaschine stammenden Hohlglaskörper verschmolzen. An der Naht-Verschmelz-Maschine werden die durch den

Pressvorgang entstandenen Nähte mittels Feuerpolitur verschmolzen. Mittels Laser wird im Laser-Abschmelz-Verschmelz-Automaten das in der Blasmaschine entstandene Überglas des Hohlglaskörpers abgetrennt und der entstandene Mundrand verschmolzen. Anschließend verlässt das fertige Glas den Warmbereich und gelangt auf das Kühlband. Stichprobenartige Qualitätskontrolle findet durch den Maschinenführer direkt an den Anlagen statt, z. B. in Form von Tropfengewichtskontrolle oder Messung der Wandstärke. Die endgültige Qualitätskontrolle erfolgt am Ende der Produktionslinie durch vollautomatisierte Glasprüfmaschinen und Sortierer. Die gesamte Prozesskette ist in Abbildung 29 dargestellt.

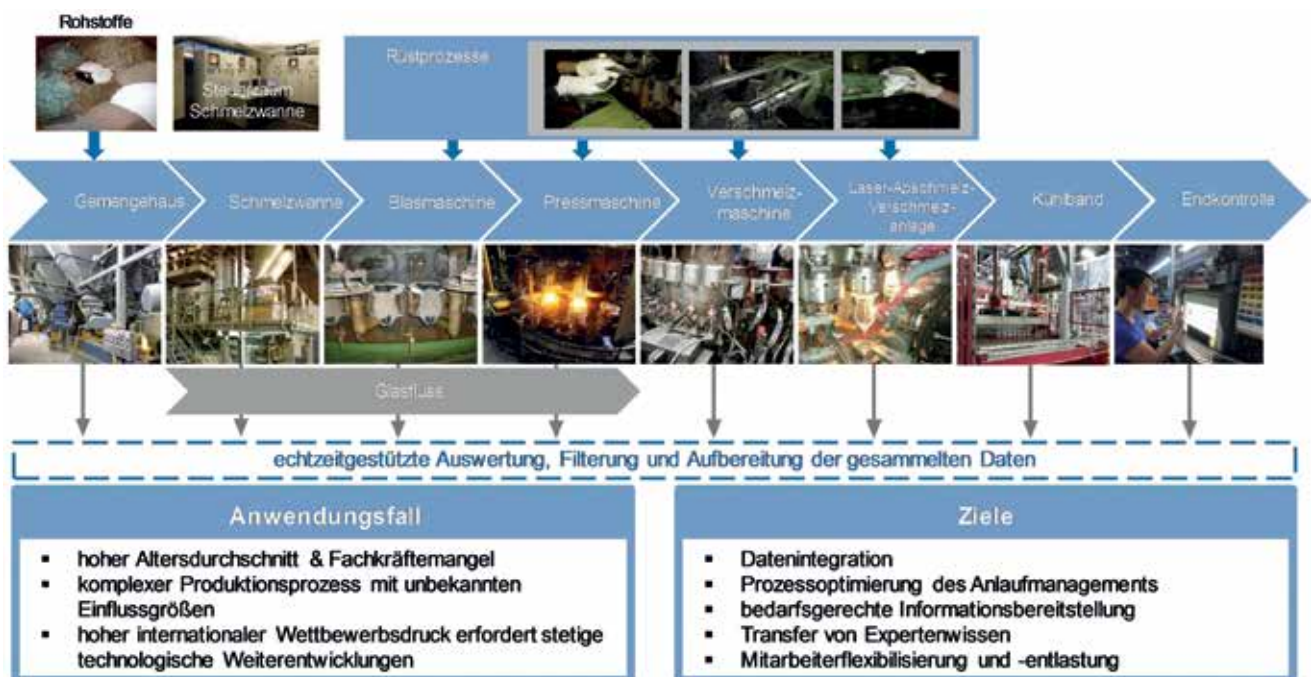


Abb. 29: Prozesskette der Zwiesel Kristallglas AG

Wird ein Glas als fehlerhaft beurteilt, können aus diversen Fehlerquellen Rückschlüsse gezogen werden, an welcher Stelle der Fehler auftrat. Zur Regulierung muss manuell nachjustiert werden. Hierbei ist insbesondere das Erfahrungswissen der Prozessleiter gefragt, deren Vorgehensweise jedoch bisher nur schwer standardisierbar und abbildbar war. Zur Erleichterung der Fehleranalyse sind die Einstelldaten der letzten Produktionen einsehbar.

Die Linie wird in Segmente unterteilt, welche Eingangs- und Ausgangszähler aufweist. Anhand dieser Zähler werden die verlorenen Kelchgläser registriert und den einzelnen Sektoren als Zählerdifferenzen zugewiesen. Sämtliche Fehler, die in einer Schicht aufgetreten sind, werden vom Schichtleiter tabellarisch erfasst. Die Maschinenführer üben beobachtende und überprüfende Tätigkeiten aus. Kleine Reparaturen sowie regelmäßige Wartungen der Betriebsmittel gehören ebenfalls zu ihren Aufgaben. In der Regel greifen sie bei Störungen nicht in den Prozess ein, sondern folgen einem vorgeschriebenen Meldeprotokoll.

Der Prozessleiter plant und überwacht die Produktion hinsichtlich der Prozessparameter, greift, wenn notwendig, regulierend ein und steuert die häufigen Umrüstungen. Soll ein anderes Glas produziert werden, müssen die entsprechenden Werkzeuge gewechselt und die Prozessparameter verändert werden. Dieser Rüstprozess wird von den Prozessleitern und Umbauschlossern anhand von Umbaukarten durchgeführt. Die Umbauschlosser werden zum Umrüsten angefordert. Sie sind nicht im Schichtdienst tätig, daher kann nur in der Normalschicht umgerüstet werden.

Die Umrüstzeiten sind von Maschine zu Maschine unterschiedlich und dauern für die gesamte Produktionslinie insgesamt ca. 70 Minuten. Die ausgetauschten Formen werden in der Formeninstandhaltung aufbereitet und anschließend bis zur erneuten Verwendung gelagert. Läuft eine Produktreihe aus, werden die dabei verwendeten Formen zuzüglich Mustergläsern im Lager aufbewahrt. Es werden ungefähr 600 Umbauten jährlich durchgeführt. Die Häufigkeit der Umbauten ist von Linie zu Linie verschieden.

Nach der Umrüstung ist eine Anlaufzeit erforderlich, bis das Produkt den Qualitätsanforderungen entspricht (Ramp-up-Phase). Im Sinne einer kontinuierlichen Verbesserung wird ein spezifischer Zielwert angestrebt. Die momentane Zielwerterreichung ist sehr gut, aber immer abhängig vom Betrachtungszeitraum und vom Artikel.

Je länger ein Glas in Serie produziert wird, umso besser werden die Ergebnisse und umso geringer die Fehlerrate.

Die Industrie, die aus handwerklichen Strukturen entstand, ist heute vollautomatisiert. Die Produktionsprozesse basieren auf Erfahrungswissen mit geringen Toleranzgrenzen, unternehmenseigenen Weiterentwicklungen und unterliegen schwer kontrollierbaren Einflussgrößen und Abhängigkeiten. Die Prozessstrahlen sind vorwiegend Eigenentwicklungen, die Mitarbeiter haben individuelle Vorgehensweisen, was zur geringen Standardisierung führt. Die Einarbeitungsphase neuer Mitarbeiter liegt bei mehreren Jahren, da die nationalen Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten sich mit dem deutlichen Rückgang der Tischglasproduktion in Deutschland stark reduziert haben. Aufgrund des demographischen Alterungseffekts in der Belegschaft, aber auch der Region, droht die Gefahr des Wissensverlustes.

Aus Perspektive der *Zwiesel Kristallglas AG* wurde die Zielsetzung formuliert, die Produktionsprozesse in der Glasherstellung durch die Integration und Aggregation von Daten und Informationen in der Produktion sowohl transparenter als auch auf dem Shopfloor verfügbar zu machen. Es sollte auf der Produktionsebene eine höhere Effizienz und eine Reduzierung der Ausschussquote erreicht und zusätzlich die Anlaufkurve verkürzt werden. Durch die Zusammenführung und Auswertung der unterschiedlichen Datenquellen sollten dann im folgenden Schritt die Mitarbeiter gezielt die bisher maßgeblich erfahrungsbasierten Prozessoptimierungen leichter erreichen. Da für die Glasproduktion kaum entsprechende Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten existieren, bestand ein weiteres Ziel darin, ein Konzept für die Kompetenzentwicklung zu erarbeiten, dass den interpersonalen Wissensaustausch unterstützt, die notwendigen Qualifikationen und Fähigkeiten zur kontinuierlichen Prozessverbesserung schafft und dabei auch den demografischen Entwicklungen in der Region entgegenwirkt.

Hierfür wurde ein Fehler-Ursachen-Maßnahmenkatalog (siehe Abbildung 30) entwickelt. Neben einer Visualisierung des Fehlers erfolgt eine Definition und Visualisierung der Fehlerbehebung sowie möglicher Folgefehler. Die Glasprüfung erfolgte normalerweise am Ende des Herstellungsprozesses, was eine konkrete Fehlerrückverfolgung bisher erschwerte. Innerhalb des Projekts wurde hierfür ein Konzept einer programmiertechnischen Glasverfolgung erarbeitet und schrittweise umgesetzt. Das System ermöglicht in Verbindung mit den

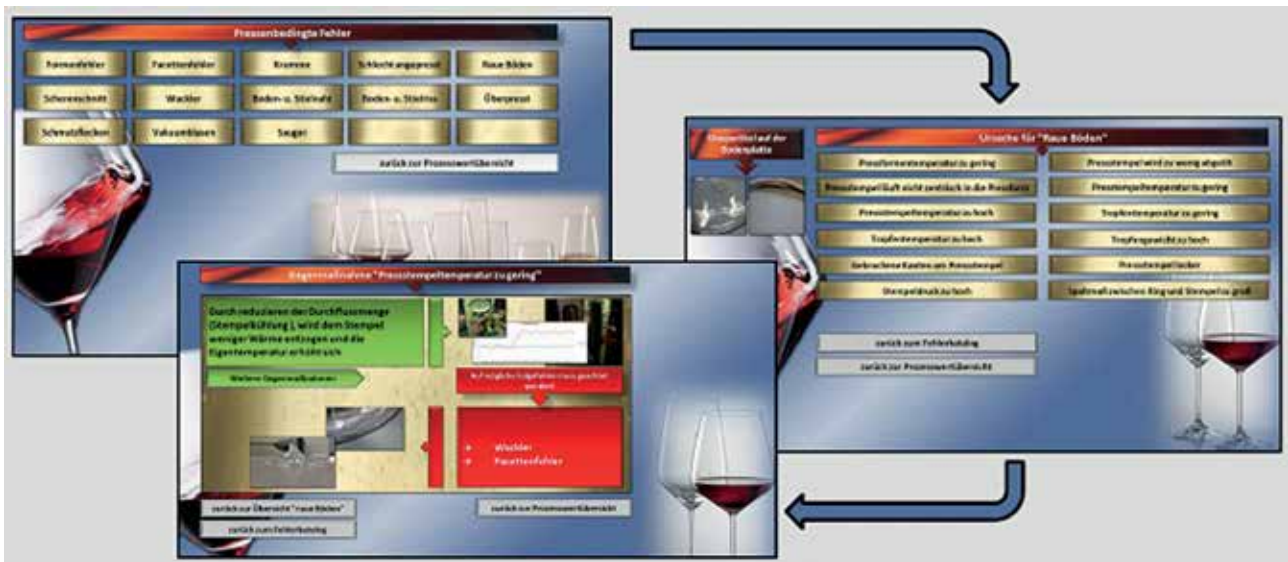


Abb. 30: Fehler-Ursachen-Maßnahmenkatalog

beiden Glasprüfmaschinen am Ende der Produktionslinie die Fehlerzuordnung auf Stationen vorgeschalteter Produktionsanlagen sowie eine detaillierte Zähl-differenz- bzw. Bruchglasverfolgung. In Kombination mit dem Erfassen und Visualisieren relevanter Prozesswerte an den Anlagen sollen potenzielle Fehlerquellen durch den Maschinenführer schneller erkannt und behoben werden können. Dieses Prozessevaluierungssystem wird zunächst zusammen mit dem Fehler-Ursachen-Maßnahmenkatalog an einer der Produktionslinien erprobt und bei positivem Ergebnis auf weitere Linien übernommen.

Des Weiteren wurden Maßnahmen für den Wissenstransfer und die Kompetenzentwicklung definiert. Mitarbeiter sollen durch den Fehler-Ursachen-Maßnahmenkatalog zukünftig bei der Fehleranalyse und -beseitigung unterstützt werden. Zudem befasst sich die Zwiesel Kristallglas AG zurzeit mit dem Aufbau und der Implementierung eines Firmenwikis. Ziel ist es, Lernhilfen für Maschinenführer auf dem Shopfloor anzubieten und das Prozesswissen zu sichern. Um das Wiki mit fachspezifischem Wissen zu füllen, sollen ausgewählte Schichtschlosser gezielt ihr angesammeltes Wissen an die Auszubildenden der Fachrichtung Verfahrensmechanik auf dem Shopfloor weitergeben. Hierfür wurde eine Mentorenschulung für die Schichtschlosser entwickelt. Das transferierte Wissen soll mittels digitalen Lerntagebuchs festgehalten werden, welches von den Auszubildenden erarbeitet wird. Das Lerntagebuch wird von den Auszubildenden geführt. Die Überprüfung des Inhalts auf seine Richtigkeit erfolgt durch definierte Prozessleiter, welche bei Fehlern Rücksprache mit dem Auszubildenden und dem Schichtschlosser halten. Zur

Förderung des systematischen und professionellen Lernens am Arbeitsplatz ist allerdings auch eine entsprechende Sensibilisierung von Führungskräften notwendig. Dementsprechend sollen Führungskräfte ihre Rolle als Lerncoach verstehen und auf die Qualifizierungsbedarfe ihrer Mitarbeiter eingehen. Ziel ist, die Mitarbeiter systematisch beim Lernen in der Arbeit zu unterstützen und Innovationsbereitschaft zu fördern. Hierfür wurde in Zusammenarbeit mit der Personalentwicklung ein individuelles Schulungskonzept entwickelt und umgesetzt. Innerhalb der Schulung werden die Mentoren für das Sammeln und die Weitergabe von Prozesswissen sensibilisiert. Insbesondere geht es um die Vermittlung von Methoden zum Wissenstransfer sowie zur Verbesserung der Kommunikation auf dem Shopfloor. Die Lerncoaches werden im Rahmen der Schulung in ihren Fähigkeiten zur Lernbegleitung geschult.

In Bezug auf die Veränderungen der Aufgaben und Kompetenzanforderungen kann konstatiert werden, dass sich die Anforderungen an die unterschiedlichen Funktionsträger deutlich verändern werden. Die Fähigkeit, unabsehbare Probleme lösen zu können, und interdisziplinäres Wissen, das über die Kenntnisse im eigenen Tätigkeitsbereich hinausgeht, hat bei allen aufgelisteten Funktionsträgern an Relevanz gewinnen. Ähnlich wie bei den vorgenannten Anwendungsfällen kann auch bei der Zwiesel Kristallglas ein deutlicher Anstieg in Bezug auf die Aufgabenkomplexität und Kompetenzen im Bereich Kommunikation und Kooperation beobachtet werden. Einen Überblick über die Veränderungen der Aufgaben und Kompetenzanforderungen bei der Zwiesel Kristallglas gibt die folgende Abbildung 31.

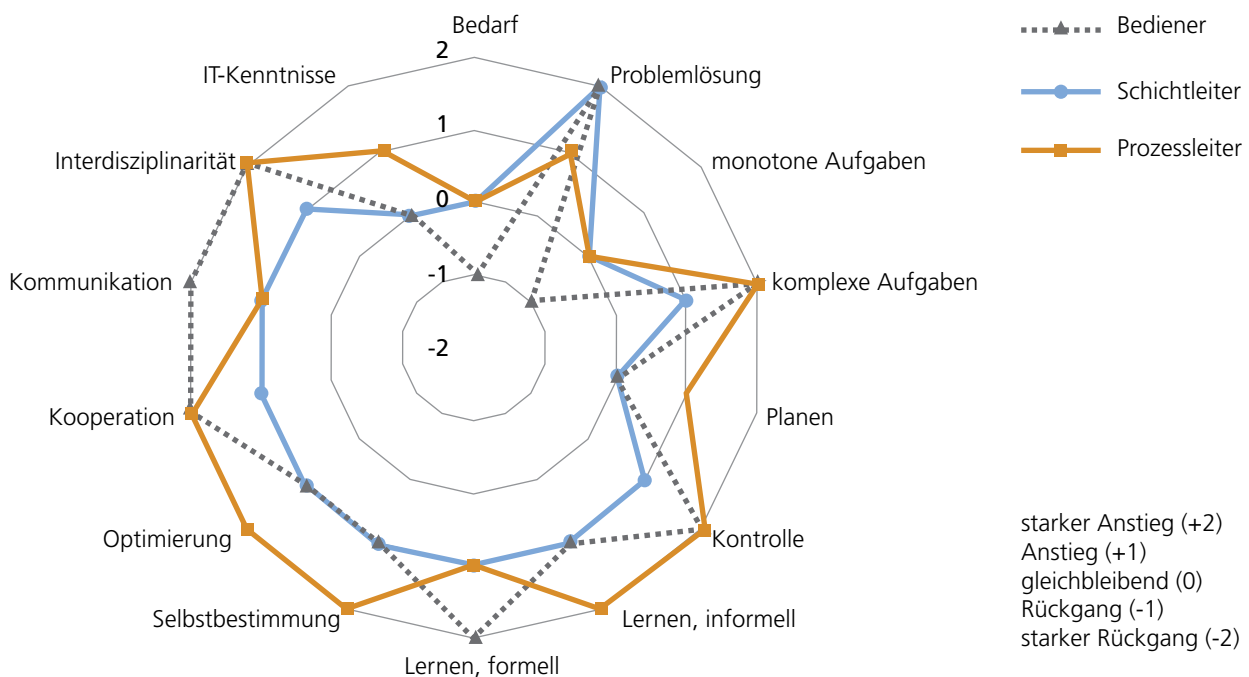


Abb. 31: Veränderungen der Aufgaben und Kompetenzanforderungen bei der Zwiesel Kristallglas AG

Die im Rahmen des ELIAS-Projekts ergriffenen Maßnahmen haben sich bereits als äußerst wirksam erwiesen. Mit den ergriffenen Maßnahmen konnten sowohl die Ausbringungsmenge als auch die Mitarbeiterzufriedenheit deutlich gesteigert werden. Durch die Reduzierung der Ausschussquote konnte eine höhere Effizienz auf der Produktionsebene erreicht werden. Im Laufe des Projekts wurde ein Fehler-Ursachen-Maßnahmenkatalog entwickelt, welcher die Visualisierung des Fehlers und der Fehlerbehebung sowie eine Definition weiterer möglicher Fehler zur Verfügung stellt. Des Weiteren wurde ein Konzept für eine programmiertechnische Glasverfolgung erarbeitet, das die Fehlerzuordnung auf Stationen vorgeschalteter Produktionsanlagen und eine detaillierte Zählerdifferenz bzw. Bruchglasverfolgung ermöglicht. Derzeit befasst sich das Unternehmen mit der Implementierung eines Firmenwikis, mit dem Ziel, den Maschinenführern auf dem Shopfloor Lernhilfen anzubieten und das Prozesswissen zu sichern. Zudem

wurde eine Schulung umgesetzt. Hier wurden die Methoden zum Wissenstransfer und zur Verbesserung der Kommunikation auf dem Shopfloor vermittelt und die Mentoren für das Erfassen und Weitergeben von Prozesswissen sensibilisiert.

Es zeigte sich, dass die unterschiedlichen Bedingungen insbesondere im Mittelstand auch hochindividuelle Lösungen erfordern. Für Unternehmen wie die Zwiesel Kristallglas in stark marginalisierten Branchen bieten die von den Anbietern von Industrie-4.0-Technologien angebotenen Lösungen kaum einen Mehrwert. Dementsprechend sind Lösungen, die gemeinsam von Forschung und Industrie in geförderten Projekten entwickelt werden, von besonderer Bedeutung. Im Anwendungsfall der Zwiesel Kristallglas AG hat sich gezeigt, dass hochindividuelle Lösungen nur gemeinsam von Forschung, Unternehmensführung und Mitarbeitern entwickelt werden können.

5.4 FEV GmbH

Die FEV GmbH (Forschungsgesellschaft für Energietechnik und Verbrennungsmotoren) ist ein international tätiges Dienstleistungsunternehmen in der Konstruktion und Entwicklung von Antrieben. Gegründet wurde die FEV GmbH 1978 und hat ihren Hauptsitz in Aachen. Derzeit sind im Unternehmen etwa 4000 Mitarbeiter in 35 Standorten auf vier Kontinenten beschäftigt. Heute reicht das Leistungsspektrum weit über das ursprüngliche Hauptbetätigungsfeld hinaus und ist in Abbildung 32 dargestellt.

Geschäftsbereiche				
Engineering-Dienstleistungen		Testsysteme		Software
<ul style="list-style-type: none"> • Personenwagen- und leichte Nutzfahrzeug-Dieselmotoren • PKW-Ottomotoren • Nutzfahrzeug- und Industriemotoren • Großmotoren • Getriebe • Turbo-Aufladung 	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeugtechnik • Fahrwerkskonstruktion • Bordnetz und Elektronik • Hybridfahrzeuge und E-Mobility • Fahrzeugelektronik, Infotainment und Telematik • NVH – Noise Vibration Harshness • High-Tech-Anwendungen • Produktionstechnik und Value-Engineering 	<p>Service</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beratung, Konzeptentwicklung und Planung • Programm-Engineering • schlüsselfertige Systemintegration • Installation und Kommissionierung • Service und Wartung 	<p>Produkte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Datensysteme • Konditionierungseinheiten • Messinstrumente • Dynamometer • Sonderprüfstände • Software 	<ul style="list-style-type: none"> • Prüf- und Messtechniksysteme • Entwicklung eingebetteter Systeme • Datenmanagement und Analyse • modellbasierte Kalibrierung • virtual Engine – Dynamiksimulation für den Antriebsstrang

Abb. 32: Geschäftsbereiche der FEV GmbH

Im Bereich der Engineering-Dienstleistungen bietet das Unternehmen seinen Kunden die Entwicklung, Konstruktion und das Prototyping von Verbrennungsmotoren sowie Getrieben in den Bereichen Ottomotoren, Dieselmotoren und Nutzfahrzeugmotoren. Weitere Bereiche, in denen die FEV heute tätig ist, sind Elektrik/Elektronik, innovative Fahrzeugkonzepte, aber auch elektrifizierte oder hybride Antriebe und alternative Kraftstoffe. Zudem hat die FEV GmbH ihr technisches Portfolio auf andere industrielle Sektoren ausgeweitet, wie beispielsweise die Transportbereiche Marine, Schiene und Luftfahrt sowie Landwirtschaft, Verteidigung und andere Branchen der Energietechnik. Des Weiteren betreibt die FEV GmbH im Geschäftsbereich Test Systems moderne Motoren-Prüfstandeinrichtungen und Messtechnik, die anfangs nur dem internen Gebrauch in Aachen dienen, seit Anfang der 90er Jahre jedoch auch für Kunden gefertigt werden. Das Angebot reicht von Testeinrichtungen bis hin zur Darstellung kundenindividueller schlüsselfertiger Testzentren. Neben den genannten verfügt die FEV ebenfalls über Kompetenzen im Software-Engineering.

Die FEV entwickelte im ELIAS-Projekt ein lernförderlich gestaltetes kognitives Assistenzsystem zur Prüfung von Fahrzeugantrieben sowie zur Durchführung von Fahrversuchen, um neue Mitarbeiter in diesen Aufgabefeldern für die Datenanalyse und Modellkalibrierung

schneller zu befähigen und langjährigen Mitarbeitern den Umgang mit Softwareupdates zu erleichtern. Dabei galt es auch zu berücksichtigen, dass aufgrund des starken Unternehmenswachstums in den vergangenen Jahren eine zunehmende Ausdifferenzierung der Aufgaben notwendig wurde. Der Schwerpunkt des Softwareengineerings lag dabei in der visualisierten Darstellung der Prozesse und Vorgehensweisen, um eine lernförderliche Anwendung sowie eine kontextbezogene Konfigurierbarkeit zu ermöglichen. Durch integrierte Feedbackmechanismen konnten die Nutzer wiederum ihr Wissen in die stetige Weiterentwicklung der Software einfließen lassen und somit an der Gestaltung aktiv partizipieren.

Das Themenfeld, das im Rahmen des Projekts ELIAS in der FEV GmbH betrachtet wurde, umfasste die Prozesse der Applikation elektronischer Steuergeräte an automobilen Antriebssträngen. Moderne Fahrzeuge sind mit einer Vielzahl an Steuergeräten ausgestattet, die beispielsweise für die Steuerung, Regelung und Überwachung von Motorfunktionen verantwortlich sind. Die Steuerungssoftware enthält eine Vielzahl von Einstellparametern bis zu 30.000), die das Verhalten der Software beeinflussen. Ziel der Applikation ist es, Einstellparameter so zu definieren, dass beispielsweise Leistungswerte und Abgaswerte optimiert werden. Der Aufwand und der Zeitbedarf für die Applikation elekt-

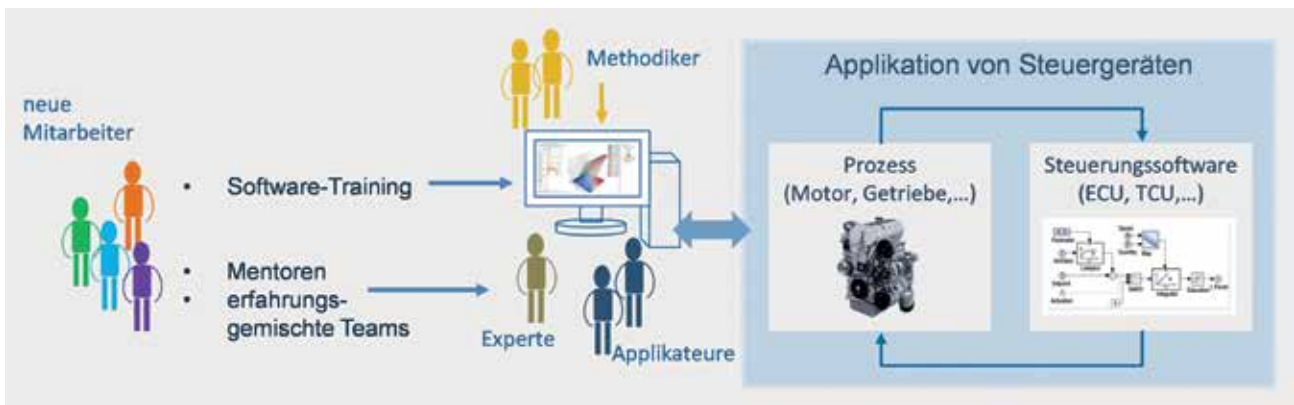


Abb. 33: Prozessablauf der modellbasierten Kalibrierung von Antriebssträngen bei der FEV

ronischer Steuergeräte nehmen aufgrund stetig strengerer Abgasgesetze sowie kontinuierlich komplexer werdender Systeme fortlaufend zu. Zur Bestimmung der optimalen Einstellung der Steuergeräte müssen immer umfangreichere, im Voraus geplante, Mess- und Einstellarbeiten am Prüfstand oder am Fahrzeug vorgenommen werden, bei denen der Applikationsingenieur (Applikateur) die verschiedenen Parameter des Steuergeräts an das Fahrzeug anpasst. Dabei müssen eine Vielzahl an Parametern und zahlreiche Wechselwirkungen beachtet werden. Aufgrund der immensen Komplexität sind für die Entwicklung, Kalibrierung und Diagnose von elektronischen Steuergeräten sowie zur Messdatenerfassung und -analyse softwaregestützte Applikationswerkzeuge unentbehrlich geworden. Die FEV hat daher Softwarelösungen zur modellbasierten Kalibrierung entwickelt. Die gerade grundlegend beschriebene Situation ist in Abbildung 33 dargestellt.

Modellbasierte Kalibrierungen ermöglichen die Planung der Versuche und deren automatische Durchführung am Prüfstand oder im Fahrzeug. Anhand der Messungen kann so das Fahrzeugverhalten modelliert werden. Außerdem können mittels weiterer Funktionalitäten die gemessenen Daten effizient analysiert sowie Datensätze optimiert werden. Mit diesen Softwarelösungen können kostenintensive Motoren- und Fahrzeugversuche minimiert und Entwicklungszeiten verkürzt werden. Zudem wird die Qualität der Applikation gesteigert und Applikationsprozesse werden standardisiert.

Tätigkeiten im Bereich der Steuergeräte-Applikation erforderten zu Beginn des ELIAS-Projekts eine Einarbeitungs- und Ausbildungszeit von etwa 2 Jahren. Aufgrund der sich stetig weiterentwickelnden und an Komplexität zunehmenden Steuergerätefunktionen müssen sich die Applikateure kontinuierlich weiterbilden. Die unternehmensinterne Qualifizierung erfolgte

zunächst über umfangreiche Schulungsmaßnahmen, die tätigkeitsspezifisch aufbereitet sind, da die unterschiedlichen Domänen wie Brennverfahrens-, Abgasnachbehandlungs- oder Fahrbarkeitsabstimmung organisatorisch überwiegend getrennt sind. Teil der Schulungsmaßnahmen ist ebenfalls die Vermittlung der Grundkenntnisse über den Umgang mit den entsprechenden Softwaretools zur modellbasierten Applikation, die zur Bearbeitung der Aufgaben und Projekte erforderlich sind. Die anschließende Einarbeitung in eine Domäne wurde meist intuitiv von einfachen Teilaufgaben zu komplexen Gesamtsystemen strukturiert und durch die Arbeit in erfahrungsgemischten Teams unterstützt.

Die bisher verwendeten Softwaretools wurden in Ko-Evolution mit dem Aufgaben- und Kompetenzspektrum von erfahrenen Applikateuren selbst entwickelt und sukzessive an die steigenden Anforderungen angepasst. Da sie über keine integrierte Anleitung verfügten und wenig nutzerfreundlich waren, mussten die Applikateure, die mit diesen Tools arbeiteten, einerseits bereits über Systemverständnis verfügen und andererseits mit dem Tool vertraut sein, um die Projekte bewältigen zu können. Aufgabe der Methodiker ist es nun, in enger Zusammenarbeit mit Lead-Applikateuren, die über ein umfangreiches Erfahrungswissen verfügen, ein standardisiertes Softwaretool zu entwickeln, das unternehmensweit eingesetzt wird.

Der Schwerpunkt der Arbeiten lag dabei in einer visualisierten Darstellung der Prozesse sowie in einer workflowbasierten Führung durch die Aufgabe. So sollte den Applikateuren der Umgang mit der Software erleichtert und demzufolge die Einarbeitungszeit verkürzt werden. Da zudem repetitive Prozesse verstärkt automatisiert und standardisiert durchgeführt werden sollen, können diese Tätigkeiten zukünftig auch von weniger

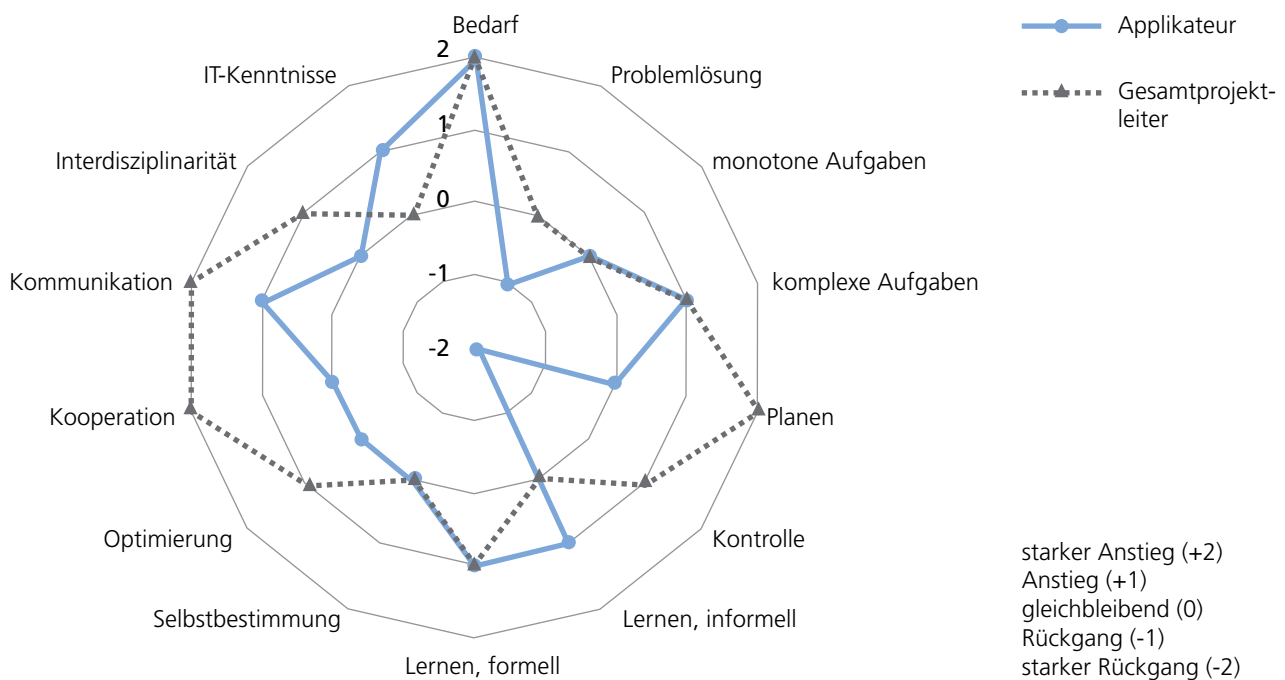


Abb. 34: Veränderungen der Aufgaben und Kompetenzanforderungen bei der FEV GmbH

erfahrenen Mitarbeitern bewältigt werden. Aufgrund des sich erweiternden Leistungsangebots kommen vermehrt neue Aufgaben auf die mit Applikationsaufgaben und Softwareentwicklung betraute Mitarbeiter zu. Teil- und Gesamtprojektleiter sind zunehmend in die Koordination internationaler Projekte eingebunden. Durch die steigenden Anforderungen und den erhöhten Komplexitätsgrad ergeben sich steigende Qualifikationsbedarfe für die Applikateure. Für Teilprojektleiter und Softwareentwickler gewinnt auch das informelle Lernen immer mehr an Bedeutung. Zudem ist aufgrund der stark zunehmenden Zahl internationaler Projekte die interkulturelle Kompetenz von Teilprojektleitern gefordert. Eine Erweiterung der Führungsaufgaben ist für keine der betrachteten Positionen vorgesehen (siehe Abbildung 34).

Die entwickelte Software hat bei der Einführung die Erwartungen deutlich übertroffen. So konnten Anlernzeiten deutlich reduziert und durch die entwickelte Softwarelösung können neue Mitarbeiter schneller zur Datenanalyse und Kalibrierung befähigt werden. Langjährigen Mitarbeitern erleichtert das Tool den Umgang mit der vorhandenen Software. Das auf Erfahrungswissen aufbauende Softwaretool bildet Prozessschritte visuell ab und erlaubt eine workflowbasierte Führung durch Aufgaben. Indem Routineprozesse standardisiert und automatisiert wurden, können diese Tätigkeiten zukünftig auch von weniger erfahrenen Mitarbeitern bewältigt und vor allem erlernt werden.

Im Rahmen der lernförderlichen Gestaltung des kognitiven Assistenzsystems zur Prüfung von Fahrzeugantrieben und zur Durchführung von Fahrversuchen wurden durch die FEV folgende Implementierungen umgesetzt:

- Fertigstellung und Release des Tools zur Fahrzeug-Automatisierung auf Basis des neuen Workflow-Interaktionskonzepts,
- Online-Unterstützung zum kognitiven Erlernen neuartiger Fahrzyklen,
- softwaretechnische Maßnahmen zur kognitiven Gestaltung der Auswertung großer Datenmengen,
- softwaretechnische Umsetzung der neuen lernförderlicheren Gesamt-Einstiegsstelle in die applikationsunterstützende Software.

5.5 Demonstratoren in der DFA

Zur Unterstützung der Planung und Gestaltung neuer und bestehender Arbeitssysteme für einen nachweisbaren Kompetenzaufbau und nachhaltige Produktivitätssteigerungen durch arbeitsintegriertes Lernen war geplant, ausgewählte Lernformen zunächst in der Demonstrationsfabrik Aachen (DFA) zu erproben. Zu diesem Zweck wurden drei Usecases definiert anhand derer Lernmethoden und -technologien untersucht werden. Hierbei wurde insbesondere untersucht, welche Wirkungen das arbeitsintegrierte und technologiegestützte Lernen auf die Produktivität hat.

Für das Projekt wurden klassische arbeitsorientierte Lernformen und neue technologiegestützte Lernformen umfassend analysiert und kategorisiert. Von den betrachteten 32 Lernformen wurden drei exemplarische Lösungen ausgewählt, die in der Demonstrationsfabrik Aachen implementiert wurden. Bei der Demonstrationsfabrik Aachen handelt es sich um eine dem FIR angeschlossene reale Produktion von Prototypen und Produkten in Vorserie. So konnten die ausgewählten Lernlösungen im realen Betrieb erprobt und stetig weiterentwickelt werden. Implementiert wurden ein webbasiertes Community-Information-Portal (CIP), ein digitales Assistenzsystem für die Unterstützung von Routinearbeiten und Anlernprozesse in der Montage mithilfe von Utility-Videos sowie eine mobile Applikation zur standardisierten Aufnahme und Speicherung von Fehlern direkt am Ort des Auftretens in der Vorserienproduktion (s. Abbildung 35).

Demonstrator 1 „Wissensmanagement in einer Community of Practice“

Die Implementierung eines Portals für eine Community of Practice verfolgte das Ziel, die im Unternehmen verfügbaren Informationen, welche verteilt und mit Medienbrüchen versehen sind und somit nicht in handlungsorientierter Form vorliegen, für die Mitarbeiter verfügbar zu machen. Durch den Einsatz einer Community of Practice kann nicht nur das Potenzial des organisationalen Lernens ausgeschöpft, sondern auch die Zuwächse im Wissenskapital gezielt gefördert und messbar gemacht werden. Die Frage, welche es zu beantworten galt, lautete: „Welche Lernmethoden und -technologien sind für welche Tätigkeiten in der Produktion geeignet? Wie können der Aufbau von Wissenskapital und die damit verbundene Produktivitätssteigerung gemessen und prognostiziert werden?“ Hierfür wurde zunächst eine webbasierte Plattform für das Wissensmanagement der Community aufgebaut und installiert. Es wurde eine Strategie zur Entwicklung und Bewertung des Wissenskapitals entwickelt und ein initialer Content erzeugt. Des Weiteren wurde die Wissensnutzung im Arbeitsalltag überprüft. Das Ergebnis des Cases ist ein umfassendes Informationssystem zu produktionsrelevanten Themen, welches kontinuierlich auf Anwendungsbezug und Aktualität überprüft wurde. Der Versuchsaufbau ist Abbildung 36 zu entnehmen. Aufgrund der Vielzahl eingesetzter IT-Systeme, welche auf verschiedene Forschungsprojekte und Aufträge zurückzuführen ist, ist die Motivation der Mitarbeiter, sich in diese Systeme einzuarbeiten, gering, sodass die Akzeptanz des Systems durch weitere Maßnahmen flankiert wurde.

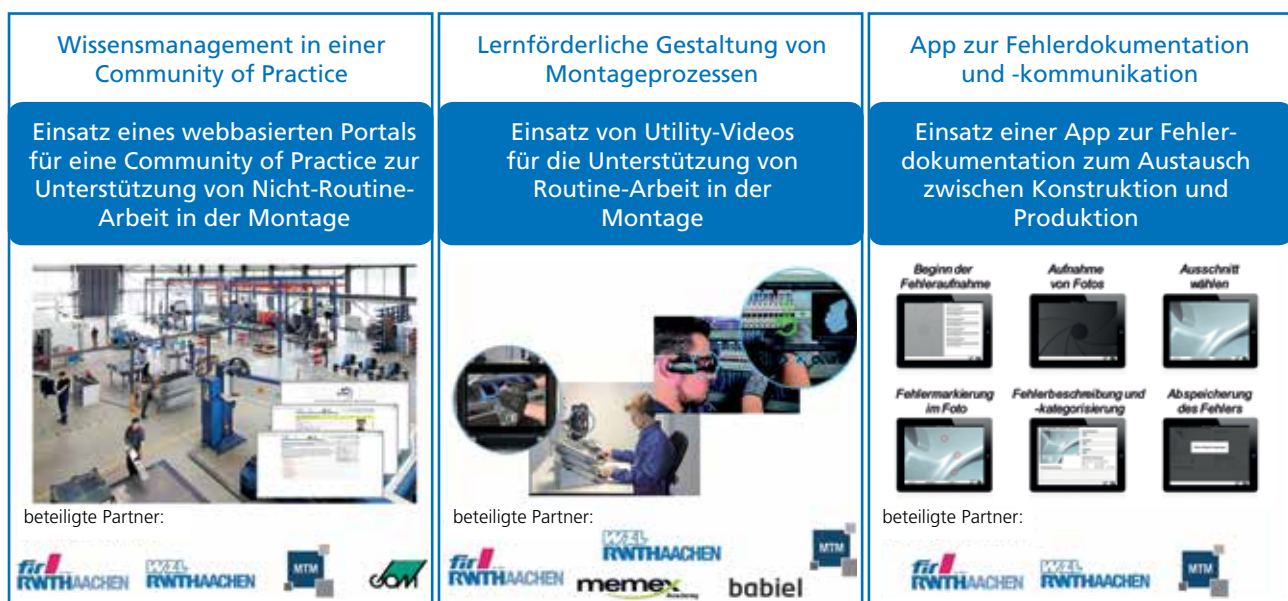


Abb. 35: Lernlösungen des Projekts ELIAS in der Demonstrationsfabrik Aachen



Abb. 36: Wissensmanagement in einer Community of Practice

Erfolgversprechender war es, die intrinsische Motivation der Mitarbeiter zu fördern. Wenn diese einen Sinn in ihrer Arbeit erleben und sich als einen wichtigen Bestandteil des Gesamtsystems empfinden, scheint das die größten Effekte zu erzielen. Hierfür eignen sich soziale Anreizsysteme. Dazu zählt neben Reputations- und Leistungssystemen insbesondere die Vergabe von Privilegien. Durch eine entsprechende Punktevergabe für die Erreichung bestimmter quantitativer oder qualitativer Leistungsgrade kann ein Community-Mitglied einen höheren Rang erlangen. Dies stiftet wiederum einen Anreiz, Beiträge zu leisten, zumal positive Bewertungen die Reputation der Mitglieder stärken und sich folglich vorteilhaft für weiteren Austausch zwischen den Mitgliedern auswirken.

Für das CIP wurden daher die Anforderungen der Mitarbeiter aufgenommen. Als wichtige Elemente, um die Motivation der Nutzer zu steigern, wurden eine personalisierte Oberflächengestaltung sowie eine Punktevergabe implementiert. Nutzern wurde es so ermöglicht, relevante Informationen schneller zu finden und auch entsprechendes Feedback beizutragen. Um die Qualitätssicherung der Inhalte sowie einen übersichtlichen und einheitlich strukturierten Seitenaufbau zu gewährleisten, werden die durch fachliche Experten erstellten Inhalte von einem Redakteur editiert, formatiert und durch einen weiteren fachlichen Experten geprüft. Die Mitarbeiter können darüber hinaus Vorschläge für die

Erstellung von neuen Beiträgen machen, woraufhin ein Themenverantwortlicher gewählt wird. Für eine aktive Partizipation sind die Mitarbeiter dazu angehalten, aktiv Bedarfe aufzudecken, sodass der Wissenszuwachs gefördert wird.

Das Ziel, das CIP so zu gestalten, dass neue Mitarbeiter effizienter eingearbeitet werden können, da die Informationszugänglichkeit erleichtert wird, konnte insgesamt erreicht werden. Des Weiteren konnte das Teilen von Wissen von verschiedenen Orten durch mobile Endgeräte ermöglicht werden, sodass Mitarbeiter einen standortunabhängigen Zugriff auf Informationen haben und die Vernetzung von Beschäftigten unterschiedlicher Unternehmensbereiche gefördert wird. Weiterhin wurden eine stetige Bewertung des Wissenskapitals sowie eine Überprüfung der Wissensnutzung im Arbeitsalltag durchgeführt.

Demonstrator 2 „Lernförderliche Gestaltung von Arbeitsanweisungen“

Bislang werden in der industriellen Praxis nicht ausreichend arbeitsorientierte Lernformen in den Arbeitssystemen implementiert. Zudem ist die Wirkung von arbeitsintegriertem Lernen auf die Produktivität nicht mess- oder prognostizierbar. Ziel war es demnach, Lernmethoden und Technologien zu identifizieren, durch welche sensomotorische Tätigkeiten in der manuellen Montage bestmöglich angeleitet werden,

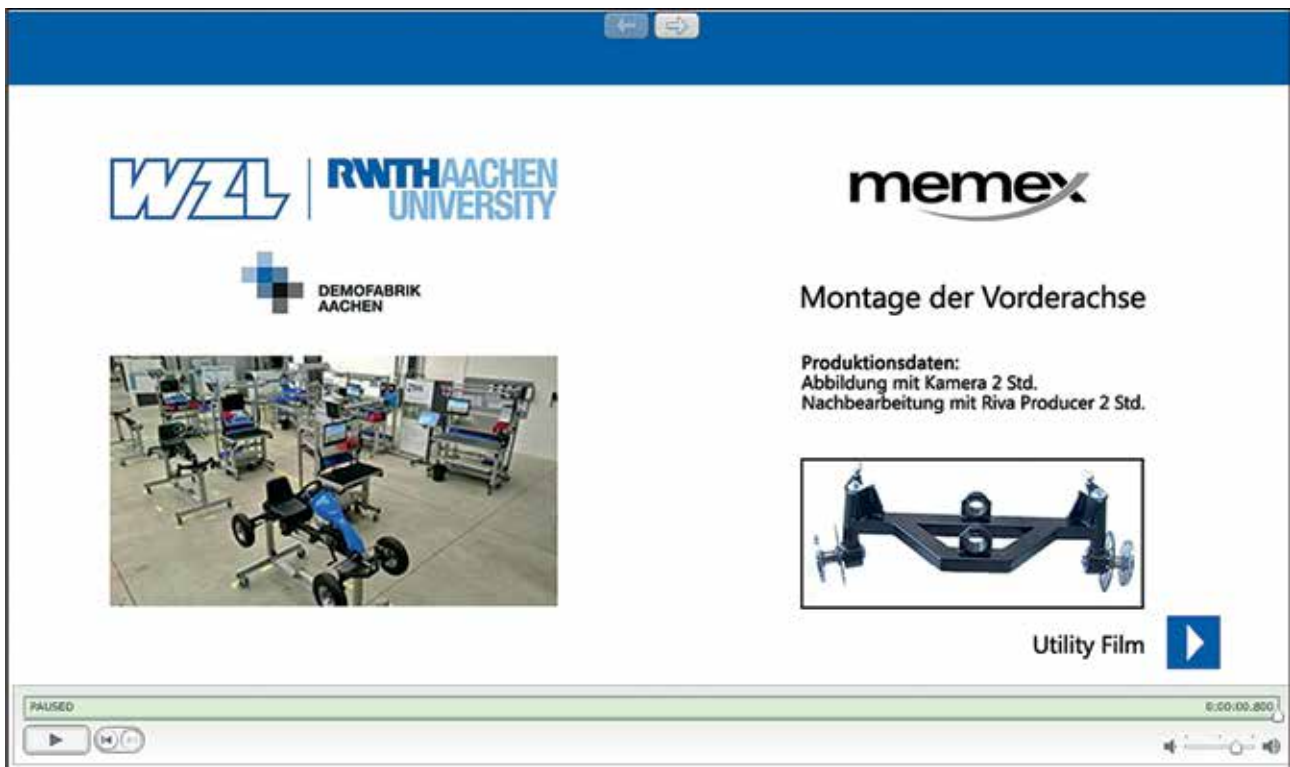


Abb. 37: Lernförderliche Gestaltung von Arbeitsanweisungen

und die Vorteile der Einbettung solcher Lernformen in Industrie-4.0-Kontexten zu demonstrieren. Hierzu wurden die einzelnen Montageschritte als Video aufgezeichnet und daraus kurze Utility-Filme mit Hervorhebung zentraler Schritte und Montageaufgaben erstellt. Die Filmsequenzen wurden auf Monitoren an den Montagestationen bereitgestellt und können durch die Montagemitarbeiter interaktiv abgerufen werden. Diese Gestaltung von Arbeitsanweisungen ermöglicht einen empirischen Vergleich der Lernkurven mit unterschiedlichen Arten von Arbeitsanweisungen. Der Versuchsaufbau kann Abbildung 37 entnommen werden.

Der Utility-Film wurde durch die Firma Memex an der Pilotstation an der Montagelinie des e.GO Karts abgebildet. Die Bedienung läuft aktuell über Touchscreen und das Vor- und Zurückspringen erfolgt über Antippen der verschiedenen Monitorbereiche. Der Vorteil der Utility-Filme ist, dass geringeres Abstraktionsvermögen benötigt wird als bei der bestehenden „3D-Montageanleitung“, da die Filme als Realbilder dargestellt

werden. Ein weiterer Vorteil der Utility-Filme ist, dass bei Änderungen im Prozess einzelne Filmsequenzen problemlos ausgetauscht werden können. Darüber hinaus bestehen weitere Möglichkeiten der Implementierung zum Voranschreiten der Videos (beispielsweise mittels Fußtaster).

Demonstrator 3 „App zur Fehlerdokumentation und -kommunikation“

In einem Unternehmen können nicht alle Produktionsfehler und -störungen von den anwesenden Mitarbeitern behoben werden. Die vorhandenen Informationen und Problemlösungskompetenzen sind oft verteilt und nicht koordiniert abrufbar, sodass ohne standardisierte und schnell verfügbare Fehlerbeschreibungen die Behebung nicht effizient unterstützt werden kann. Ziel der App war es, Informationen über aktuelle Fehler in der Produktion und das oftmals an anderer Stelle im Unternehmen vorhandene Wissen über passende Behebungsstrategien effizient zusammenzuführen. Hierfür wurde eine

Beginn der Fehleraufnahme



Aufnahme von Fotos



Ausschnitt wählen



Fehlermarkierung im Foto



Fehlerbeschreibung und -kategorisierung



Abspeicherung des Fehlers



Abb. 38: App zur Fehlerdokumentation und -kommunikation

mobile App entworfen, welche die Fehler direkt am Ort des Auftretens in der Produktion standardisiert aufnimmt und speichert. Bei der Entwicklung wurde vor allem auf die optimierte Benutzeroberfläche inkl. Aufnahme und Markierung von Fotos viel Wert gelegt. Die Verfügbarkeit der Daten sollte direkt und abteilungsübergreifend sein und es wurde die Funktion eines Feedbacks von Problemlösungen mit Abrufmöglichkeiten in der Produktion eingebaut. Des Weiteren wurde darauf geachtet, dass die Bedienbarkeit einfach und intuitiv erfolgt. Der Aufbau der App ist Abbildung 38 zu entnehmen.

Die Fehler-App stößt insgesamt auf sehr positives Feedback und wird regelmäßig sowohl im produktiven Einsatz als auch im Rahmen von Führungen aktiv genutzt. Durch die Übersetzung ins Englische konnten nun auch internationale Besucher in die App und das Projekt ELIAS eingeführt werden. Viele Unternehmensvertreter haben den Wunsch geäußert, die App nicht ausschließlich webbasiert anzubieten, sondern auch lokale Lösungen innerhalb einer Unternehmung zu unterstützen, da Fehlerinformationen kritische Daten darstellen. Diesem Punkt wurde durch einen Umzug auf den lokalen DFA-Server entgegengekommen.



6 Diskussion und Ausblick

Der industrielle Wandel im Zuge der Digitalisierung wird die Arbeitswelt in den kommenden Jahren deutlich verändern. Einige der zentralen Gestaltungsfragen bei diesem Wandel konnten durch das ELIAS-Verbundprojekt adressiert werden. Insbesondere hat das ELIAS-Verbundprojekt dazu beitragen können, dass Lernen im Prozess der Arbeit und arbeitsbezogene Kompetenzentwicklung zu wichtigen Aspekten im Diskurs um Industrie 4.0 geworden sind. Mittlerweile hat sich im Gegensatz zu der anfänglich stark technologiegetriebenen Diskussion eine eher ganzheitliche Perspektive etabliert, die wiederum die in ELIAS erarbeiteten Ergebnisse aufnimmt. Arbeitsbezogene Kompetenzentwicklung wird mittlerweile breitenwirksam als probates Mittel angesehen, um zum einen die Folgen der sich reduzierenden Beschäftigungsmöglichkeiten für geringer Qualifizierte abzumildern, und zum anderen die Beschäftigten zu befähigen und den Wandel bewältigen zu können. So können arbeitsintegrierte Formen des Lernens einen auf die Beschäftigungsfähigkeit der Menschen ausgerichteten Beitrag leisten, wobei hiermit nicht nur das Veränderungspotenzial einzelner Mitarbeiter gemeint ist, sondern in einem zweiten Schritt auch das der jeweiligen Organisation. Gleichzeitig geht die Digitalisierung allerdings auch mit einem breiteren Gestaltungsspielraum für das arbeitsbezogene Lernen durch neue technologiegestützte Lernformen einher.

Aufgrund unterschiedlicher Modelle der Arbeitsorganisation existieren keine allgemeingültigen Lösungen für die lernförderliche Gestaltung von Arbeitssystemen, sondern sie sollten für den jeweiligen Unternehmenskontext zielgerichtet entwickelt werden. Nur so können Lernlösungen konzipiert werden, die auf unterschiedlichste Art das Lernen im Prozess der Arbeit befördern. Die Lernlösungen können dabei sowohl das Lernen für die Arbeit als auch das Lernen aus der Arbeit adressieren. Damit geht einher, dass es wohl kaum arbeitsnahe Lernlösungen geben wird, die für viele unterschiedliche Unternehmen geeignet sind, sondern es gilt auf die jeweiligen Settings abgestimmte arbeitsnahe Lernlösungen zu entwickeln. Demgemäß konnten die vorgegangenen Anwendungsfälle aufzeigen, dass eine kohärente Analyse und Bewertung bestehender und neuer technologiegestützte Lernlösungen notwendig sind und eine Bewertung in Bezug auf die Passung zu unterschiedlichen Unternehmenssettings durchgeführt werden muss. Hierfür wurde im Rahmen von ELIAS ein Vorgehensmodell entwickelt und ein Katalog mit tech-

nologiegestützten und klassischen arbeitsorientierten Lernformen erstellt. Auf diese Weise werden nicht zwingend neue Lernformen benötigt, sondern auch klassische arbeitsorientierte Lernformen können für die Bewältigung des industriellen Wandels eingesetzt werden.

Weitere zentrale Punkte für die Erreichung einer lernförderlichen Arbeitssystemgestaltung sind der Willen, der Einsatz und vor allem die Zusammenarbeit der Verantwortlichen und Entscheider bei der Arbeitssystemgestaltung. So gilt es für die Implementierung arbeitsbezogenen Lernens, beispielsweise Industrial Engineers, Fabrikplaner, IT-Spezialisten, Personalentwickler, Betriebsräte und Produktionsmanager zusammenzubringen und gemeinsam Lösungen zu entwickeln. Darüber hinaus werden die weitere Entwicklung und Gestaltung der Digitalisierung und damit die Unternehmensstrategien in Bezug auf Automatisierung und Informatisierung einen wesentlichen Einfluss auf die Optionen der lernförderlichen Arbeitssystemgestaltung haben.

Mit dem Verbundprojekt ELIAS konnten einige der zentralen Fragestellungen zu der Implementierung arbeitsbezogener Lernprozesse gelöst und in exemplarischen Anwendungsfällen aufgezeigt werden. So wird interessierten Unternehmen mit dem ELIAS-Rahmenmodell, der Systematik zur Analyse der Rahmenbedingungen, mit den Katalogen mit technologiegestützten und klassischen arbeitsbezogenen Lernlösungen zum Lernen in der Arbeit sowie Lernen aus der Arbeit und mit dem Planungstool zu Lernförderlichkeitsbilanzierung eine Reihe von Tools und Methoden bereitgestellt, um für den individuellen Kontext geeignete Lernformen zu identifizieren. Darüber hinaus werden verschiedene Werkzeuge für die Implementierung von arbeitsbezogenen Lernformen mit dem Vorgehensmodell für die Implementierung digitaler Lernlösungen sowie dem Analysetool zur Bewertung der Arbeitsorientierung von Qualifizierungsmaßnahmen bereitgestellt. Für den praxisorientierten Einsatz können zudem die mehrfach in Publikationen beschriebenen vier Anwendungsfälle der Industriepartner sowie die in der Demonstrationsfabrik implementierten Demonstratoren genutzt werden. Nicht zuletzt ist die enorme Breitenwirksamkeit des ELIAS-Verbundprojekts zu erwähnen, was sich mit folgenden Zahlen belegen lässt: Auf nationaler und internationaler Ebene fand in den letzten Jahren durch die aktive Beteiligung der Konsortialpartner an einer Vielzahl von Konferenzen mit Fachvorträgen und

Fachartikeln ein intensiver Austausch mit Wissenschaft und Praxis statt. Insgesamt wurden im Rahmen des ELIAS-Verbundprojekts ca. 45 Tagungen, Messen und Konferenzen besucht, 35 Vorträge gehalten und 40 Veröffentlichungen publiziert. Hierbei ist der breitenwirksame Auftritt auf der Hannover Messe 2015 mit rd. 10.000 Besuchern hervorzuheben. Auch die umfangreichen Aktivitäten des ELIAS-Konsortiums im Bereich der Nutzung von Social Media sind hierzu nennen. Neben der Erstellung einer eigenen Social-Media-Plattform mit der ELIAS-Expertencommunity wurden bei researchgate.net die Arbeitsstände und Ergebnisse von ELIAS breitenwirksam kommuniziert. Über die vorgenannten Aktivitäten hinaus konnten im Projektverlauf zahlreiche internationale Schnittstellen geschaffen werden. So sind die Partner FIR und MTM in den internationalen Netzwerken *European Workplace Innovation Network* (EUWIN) und *ecoMEDIAeurope*, einem europäischen Bildungsnetzwerk, und bei dem *Europäischen Zentrum für die Förderung der Berufsbildung* (Cedefop) durch Vorträge und Veröffentlichungen als Experten aktiv. Zudem konnte im Verlauf des Projekts der Kontakt zu weiteren internationalen Partnern wie beispielsweise *Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey* (ITESM), dem *UNESCO-Institut für Lebenslanges Lernen* in Hamburg, dem *UNESCO Institute for Information Technologies in Education* in Moskau und der *University of Texas* in Austin aufgebaut werden.

Der Bedeutungsgewinn des Themas **Lernförderlichkeit** im Verlauf des ELIAS-Verbundprojekts lässt sich relativ einfach belegen. So ergibt die Suche nach direkten Treffern für deutschsprachige Publikationen zu den kombinierten Suchbegriffen „Lernförderlichkeit“ und „Industrie“ die nachstehend aufgeführten Trefferzahlen für die einzelnen Jahre 2013 – 2016.

Jahr	2013	2014	2015	2016
Anzahl Treffer	126	94	150	160

Der Begriff **Lernförderlichkeit** wird über den Betrachtungszeitraum durchgehend thematisiert. Dabei zeigt sich zunächst eine deutliche quantitative Abnahme in 2014, der eine anschließende starke Zunahme entgegensteht. Es steht zu vermuten, dass die quantitativen Veränderungen dadurch hervorgebracht werden, dass Texte zu „klassischen“ Perspektiven (Humanisierung, Lernkultur) tendenziell weniger publiziert werden, während die Industrie-4.0-Perspektive stark zunimmt. Neben der rein quantitativen Zunahme ist

auch festzuhalten, dass die Auseinandersetzung mit dem Komplex *Lebenslanges Lernen, Weiterbildung und Kompetenzentwicklung* innerhalb der Industrie-4.0-Debatte einen qualitativen Zuwachs erfährt, ja mittlerweile geradezu einen Schwerpunkt der Debatte bildet. Gleichzeitig ist zu beobachten, dass die Ergebnisse aus ELIAS auch immer wieder in verschiedenen Publikationen aufgegriffen werden.

Aufbauend auf den ELIAS-Ergebnissen und den aktuellen Entwicklungen bei der Einführung der Industrie 4.0 ergeben sich aber auch weiterführende Fragestellungen, die es in kommenden Forschungsaktivitäten zu untersuchen gilt. Dies sind Themen wie beispielsweise:

- welche Kompetenzen in Zukunft in einer digitalisierten Arbeitswelt benötigt werden und wie diese gemessen und prognostiziert werden können,
- wie zukünftig eine lernförderliche Unternehmensorganisation zu gestalten ist,
- welche Technologien sich in Produktion und Dienstleistungserbringung durchsetzen und wie zukünftig Assistenzsysteme gestaltet werden können,
- wie Berufsbilder flexibler angepasst werden können und
- wie arbeitsbezogen erworbene Kompetenzen oder auch außerhalb der Arbeit informell erworbene Kompetenzen bewertet und ggfs. auch vergütet werden.

In Bezug auf die erforderlichen Kompetenzen der Beschäftigten für die Bewältigung des Wandels existieren bislang nur einige Prognosen. In den bisher vorliegenden Studien zu diesem Thema stehen häufig die digitalen Kompetenzen der Mitarbeiter im Fokus, d. h., dass Angestellte den Umgang mit digitalen Medien beherrschen sowie über entsprechende IT-Kenntnisse zu Datenanalyse und Programmierung verfügen sollten. Sicherlich sind diese Kompetenzen auch als Teil der notwendigen Voraussetzungen für die erfolgreiche Umsetzung des industriellen Wandels zu erachten. Die Kompetenzen in Bezug auf den Umgang mit digitalen Medien und Informatikkenntnisse werden allerdings bei weitem nicht ausreichen. Des Weiteren kann davon ausgegangen werden, dass die vorgenannten Kompetenzen auch häufig im privaten Umfeld der Beschäftigten erworben werden und der Trend zu intuitiveren Nutzerschnittstellen und vereinfachten Programmiermöglichkeiten auch die Beherrschung digitaler Lösungen vereinfachen wird. Wichtiger erscheinen hingegen verschiedene domänenunspezifische Metakompetenzen wie beispielsweise interdisziplinäres

Denken und Handeln, Problemlösungs- und Optimierungsfähigkeiten oder verantwortungsbewusstes Führen. Grundsätzlich gilt es auch, vorhandene Kompetenzmodelle zu überarbeiten und neue Ansätze für eine kontinuierliche Kompetenzbewertung zu entwickeln. Des Weiteren sind die zukünftigen Kompetenzbedarfe im Gegensatz zu den äußerst breiten Ansätzen der bisher vorliegenden Studien für wesentlich kleinere Einheiten wie Branchen oder sogar im Bereich funktionaler Aufgaben und/oder Berufsbildern zu ermitteln. Erst auf einem solchen Betrachtungsniveau können praxisrelevante Prognosen getroffen werden, die auch tatsächlich in die Personalentwicklungspläne von Unternehmen einfließen könnten.

Allerdings ist eine rein kompetenzorientierte Perspektive auch nicht zielführend, denn es gilt auch, die beiden weiteren Handlungsfelder **Technologie** und vor allem **Organisation** sowie die **Wechselbeziehungen des klassischen MTO-Modells** zu berücksichtigen. So wird auch die zukünftige Gestaltung von Unternehmens- und Arbeitsorganisation einen Einfluss auf die in Zukunft benötigten Kompetenzen haben. Bisher stellen die Organisationsmodelle, die für die Industrie 4.0 diskutiert werden, mit der Schwarmorganisation und der polarisierten Organisation zwei Extremszenarien dar. Während bei einer polarisierten Organisation einfache Tätigkeiten auf der operativen Ebene und komplexe Tätigkeiten auf der Managementebene ausgeführt werden und umfassende Kompetenzen der Beschäftigten nur im dispositiven Bereich erforderlich sind, ist eine Schwarmorganisation durch hochqualifizierte und flexible Spezialisten charakterisiert, die ihre Aufgaben gleichberechtigt und eigenständig in interdisziplinären Handlungsbereichen koordinieren. Da die beiden Extremszenarien allerdings nicht die industrielle Realität abbilden und zudem die Umsetzung von Industrie 4.0 bisher eher einem progressiven und evolutionären Innovationspfad mit einer Reihe von potenziellen Endszenarien ähnelt, sind die bisherigen Szenarien über die Arbeitsorganisation der Zukunft kritisch zu hinterfragen und auch für Anwendungsfälle in einzelnen Unternehmensbereichen zu überprüfen. Denn es ist sehr wohl davon auszugehen, dass unterschiedliche Organisationsformen innerhalb eines Unternehmens existieren werden und sich für unterschiedliche Abteilungen unterschiedliche Organisationsformen eignen. So wird es zukünftig notwendig sein, innovative Lösungen für die Arbeitsorganisation in Abhängigkeit der Arbeitskontexte, Aufgabenfelder, Themengebiete und technischen Systeme im jeweiligen Unternehmen zu entwickeln.

Des Weiteren gilt es kritisch zu hinterfragen, welche technologischen Veränderungen mit dem Wandel zur Industrie 4.0 einhergehen. Hierbei wird auch zu erörtern sein, wie cyberphysische Produktionssysteme gestaltet werden sollten und welche Informationen den Beschäftigten zur Verfügung gestellt werden. Ein vieldiskutierter Ansatz ist es, mit intelligenten Assistenzsystemen die Beschäftigten bei der Ausführung ihrer Tätigkeiten zu unterstützen. Hierbei ergibt sich aber ähnlich wie für die Organisationsgestaltung auch ein ebenso breiter Handlungsspielraum. So können Assistenzsysteme lernförderlich oder aber anweisend und handlungsspielraumbegrenzend gestaltet werden. Es ist davon auszugehen, dass beide Formen in Zukunft zu beobachten sein werden. Dabei ist allerdings auch anzuführen, dass Assistenzsysteme für ihren individuellen Einsatzkontext gestaltet werden sollten und dass es kaum Lösungen geben wird, die für viele Unternehmen geeignet sind. Zudem verliert sich die Diskussion um Assistenzsysteme häufig in technologischen Einzellösungen ohne Berücksichtigung von Lernförderlichkeit und Didaktik. Dies wurde insbesondere deutlich bei der Diskussion um Datenbrillen.

Ein weiterer angrenzender Bereich, für den es in Zukunft weiterer Forschung bedarf, wird die Anpassung von Schulbildung und Berufsbildung sein. So bedingt der an Geschwindigkeit zunehmende industrielle Wandel, dass die einmal absolvierte Berufsausbildung bzw. das abgelegte Studium der Beschäftigten für einen immer kürzeren Zeitraum als Basis für die kompetente Aufgabenbewältigung in der Arbeit genügt. Hierbei gilt es, frühzeitig auf die veränderten Anforderungen durch eine digitalisierte Arbeitswelt einzugehen und die zukünftig benötigten Kompetenzen auch bereits früh im Rahmen der klassischen Bildung zu vermitteln. Insbesondere wird es dabei Aufgabe sein, die Menschen auf das lebenslange Lernen vorzubereiten und dafür zu befähigen.

Abschließend ist das Forschungsfeld der Bewertung der im Prozess der Arbeit oder sogar informell erworbenen Kompetenzen zu nennen. Obwohl ein zentrales Thema, insbesondere auch im Hinblick auf im Arbeitsmarkt marginalisierte Gruppen, bestehen bisher nur Lösungen für stark beschränkte Einsatzfelder. Zunächst gilt es, entsprechende Instrumente zu entwickeln, um entsprechend gewonnene Kompetenzen zu bewerten und dafür in einem zweiten Schritt geeignete Entlohnungskonzepte zu erarbeiten.

Die aufgeführten Themen stellen sicherlich nur einen Auszug möglicher weiterer Forschungsbedarfe im Themenfeld **Arbeit und Kompetenzentwicklung** dar. Einige

Themenbereiche haben aber auch die ELIAS-Partner im Anschluss an das Projekt ergriffen. So ist an dieser Stelle zunächst der *Fachausschuss VDI/VDE-GMA 7.22 Arbeitswelt Industrie 4.0*, an dem FIR und MTM beteiligt sind, zu nennen. Im Rahmen des Fachausschusses wurde nun ein Richtlinienausschuss gegründet, in dem gemeinsam mit weiteren Partnern, wie beispielsweise dem Fraunhofer IAO, IG-Metall und DFKI, eine VDI-Richtlinie zur Lernförderlichkeit entwickelt wird. Des Weiteren sind die Projektpartner FIR und MTM auch an dem im August 2017 angelaufenen BMBF-Verbundprojekt E-Mas (*Exporting blended vocational education and training for industrial process design and optimization into the Mexican automotive sector*) beteiligt. Hier entwickeln die beiden ELIAS-Partner ein konkretes Blended-Learning-Weiterbildungsprogramm für die mexikanische Automobilindustrie. Einer der dabei angebotenen Kurse wird das Themenfeld des arbeitsbezogenen Lernens in den Fokus stellen. Darüber hinaus engagiert sich MTM gemeinsam mit dem WZL der RWTH Aachen in dem vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) geförderten Projekt KMU 4.0 (Betriebe und Beschäftigte gestalten die digitale Transformation).

In dem Vorhaben wird in Zusammenarbeit mit KMU der Metall- und Elektro-Industrie eine Lösung entwickelt, erprobt und nachhaltig verbreitet, um technische, organisatorische und menschbezogene Fragen (MTO-Ansatz) integriert zu behandeln. FIR und WZL wiederum sind am vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Mittelstand-4.0-Kompetenzzentrum beteiligt. Das Kompetenzzentrum widmet sich den Themen Digitalisierung und Vernetzung für kleine und mittlere Unternehmen in Nordrhein-Westfalen und über die Landesgrenzen hinaus und bietet kostenlose und praxisorientierte Angebote für die gemeinsame Umsetzung. Zudem ist MTM an dem BMAS-geförderten Projekt PALM 4.Q (Prozess- und arbeitsnahes Lernen in der Montage zur zukunftsorientierten Mitarbeiterqualifizierung) und dem BMBF-geförderten Verbundprojekt GADIAM (Gesundes Arbeiten mit vernetzten digitalen Arbeitsmitteln: Lösungen zur Prävention von Fremd- und Selbstüberforderung bei entgrenzter Wissens- und Innovationsarbeit) beteiligt. Weitere anschließende Forschungsaktivitäten sind sowohl von den Forschungs- als auch Industriepartnern geplant.

7 Fazit

An dieser Stelle kann konstatiert werden, dass das Verbundprojekt ELIAS seiner Aufgabe als vordringliche Maßnahme im Programm *Arbeiten – Lernen – Kompetenzen entwickeln* des BMBF vollumfänglich gerecht wurde und die Aspekte **Lernförderliche Arbeitsgestaltung** und **Arbeitsbezogene Kompetenzentwicklung** vor dem Hintergrund des Wandels zur Industrie 4.0 frühzeitig und breitenwirksam thematisiert hat. Zum einen konnten praxisnahe Lösungen bei den vier beteiligten Industriepartnern und in der Demonstrationsfabrik Aachen erfolgreich umgesetzt werden; zum anderen konnte eine Vielzahl von wissenschaftlichen Erkenntnissen durch die Forschungspartner erreicht werden. Darüber hinaus konnten die erreichten Ergebnisse erfolgreich entsprechend dem

Projektauftrag des Mainstreamings in die Breite getragen werden. Bereits heute zeichnet sich eine Vielzahl von Forschungsaktivitäten sowohl der ursprünglichen Partner als auch Dritter in dem Themenfeld ab. Grundsätzlich ist auch zu erwähnen, dass die ELIAS-Partner einen wertvollen Beitrag für die ingenieurwissenschaftliche Forschung leisten konnten, indem einerseits aus der Perspektive der Ingenieurwissenschaften neue für den Wandel zur Industrie 4.0 zentrale Themenfelder erschlossen werden konnten und andererseits, indem in Unternehmen Verantwortliche und Entscheidungsträger mit ingenieurwissenschaftlichem Hintergrund für die Themen **Lernförderlichkeit** und **Arbeitsbezogene Kompetenzentwicklung** sensibilisiert und qualifiziert werden konnten.





111010101010

- PEOPLE
- FORUMS
- CHATL
- SHOP
- BUY
- SALE

- INTER
- LIVE
- MEDI
- PHO
- WIE

CULTURE
ECONOMIC
FINANCE

FINANCE
NEWS

3

4

500

400

2

1

8 Quellenverzeichnis

- MÜHLBRADT, T. (2014). Was macht Arbeit lernförderlich? – Eine Bestandsaufnahme. In: MTM-Schriften Industrial Engineering. (1). Zeuthen: Deutsche MTM-Vereinigung e. V.
- MÜHLBRADT, T.; SENDEREK, R.; RODENHAUSER, T. U. SAUPP, L. (2015). Arbeitsorientierte Lernlösungen für Industrielle Arbeitssysteme: Lernen für die Arbeit. In: MTM-Schriften Industrial Engineering. Hrsg.: KUHLANG, P. U. BRITZKE, B. (2). Zeuthen: Deutsche MTM-Vereinigung e. V.
- MÜHLBRADT, T.; SENDEREK, R.; HEMPEL, T.; SPARWASSER, C. U. HEEG, K. (2016). Arbeitsorientierte Lernlösungen für Industrielle Arbeitssysteme: Lernen aus der Arbeit. In: MTM-Schriften Industrial Engineering. Hrsg.: KUHLANG, P., Zeuthen: Deutsche MTM-Vereinigung e. V.
- AULERICH, G. (2003). Der Programmbereich "Lernen in Weiterbildungseinrichtungen". In: Zwei Jahre "Lernkultur Kompetenzentwicklung" Inhalte - Ergebnisse - Perspektiven. Hrsg.: AULERICH, G., BOOTZ, I., ERPENBECK, J., KEIL-SLAWIK, R., KIRCHHÖFER, D., MATIASKE, R., REUTHER, U., TRIER, M. U. WEISS, R., Berlin: Arbeitsgemeinschaft Betriebliche Weiterbildungsforschung e. V./Projekt Qualifikations-Entwicklungs-Management. S. 191-254.
- ULICH, E. (2006). Lern- und Entwicklungspotentiale in der Arbeit - Beiträge der Arbeits- und Organisationspsychologie. In: Personalentwicklung in Organisationen Hrsg.: SONNTAG, K., Göttingen: Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG. S. 138-176.
- DE JONG, J.A. (1996). Research into on-the-job training: A state of the art. *International Journal of Educational Research*. 25(5). S. 449-464.
- BIGALK, D. (2006). Lernförderlichkeit von Arbeitsplätzen - Spiegelbild der Organisation? In: Institut für Arbeitswissenschaft. Doktor der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Kassel: Universität Kassel.
- LEWIN, K. (1936). *Principles of Topological Psychology*. New York: McGraw-Hill.
- PERROW, C. (1967). A framework for the comparative analysis of organizations. *American Sociological Review*. 32(2). S. 194-208.
- LIKER, J.K. U. MEIER, D.P. (2008). *Toyota Talent: Erfolgsfaktor Mitarbeiter - Wie man das Potenzial seiner Angestellten entdeckt und fördert*. München: FinanzBuch Verlag GmbH.
- KIRKPATRICK, F. (1945). *The Training Within Industry Report, 1940-1945: A Record of the Development of Management Techniques for Improvement of Supervision, Their Use and the Results*. War Manpower Commission, Bureau of Training, Training within Industry Service.
- JOHNSON-LAIRD, P. (1983). *Mental Models*. Harvard University Press.
- TERGAN, S.-O. (1986). *Modelle der Wissensrepräsentation als Grundlage qualitativer Wissensdiagnostik*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- MÜHLBRADT, T. (1990). Analyse von Qualifikationspotentialen mit Hilfe semantischer Netzwerke am Beispiel von Wissensstrukturen bei Auszubildenden aus dem Metallbereich. In: Jahresdokumentation 1990 der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. Bericht zum 36. Arbeitswissenschaftlichen Kongreß an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich. (S. 58-59). Köln: Verlag Otto Schmidt.
- GREEN, S. U. KENDAL, M. (2007). *An Introduction to Knowledge Engineering*. London: Springer-Verlag London.
- ERICSSON, K.A.; CHARNESSE, N.; FELTOVICH, P.J. U. HOFFMANN, R.R. (Hrsg.). (2006). *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance*. New York: Cambridge University Press.
- VOLPERT, W. (1980). *Beiträge zur Psychologischen Handlungstheorie*. Bern: Verlag Hans Huber.
- HACKER, W. U. SACHSE, P. (2013). *Allgemeine Arbeitspsychologie*. Bern: Verlag Hans Huber.
- DUELL, W. U. FREI, F. (1986). *Leitfaden für qualifizierende Arbeitsgestaltung*. Köln: TÜV - Verlag GmbH.
- HACKER, W. U. SKELL, W. (1993). *Lernen in der Arbeit*. Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB)
- BERGMANN, B. U. RICHTER, F. (2003). Berufliche Kompetenzentwicklung in der veränderten Arbeitswelt. *Wirtschaftspsychologie* 1. S. 41-43.
- LAY, G. (2008). *Gruppenarbeit in Deutschland*. Arbeit. 1. S. 5-20.
- KRIEGER, H. U. FRÖHLICH, D. (1998). Gibt es bei den neuen Formen der Arbeitsorganisation in Deutschland eine Modernisierungslücke? *WSI-Mitteilungen*. 3. S. 153-164.

- KINKEL, S.; LAY, G. U. JÄGER, A. (2007). Mehr Flexibilität durch Organisation – Stellenwert strategischer Flexibilitätsziele, Nutzung organisatorischer Befähiger und Erreichbarkeit von Flexibilitätszuwächsen. In: Mitteilungen aus der ISI-Erhebung zur Modernisierung der Produktion Nr. 42. Karlsruhe: Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung ISI.
- DEHNBOSTEL, P. (2008a). Lern- und kompetenzförderliche Arbeitsgestaltung. Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis. 2. S. 5-8.
- WARR, P. (1994). A conceptual framework for the study of work and mental health. *Work and stress*. 8(2). S. 84–97.
- FRIELING, E.; BERNARD, H.; BIGALK, D. U. MÜLLER, R.F. (2006). Lernen durch Arbeit - Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung der Lernmöglichkeiten am Arbeitsplatz. Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- DEHNBOSTEL, P. (2007). Lernen im Prozess der Arbeit. Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- FRIELING, E.; SCHÄFER, E. U. FÖLSCH, T. (2007). Konzepte zur Kompetenzentwicklung und Zum Lernen im Prozess der Arbeit - Ergebnisse einer Fallstudie Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- HEEG, F.J. (1991). Moderne Arbeitsorganisation: Grundlagen der organisatorischen Gestaltung von Arbeitssystemen bei Einsatz neuer Technologien. München: Carl Hanser Verlag.
- ULICH, E. (1978). Über mögliche Zusammenhänge zwischen Arbeitstätigkeit und Persönlichkeitsentwicklung. *Psychosozial*. Heft 1. S. 44-63.
- ZÜLCH, G. U. STARRINGER, M. (1984). Differentielle Arbeitsgestaltung in Fertigungen für elektronische Flachbaugruppen. *Zeitschrift Für Arbeitswissenschaft*. 38. S. 211-216.
- DEHNBOSTEL, P. (2010). Betriebliche Bildungsarbeit: Kompetenzbasierte Aus- und Weiterbildung im Betrieb. Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren.
- KROGOLL; POHL U. WANNER. (1988). CNC-Grundlagenausbildung mit dem Konzept CLAUS. Frankfurt: Campus Verlag.
- WITZGALL, E. (1998). Ein modulares Lernaufgabensystem für die inner- und außerbetriebliche Qualifizierung in der rechnergestützten Fertigung. In: Lern- und Arbeitsaufgabenkonzepte in Theorie und Praxis. Hrsg.: HOLZ, H., KOCH, J., SCHEMME, D. U. WITZGALL, E., Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag. S. 134–147.
- KROGOLL, T. (1998). Lernaufgaben. Gestalten von Lernen und Arbeiten. In: Lern- und Arbeitsaufgabenkonzepte in Theorie und Praxis. Hrsg.: HOLZ, H., KOCH, J., SCHEMME, D. U. WITZGALL, E., Bielefeld: Bertelsmann. S. 148–164.
- BUNK, G.P.; KAISER, M. U. ZEDLER, R. (1991). Schlüsselqualifikationen – Intention, Modifikation und Realisation in der beruflichen Aus- und Weiterbildung. In: Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (2, S. 365–374). Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit.
- ENGERT, V.; REIM, F. U. DETSCHER-WINKER, J. (2008). Arbeitsprozessorientiertes Lernen auf dem Shop Floor. *ATZproduktion*. 1(4). S. 62–65.
- SONNTAG, K.; STEGMAIER, R.; SCHAPER, N. U. FRIEBE, J. (2004). Dem Lernen im Unternehmen auf der Spur: Operationalisierung von Lernkultur. *Unterrichtswissenschaft*. 32(2). S. 104-127.
- NUKTA, A.; SCHICK, M.; HAUEIS, M.; HEROLD, C. U. LOHR, C. (2012). Gestaltung erfolgreicher Lernumgebungen in der manuellen Montage. *Zeitschrift Für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*. 1-2. S. 77–81.
- SONNTAG, K.; STEGMAIER, R. U. SCHAPER, N. (2006). Ermittlung organisationaler Merkmale: Organisationsdiagnose und Lernkultur. In: Personalentwicklung in Organisationen. Hrsg.: SONNTAG, K., Göttingen: Hogrefe Verlag. S. 179–205.
- ARBEITGEBERVERBAND GESAMTMETALL (Hrsg.). (2011). Potenzielle erschließen. Lebenslanges Lernen im Alltag des Betriebes. Berlin.
- MARCH, J.G. U. SIMON, H.A. (1958). *Organizations*. Oxford: Wiley.
- ARGYRIS, C. U. SCHÖN, D.A. (1978). *Organizational learning: A Theory of action perspective*. Boston: Addison-Wesley Pub. Co.
- SENGE, P. (1990). *The Fifth Discipline. The Art and Practice of the Learning Organization*. New York: Doubleday/Currency.
- ARGYRIS, C. U. SCHÖN, D.A. (1996). *Organizational learning II: Theory, method, and practice*. Boston: Addison-Wesley.
- OECD. (2010). *Innovative Workplaces - Making Better Use of Skills within Organisations*. Paris: OECD Publishing.
- MÜHLBRADT, T. (1996). *Systemische Intervention. Ein Ansatz zum Management von Komplexität*. Herzogenrath: Verlag der GOM.

- REDDING, J. (1997). *Hardwiring the Learning Organization. Training and Development*. August. S. 61–67.
- UNGER, H. (2002). *Organisationales Lernen durch Teams*. München: Rainer Hampp Verlag.
- OUDEJANS, S.C.C.; SCHIPPERS, G.M.; SCHRAMADE, M.H.; KOTER, M.W.J. U. VAN DEN BRINK, W. (2011). Measuring the learning capacity of organisations: development and factor analysis of the Questionnaire for Learning Organizations. *BMJ quality & safety*. 20. S. 307-313.
- ROTHER, M. (2009). *Toyota Kata: Managing People for Improvement, Adaptiveness and Superior Results*. New York City: Mcgraw-Hill Publ.Comp.
- HOFMANN, J. U. KORGE, G. (2011). Ansätze zur Steigerung der Weiterbildungsbeteiligung: Lernen im Alter. *Persönalführung*. S. 62–68.
- NEUHAUS, R. (2008). *Produktionssysteme: Aufbau - Umsetzung - Missverständnisse*. In: *Produktionssysteme: Aufbau - Umsetzung - betriebliche Lösungen*. Hrsg.: ARBEITSWISSENSCHAFT, I.F.A., Köln: Wirtschaftsverlag Bachem. S. 12–36.
- SPATH, D. (2003). *Ganzheitliche Produktionssysteme – eine neue Chance für produzierende Unternehmen*. *RATIO*. 1(3). S. 9–11.
- LAY, G. U. NEUHAUS, R. (2005). *Ganzheitliche Produktionssysteme (GPS) – Fortführung von Lean Production? angewandte Arbeitswissenschaft*. 185. S. 32-47.
- ADAMI, W. U. HOUBEN, J. (2008). *Erfahrungsförderliche Gestaltung von Motivations- und Qualifikationsansätzen in modernen, ganzheitlichen Produktionsorganisationen*. In: *Montage braucht Erfahrung: Erfahrungsbasierte Wissensarbeit in der Montage*. Hrsg.: LANG, C., PFEIFFER, S. U. ADAMI, F.R.W., München und Mering: Rainer Hampp Verlag. S. 64-95.
- PFEIFFER, S. (2008). *Flexible Standardisierung und Ganzheitliche Produktionssysteme – erfahrungsförderlich?* In: *Montage braucht Erfahrung: Erfahrungsbasierte Wissensarbeit in der Montage*. Hrsg.: LANG, C., PFEIFFER, S. U. ADAMI, F.R.W., München und Mering: Rainer Hampp Verlag. S. 143-167.
- BAUER, A.; KORGE, A.; KORGE, G. U. REINERS, D. (2010). *Wettbewerbsfähigkeit durch Lernen: Ein Handbuch zur Analyse und Gestaltung von Produktionssystemen. Mit Praxisbeispielen*. Köln, Berlin: IW Medien Gmbh.
- PETERS, R. (2009). *Shopfloor Management: Führen am Ort der Wertschöpfung*. Ludwigsburg: LOG_X Verlag.
- DOMBROWSKI, U. U. MIELKE, T. (2013). *Lean Leadership–Fundamental Principles and their Application*. Conference Proceedings: Forty Sixth CIRP Conference on Manufacturing Systems 2013, May 29th-30th, 2013. Setúbal, Portugal.
- DOMBROWSKI, U.; BELZ, T. U. JÄGER, F. (2014). *Shopfloor Management im Regelkreis der GPS-Implementierung*. *Zeitschrift Für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*. 1-2. S. 20-25.
- LORENZ, E. U. VALEYRE, A. (2005). *Organisational Innovation, Human Resource Management and Labour Market Structure: A Comparison of the EU-15*. *The Journal of Industrial Relations*. 47(4). S. 424-442.
- ARUNDEL, A.; LORENZ, E.; LUNDVALL, B.-Å. U. VALEYRE, A. (2007). *How Europe’s economies learn: a comparison of work organization and innovation mode for the EU-15*. *Industrial and Corporate Change*. 16(6). S. 1175-1210.
- LUNDVALL, B.-A. (2013). *Innovation Studies: A Personal Interpretation of ‘The State of the Art’*. In: *Innovation Studies: Evolution and Future Challenges*. Hrsg.: FAGERBERG, J., MARTIN, B.R. U. ANDERSEN, E.S., Oxford: OUP S. 21-70.
- LAY, G. (2006). *Arbeitsorganisation im Kontext neuer Produktionskonzepte*. In: *Produktionssysteme und Kompetenzerwerb: zu den Veränderungen moderner Arbeitsorganisation und ihren Auswirkungen auf die berufliche Bildung*. Hrsg.: CLEMENT, U. U. LACHER, M., Stuttgart: Franz Steiner Verlag. S. 31-42.
- UNGER, H. (2012). *Lernen im Prozess der Arbeit – zur Aktualität einer alten Idee*. In: *Partizipation und Führung*. Hrsg.: SCHIMMWEG, R., FUCHS-FROHNHOFEN, P. U. BRANDT, D., Marburg: Tectum Verlag. S. 97-110.
- ALWERT, K.; BORNEMANN, M. U. WILL, M. (2008). *Wissensbilanz – Made in Germany*. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi).
- ROTHER, M. U. KINKEL, S. (2013). *Die Kata des Weltmarktführers: Toyotas Erfolgsmethoden*. 2. Aufl., Frankfurt am Main: Campus Verlag.
- SENDEREK, R.; MÜHLBRADT, T. U. BUSCHMEYER, A. (2015). *Demografiesensibles Kompetenzmanagement für die Industrie 4.0* In: *Exploring demographics – Transdisziplinäre Perspektiven der Innovationsfähigkeit im demografischen Wandel*. Hrsg.: JESCHKE, S., RICHERT, A., HEES, F. U. JOOSS, C., Wiesbaden: Springer VS. S. 281-295.

- LIKER, J.K. u. MEIER, D.P. (2007). *Toyota Talent: Developing Your People the Toyota Way*. Boston: McGraw-Hill Education.
- GORECKY, D.; SCHMITT, M. u. LOSKYLL, M. (2014). Mensch-Maschine-Interaktion im Industrie 4.0-Zeitalter. In: *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologien und Migration*. Hrsg.: BAUERNHANSL, T., HOMPEL, M.T. u. VOGEL-HEUSER, B., Wiesbaden: Springer S. 525-542.
- SONNTAG, K. u. STEGMAIER, R. (2005). Lernkulturen verstehen, gestalten und messen. Das „Lernkulturinventar“ als organisationsdiagnostisches Verfahren zur Messung von Lernkultur. *Personalführung*. 1(2005). S. 22-29.
- VON ROSENSTIEL, L. (2001). Lernkultur Kompetenzentwicklung als Herausforderung für die Wissenschaft. In: *Arbeiten und Lernen - Lernkultur Kompetenzentwicklung und Innovative Arbeitsgestaltung*. Berlin: Arbeitsgemeinschaft Betriebliche Weiterbildungsforschung e. V. S. 27-38.
- BMBF (Hrsg.). (2012). *Digitale Medien in der beruflichen Bildung. Förderprogramm des Bundesministeriums für Bildung und Forschung*. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
- JOHNSON, L.; ADAMS, S.; CUMMINS, M.; ESTRADA, V.; FREEMAN, A. u. LUDGATE, H. (2013). *The NMC horizon report: 2013*. Hrsg.: EDITION, H.E. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- SPECHT, M.; EBNER, M. u. LÖCKER, C. (2013). Mobiles und ubiquitäres Lernen - Technologien und didaktische Aspekte. In: *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*. Hrsg.: EBNER, M. u. SCHÖN, S. (2. Aufl., S. 217-226). Berlin: epubli GmbH.
- DE WITT, C. (2013). Vom E-Learning zum Mobile Learning - wie Smartphones und Tablet PCs Lernen und Arbeit verbinden. In: *Mobile Learning*. Hrsg.: DE WITT, C. u. SIEBER, A., Wiesbaden: Springer Fachmedien S. 13-26.
- LANG, M. u. PÄTZOLD, G. (2002). Innerbetriebliche Weiterbildung mit einer intranetbasierten Lernumgebung – Nutzung und Akzeptanz BWP – Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis. 5. S. 36-41.
- FISCHER, M.; GROLLMANN, P.; ROY, B. u. STEFFEN, N. (2003). *E-Learning in der Berufsbildungspraxis: Stand, Probleme, Perspektiven*. Bremen: Institut Technik und Bildung – Universität Bremen
- TARAGHI, B.; EBNER, M. u. SCHÖN, S. (2013). Systeme im Einsatz - WBT, LMS, E-Portfolio-Systeme, PLE und andere. In: *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*. Hrsg.: EBNER, M. u. SCHÖN, S. (2. Aufl., S. 147-156). Berlin: epubli GmbH.
- GOERTZ, L. (2013). Lernorganisation - Wann was für wen? *Wirtschaft + Weiterbildung*. 5(2013). S. 10-13.
- ZORN, I.; SEEHAGEN-MARX, H.; AUWÄRTER, A. u. KRÜGER, M. (2014). Educating - Wie Podcasts in Bildungskontexten Anwendung finden. In: *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*. Hrsg.: EBNER, M. u. SCHÖN, S. (2. Aufl., S. 257-266). Berlin: epubli GmbH.
- JOHNSON, L.; SMITH, R.; WILLIS, H.; LEVINE, A. u. HAYWOOD, K. (2011). *The NMC horizon report: 2011*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- HÖNTZSCH, S.; KATZKY, U.; BREDL, K.; KAPPE, F. u. KRAUSE, D. (2013). Simulationen und simulierte Welten - Lernen in immersiven Lernumgebungen. In: *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*. Hrsg.: EBNER, M. u. SCHÖN, S. (2. Aufl., S. 327-334). Berlin: epubli GmbH.
- BÖHLER, C.; LIENHARDT, C.; ROBES, J.; SAUTER, W.; SÜSS, M. u. WESSENDORF, K. (2013). Webbasiertes Lernen in Unternehmen - Entscheider/innen, Zielgruppen, Lernformen und Erfolgsfaktoren. In: *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*. Hrsg.: SCHÖN, S. u. EBNER, M., 2. Aufl., Berlin: epubli GmbH. S. 166-173.
- MMB-INSTITUT FÜR MEDIEN- UND KOMPETENZFORSCHUNG (2013). *Weiterbildung und Digitales Lernen heute und in drei Jahren: Präsenzlernen wird virtuell - Ergebnisse der Trendstudie MMB Learning Delphi 2013*. In: *MMB-Trendmonitor I / 2013*. Essen: MMB-Institut für Medien- und Kompetenzforschung.
- ERPENBECK, J. u. SAUTER, W. (2013). *So werden wir lernen! – Kompetenzentwicklung in einer Welt fühlender Computer, kluger Wolken und sinnsuchender Netze*. Berlin, Heidelberg: Springer
- DEHNPOSTEL, P. (2008b). *Berufliche Weiterbildung: Grundlagen aus arbeitnehmerorientierter Sicht*. Berlin: Edition Sigma.
- PROBST, G.; RAUB, S. u. ROMHARDT, K. (2010). *Wissen managen – Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen*. 6. Aufl., Wiesbaden: Springer Gabler.
- BELL, S.J.; WHITWELL, G.J. u. LUKAS, B.A. (2002). Schools of thought in organizational learning. *Journal of the Academy of Marketing Science*. 30(1). S. 70-86.

- ZBORALSKI, K. (2007). Wissensmanagement durch Communities of Practice: Eine empirische Untersuchung von Wissensnetzwerken. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
- SCHÜBLER, I. (2004). Lernwirkungen neuer Lernformen in der Erwachsenenbildung: Anmerkungen zu Möglichkeiten, Problemen und Anforderungen einer erwachsenenpädagogischen Wirkungsforschung. Hessische Blätter für Volksbildung. 1. S. 37-50.
- WARWITZ, S. U. RUDOLF, A. (1977). Projektunterricht. Didaktische Grundlagen und Modelle. Schorndorf: Verlag Hofmann.
- JANK, W. U. MEYER, H. (1994). Didaktische Modelle. 3. Aufl., Berlin: Cornelsen.
- WENGER, E. (2011). Communities of practice: A brief introduction. STEP Leadership Workshop, University of Oregon. Zugriff über Website: <https://scholarsbank.uoregon.edu/xmlui/handle/1794/11736>. Stand: 15.3.2014.
- HEYSE, S.; ERPENBECK, J. U. VOLKER, O. (2010). Grundstrukturen menschlicher Kompetenzen. Münster: Waxmann Verlag.
- KIRKPATRICK, D.L. U. KIRKPATRICK, J.D. (2006). Evaluating Training Programs: The Four Levels. 3. Aufl., San Francisco: Berrett-Koehler Publishers.
- TOSEY, P.; VISSER, M. U. SAUNDERS, M.N. (2011). The origins and conceptualizations of "triple-loop" learning: A critical review. Management Learning. 43(3). S. 291–307.
- REFA. (2002). Ausgewählte Methoden zur Prozessorientierten Arbeitsorganisation. Darmstadt: REFA-Sonderdruck.
- HIRSCH-KREINSEN, H. (2014). Wandel von Produktionsarbeit - „Industrie 4.0“ - Soziologisches Arbeitspapier. (38). Dortmund: Technische Universität Dortmund.
- MÜHLBRADT, T.; GERST; WISCHMANN, S. U. SENDEREK, R. (2017). Arbeitsorte zu Lernorten: Wege der lernförderlichen Arbeitsgestaltung in die digitale Arbeitswelt. Artikel vorgestellt auf: 63. Frühjahrskongress 2017 der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. „Soziotechnische Gestaltung des digitalen Wandels – Kreativ, Innovativ, Sinnhaft“, 15.-17.02.2017, Brugg-Windisch/ Zürich.
- WINOGRAD, T. U. FLORES, F. (1995). Understanding Computers and Cognition: A New Foundation for Design. Reissue Aufl., Boston: Addison Wesley Pub Co Inc.
- WESKAMP, M.; TAMAS, A.; WOCHINGER, T. U. SCHATZ, A. (2014). Einsatz und Nutzenpotenziale von Data Mining in Produktionsunternehmen. Stuttgart: Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA).
- BROWN, J.S. U. DUGUID, P. (2000). The social life of information. Boston: Harvard Business Review Press.
- HAGEN, C. (2010). Cardboard-Engineering und MTM. MTM aktuell. S. 51-55.
- STROTHOTTE, M. (2006). Wissensmanagement zum Nulltarif? Neueste Erfahrungen mit dem Wissensmanagement-System der Polysius AG. Conference Proceedings: Ingenieurwissen effektiv managen, 14. und 15. September 2006. Berlin.
- BOHLANDER, H.; GEBAUER, G.; MÜHLBRADT, T. U. KIVIKAS, M. (2011). Ressource Wissen nutzen: Wissensmanagement strategieorientiert entwickeln – Leitfaden für die Bildungspraxis. Hrsg.: LOEBE, H. U. SEVERING, E., Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag GmbH & Co. KG.
- WRZESNIEWSKI, A. U. DUTTON, J.E. (2001). Crafting a job: Revisioning employees as active crafters of their work. Academy of management review. 26(2). S. 179-201.
- PETROU, P.; DEMEROUTI, E.; PEETERS, M.C.; SCHAUFELI, W.B. U. HETLAND, J. (2012). Crafting a job on a daily basis: Contextual correlates and the link to work engagement. Journal of Organizational Behavior. 33(8). S. 1120-1141.
- BERG, J.M.; DUTTON, J.E. U. WRZESNIEWSKI, A. (Hrsg.). (2013). Job crafting and meaningful work. Washington, DC: American Psychological Association.
- SIEGEL, K. (Hrsg.). (2015). Von SvZ über GMA zu HWD®: Weiterentwickeln und Verbreiten des MTM Gedankens und der Methoden. Stuttgart: Ergonomia Verlag.
- LYONS, P. (2008). The crafting of jobs and individual differences. Journal of Business and Psychology. 23(1). S. 25-36.
- SENDEREK, R. U. HEEG, K. (2016). Der Einsatz digitaler Lern- und Assistenzsysteme im industriellen Wandel – Softwarelösungen erfolgreich implementieren. In: Pre-Conference Workshops der 14. E-Learning Fachtagung Informatik. DeLFI 2016. Hrsg.: Zender, R., Potsdam: Köllen Druck+Verlag GmbH. S. 223-239.
- ULICH, E. (2013). Arbeitssysteme als Soziotechnische Systeme – eine Erinnerung. Journal Psychologie des Alltagshandelns. 6(1). S. 4-12.

-
- COOPER, B. U. VLASKOVITS, P. (2013). *The Lean Entrepreneur: How Visionaries Create Products, Innovate with New Ventures, and Disrupt Markets*. Hoboken New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- HERBER, E. (2012). *Augmented Reality – Auseinandersetzung mit realen Lernwelten*. *E-Learning allgegenwärtig*. 3. S. 7-13.
- BRICKMAN, Y.J. (2016). *A Minimum Viable Product Is Not a Product, It's a Process*. Zugriff über Website. Online unter: <http://www.themacro.com/articles/2016/01/minimum-viable-product-process/>. Stand: 20.10.2016.
- SENDEK, R.; MÜHLBRADT, T. U. BUSCHMEYER, A. (2014). *ELIAS: Engineering und Mainstreaming lernförderlicher industrieller Arbeitssysteme für die Industrie 4.0 – Smart Learning für industrielle Dienstleistungen*. *Unternehmen der Zukunft (UdZ)*. 3. S. 35-37.
- SENDEK, R. (2017). *Lernförderliche Arbeitssysteme für die Arbeitswelt von morgen (im Druck)*. In: *Zukunft der Arbeit – Eine praxisnahe Betrachtung*. Hrsg.: Wischmann, S. u. Hartmann, E.A., Berlin: Springer
- SENDEK, R. (2016a). *Beispiel 8: ELIAS – Lernförderliche Arbeitssysteme für die Arbeitswelt von morgen*. In: *Statusreport Arbeitswelt Industrie 4.0*. VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V. S. 29-34.
- SENDEK, R. U. SPARWASSER, C. (2017). *Die lernende Produktion in der Industrie 4.0 – Digitalisierung bei der Zwiesel Kristallglas AG*. In: *Digitalisierung – Betriebliche Handlungsfelder der Unternehmensentwicklung*. Hrsg.: BLAESER-BENFER, A. U. POLLETY, W., Frankfurt: Frankfurter Allgemeine Buch. S. 134-144.
- STICH, V.; GUDERGAN, G. U. SENDEK, R. (2017). *Arbeiten und Lernen in der digitalisierten Welt (im Druck)*. In: *Digitalisierung industrieller Arbeit*. Hrsg.: HIRSCH-KREINSEN, H., ITTERMANN, P. U. NIEHAUS, J., Baden-Baden: edition Sigma - Nomos Verlagsgesellschaft.
- SENDEK, R. (2016b). *A model for learning-enhancing work design in a digitized world*. In: *16th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT2016)*. Hrsg.: SPECTOR, J.M., TSAI, C.-C., SAMPSON, D.G., KINSHUK, HUANG, R., CHEN, N.-S. U. RESTA, P., Austin IEEE Computer Society. S. 349-353.
- SENDEK, R. U. DÖNGES, H. (2016). *ELIAS: Aufbau einer Expertencommunity für die lernförderliche Arbeitssystemgestaltung*. *Unternehmen der Zukunft (UdZ)*. 17(2). S. 21-23.
- SENDEK, R. (2016c). *The systematic integration of technology enhanced learning for lifelong competence development in a corporate context*. In: *UNESCO and UNIR ICT and Education Latam Congress 2016*. Hrsg.: BURGOS, D., GONZÁLEZ-CRESPO, R. U. KHOROSHILOV, A., Bogotá: UNIR Research - Universidad Internacional de La Ríoja (UNIR). S. 349-353.

Autoren



Drs. Roman Senderek

Roman Senderek hat sein Studium der Economics mit Vertiefung im Bereich International Management an der Maastricht University School of Business and Economics (Niederlande) und der Universidad de los Andes in Bogotá (Kolumbien) absolviert. Im Anschluss war er als Projektmanager in verschiedenen deutschen und lateinamerikanischen Unternehmen tätig, bevor er seine heutige Tätigkeit als Projektmanager am FIR an der RWTH Aachen aufgenommen hat. Im Rahmen seiner Tätigkeit hat Herr Senderek das Forschungsfeld Arbeit und Kompetenzentwicklung aufgebaut und insbesondere die Internationalisierung des FIR vorangetrieben. Von 2013 bis 2016 hat er das Verbundprojekt ELIAS koordiniert.



Dr. Thomas Mühlbradt

Thomas Mühlbradt studierte Arbeits- und Organisationspsychologie und Arbeitswissenschaft an der Universität Erlangen und der RWTH Aachen. Nach seinem Studium war er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen. Arbeitsschwerpunkte waren die Untersuchung von Handlungsstrategien bei der Fehlersuche in technischen Systemen, die Mensch-Computer-Interaktion und die Evaluation. Nach seiner Promotion im Fach Arbeitswissenschaft an der Universität Kassel zur Anwendung system-theoretischer Konzepte auf das Komplexitätsmanagement war er bis 2013 als Unternehmensberater im Bereich Industrial Engineering und Organisationsentwicklung tätig. Seit Januar 2014 ist er Leiter Forschung am MTM-Institut der Deutschen MTM-Vereinigung.



Thomas Hempel, M.Sc.

Thomas Hempel wurde 1986 in Nürnberg geboren. Von 2007 bis 2013 studierte er Wirtschaftsingenieurwesen an der RWTH Aachen. Im Rahmen seines Studiums absolvierte er 2010 ein halbjähriges Auslandspraktikum in New Jersey, USA sowie 2011 ein Auslandssemester an der Chalmers University of Technology in Göteborg, Schweden. Seit 2013 ist Thomas Hempel wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Produktionsmanagement, Fachgruppe Produktionslogistik am WZL der RWTH Aachen.

Ausgangspunkt des ELIAS-Verbundprojekts (‚Engineering und Mainstreaming lernförderlicher industrieller Arbeitssysteme für die Industrie 4.0‘), dessen Kernergebnisse in dem vorliegenden Band vorgestellt werden, bildeten die mit der Digitalisierung und dem Wandel zur Industrie 4.0 einhergehenden Veränderungen in der Arbeitswelt. Zielsetzung des Verbundprojekts war es, Ansätze und Konzepte für die Gestaltung von Produktions- und Arbeitssystemen zu entwickeln, welche die Lernförderlichkeit als elementaren Bestandteil bereits im Entstehungsprozess einplanen und darüber hinaus die kontinuierliche Verbesserung in Bezug auf die Lernförderlichkeit sicherstellen. Unter der Leitung des FIR e. V. an der RWTH Aachen in Zusammenarbeit mit dem Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen und der Deutschen MTM-Vereinigung sowie mit den Anwendungspartnern Xervon Instandhaltung GmbH, Hella KGaA Hueck & Co., FEV GmbH und Zwiesel Kristallglas AG wurde eine Vielzahl an wissenschaftlichen Konzepten und Modellen in dem Themenbereich entwickelt und in Form von Usecases bei den vier Anwendungspartnern sowie in der Demonstrationsfabrik Aachen umgesetzt.

In dem vorliegenden Band werden die zwischen 2013 und 2016 erarbeiteten Ergebnisse vorgestellt. Dabei werden die vielzähligen im Rahmen des Projekts erstellten Publikationen anwenderfreundlich zusammengefasst. Zunächst werden die wesentlichen Grundlagen für das Lernen im Prozess der Arbeit vorgestellt. Hierbei werden begriffliche Definitionen und die zentralen Aspekte und Rahmenbedingungen für das Lernen im Prozess der Arbeit betrachtet, bevor darauf aufbauend ein integratives Modell der Lernförderlichkeit vorgestellt wird. Im Anschluss wird das Lernen im Prozess der Arbeit in den beiden Teilaspekten Lernen für die Arbeit und Lernen aus der Arbeit beleuchtet.

Darauf aufbauend werden einige ausgewählte Konzepte und Ergebnisse des ELIAS-Verbundprojekts herausgegriffen. Hierbei wird auf die Implementierung von digitalen Lernlösungen, ein Migrationskonzept für die Erreichung einer stärkeren Arbeitsbezogenheit der Personalentwicklung, ein Planungstool zu Lernförderlichkeitsbilanzierung sowie die realisierte ELIAS-Expertencommunity eingegangen.

Ein weiterer zentraler Bestandteil der Ergebnisse des ELIAS-Verbundprojekts sind die Lösungen, die für die konkreten Anwendungsfälle der vier Industriepartner sowie in der Demonstrationsfabrik Aachen entwickelt und implementiert wurden. Dementsprechend werden die unterschiedlichen Ausgangssituationen inklusive der damit einhergehenden Herausforderungen beschrieben und die von den ELIAS-Partnern ergriffenen Maßnahmen erläutert.

Resümierend werden in dem vorliegenden Band mögliche weitere Anschlusspunkte und Forschungsbedarfe, die sich im Laufe des Projekts ergeben haben, zur Diskussion gestellt. Der Band schließt mit einem Fazit zu den erreichten Erkenntnissen und Ergebnissen für Wissenschaft und Praxis, die im Rahmen des ELIAS-Verbundprojekts erzielt wurden.