

D. Ahrens, T. Dombrowski, T. Grantz, H. Heinze, B. Höhne, B. Kaßebaum,
S. Kroll, J. Longmuß, C. Staden

Herausforderungen und Chancen betrieblicher Weiterbildung in digitalisierten Arbeitswelten

Abschlussbericht des Verbundprojekts:

Berufliche Professionalität im produzierenden Gewerbe

ITB-Forschungsberichte
ITB Research Reports

65

Daniela Ahrens, Tilman Dombrowski, Torsten Grantz, Holger Heinze, Benjamin Höhne, Bernd Kaßebaum, Sandra Kroll, Jörg Longmuß, Christian Staden (Autorengruppe Professio-Verbund)

Herausforderungen und Chancen betrieblicher Weiterbildung in digitalisierten Arbeitswelten – Abschlussbericht des Verbundprojekts: Berufliche Professionalität im produzierenden Gewerbe

Institut Technik und Bildung (ITB), Universität Bremen, Mai 2018
ITB-Forschungsberichte 65

Die ITB-Forschungsberichte sollen Forschungsergebnisse zeitnah der Fachwelt vorstellen. Zur Absicherung der Qualität wird ein internes Reviewverfahren mit zwei Gutachtern durchgeführt.

Die ITB-Forschungsberichte können kostenlos von der Webseite des ITB geladen werden. Eine Druckversion ist auf Anfrage ebenfalls erhältlich.

ITB-Forschungsberichte is a series which serves as a platform for the topical dissemination of research results. Quality is being assured by an internal review process involving two researchers. ITB-Forschungsberichte are available for free download from the ITB-Website. A printed version is available as well.

ISSN 1610-0875

© 2018 ITB, Universität Bremen
Am Fallturm 1, 28359 Bremen
Tel. +49 (0)421 218-66250, Fax +49 (0)421 218-66299
info@itb.uni-bremen.de
www.itb.uni-bremen.de

Verantwortlich für die Reihe: Peter Kaune

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Professio
Berufliche Professionalität
im produzierenden Gewerbe

Autorengruppe Professio-Verbund

Herausforderungen und Chancen betrieblicher Weiterbildung in digitalisierten Arbeitswelten

Abschlussbericht des Verbundprojekts
Berufliche Professionalität im produzierenden Gewerbe
(Förderkennzeichen 02L12A230-235)

ITB Forschungsberichte 65

Zusammenfassung:

Für die betriebliche Weiterbildung – nach wie vor das zentrale Instrument bei der Fachkräftesicherung stellen sich angesichts fortschreitender Digitalisierung und sich wandelnder Arbeitswelten neue Herausforderungen hinsichtlich der Realisierung eines arbeitsprozessorientierten Lernens. Wie Arbeiten und Lernen für die betriebliche Weiterbildung verknüpft werden kann, war die leitende Frage des Verbundprojekts „Berufliche Professionalität im produzierenden Gewerbe“ (Brofessio, www.brofessio.de). Das Verbundprojekt ging der Frage nach, wie sich Arbeiten und Lernen verknüpfen lassen, wie das Arbeitsumfeld als Lerngelegenheit genutzt werden kann und welche Lernformate die arbeitsprozessorientierte Kompetenzentwicklung fördern. Der Bericht diskutiert zwei im Betrieb entwickelten und erprobten Lernformate: „Microlearning“ und „Agiles Lernen“. Im Vordergrund steht die Frage, wie in vermeintlich lernfeindlichen Arbeitsumgebungen Kompetenzentwicklung gefördert werden kann. Mit diesem Abschlussbericht hoffen wir, anwendungsorientiert Forschenden und betrieblichen Praktiker*innen Einblicke in unsere Arbeit in Brofessio geben und entsprechende Erfahrungswerte vermitteln zu können, die sich bei der Konzeption und Durchführung vergleichbarer Entwicklungsprojekte zur betrieblichen Kompetenzentwicklung als hilfreich erweisen mögen.

Abstract:

How working and learning processes can be linked to further vocation training was the guiding question of the joint project “Vocational Professionalization in the Manufacturing Industry” (Brofessio, www.brofessio.de). The joint project (funded by BMBF) addressed the question of how work and learning can be linked, how the work environment can be used as a learning opportunity, and which learning formats promote work-process-oriented competence development. The core of this approach is that learning processes start where they are most relevant and urgent for professionals and management: in the work process. The report discusses two learning formats developed and tested in in-plant working environments: “Microlearning” and “Agile Learning”. The focus is on the question of how competence development can be promoted in allegedly learning-hostile working environments. With this final report, we hope that application-oriented researchers and company practitioners can gain insights into our work in Brofessio and be able to convey relevant experience that may prove helpful in the conception and implementation of comparable development projects for the competence development.

Inhalt

Abbildungsverzeichnis.....	4
Vorwort.....	5
Zusammenfassung.....	9
1 Einleitung: Arbeit und Lernen im Wandel.....	11
1.1 Etappen der Diskussion um Arbeit und Lernen.....	13
2 Kompetenzanforderungen in digitalisierten Arbeitswelten.....	21
3 Anwendungsfelder und methodische Umsetzung.....	25
3.1 Arbeitsprozessanalysen	26
3.2 Auswertung.....	27
4 Konzepte für arbeitsprozessorientierte Kompetenzentwicklung.....	33
4.1 Microlearning und die Struktur des Lernmanagementsystems für das mediengestützte Arbeits- und Lernprojekt „Anlagenverständnis“	34
4.1.1 Arbeits- und Lernprojekt „Anlagenverständnis“	43
4.1.2 Evaluationsergebnisse.....	45
4.2 Agiles Lernen am Beispiel „Projektmanagement“.....	49
4.2.1 Lernprojekt: Agiles Projektmanagement	51
4.2.2 Diskussion und Erfahrungen mit der Methode Agiles Lernen	56
5 Arbeitsprozessorientiertes Lernen im Kontext der erweiterten modernen Beruflichkeit.....	57
6 Lernbegleitung als Gestaltungselement betrieblicher Kompetenzentwicklung	59
Veröffentlichungen aus dem Projekt.....	61
Literaturverzeichnis.....	62

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verknüpfung von Arbeit und Lernen (eigene Darstellung in Anlehnung an Dehnbostel 2012, 179).....	9
Abbildung 2: Schematische Darstellung der Anlage	25
Abbildung 3: Arbeitsaufgaben und Kompetenzbedarfe der Fachkräfte für Technik.....	29
Abbildung 4: Arbeitsaufgaben und Kompetenzbedarfe der Techniker und Meister	30
Abbildung 5: Beispiel für Feedback durch die Experten	31
Abbildung 6: Didaktisches Modell für mediengestützte Arbeits- und Lernprojekte (Medi-ALP)	34
Abbildung 7: Startseite des browserbasierten Lernmanagementsystems „M-Teleskop“	37
Abbildung 8: Schematische Darstellung der Produktionsanlage in der Draufsicht zur Navigation im Lernmanagementsystem	37
Abbildung 9: Darstellung der „Slider“ im Lernmanagementsystem.....	38
Abbildung 10: Reiter mit Informationen zu Zuführprozessen zur Zelle 1, Modul 5.4 – „Kolben setzen“	39
Abbildung 11: Chronologische Darstellung der „Anlagen-Updates“	39
Abbildung 12: Der Bereich „Problemlösungen/Dokumente“ im LMS	40
Abbildung 13: Digitale Ersatzteilliste im LMS.....	41
Abbildung 14: Bereich „Arbeitsschutz und Sicherheit“ im Lernmanagementsystem.....	42
Abbildung 15: Im LMS implementiertes „Expertenwissen“ zu spezifischen technischen Bauteilen der M-Teleskop-Anlage	42
Abbildung 16: Wissens Ebenen der ALP	43
Abbildung 17: Alter und Berufserfahrung der Teilnehmer*innen	46
Abbildung 18: Anwendbarkeit des Lernens im Arbeitsprozess.....	47
Abbildung 19: Nutzung des Tablets beim Lernen.....	47
Abbildung 21: Bedienbarkeit des Systems	48
Abbildung 21: Die Rollen im Modell des Agilen Lernens im Kontext der Kompetenzentwicklung.....	51
Abbildung 22: Exemplarische Darstellung eines Etappenziels.....	53
Abbildung 23: Evaluationsergebnisse für das agile Lern- und Entwicklungsprojekt.....	55
Abbildung 24: Aufgaben des Lernbegleiters.....	59
Abbildung 25: Aufgabenbündel des Lernbegleiters.....	60

Vorwort

Mit Blick auf die durch die Digitalisierung entstehenden neuen Arbeitsprozesse und damit verbundenen Kompetenzanforderungen an die Beschäftigten bleiben die Aussagen im Industrie 4.0 - Diskurs eher vage. Die Schlagworte „Industrie 4.0“ und „Arbeit 4.0“ wecken ebenso viele Verheißungen wie Befürchtungen. Hoffnungen richten sich auf humanere Arbeitsbedingungen beispielsweise durch den Einsatz von soft robotics ebenso wie auf neue Möglichkeiten der Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben. Dem gegenüber stehen Ängste vorzunehmender Substituierung von Arbeitsplätzen durch immer intelligenterer Technik, der Sorge um den gläsernen Mitarbeiter aufgrund digitaler (Leistungs-) Überwachungstechnologien. Eine Studie des Fraunhofer Instituts IAO im produzierenden Gewerbe unterstreicht die Bedeutung von Qualifizierung und Kompetenzentwicklung bei der Einführung von Industrie 4.0, bleibt aber bei den Qualifikationsanforderungen recht allgemein. Angesprochen wird die Notwendigkeit zum lebenslangen Lernen, stärkeres interdisziplinäre Denken und IT-Kompetenz (Schlund et al. 2014, 7). Ähnlich auch die Schlussfolgerungen der Forschungsunion Wirtschaft und Wissenschaft, die die Hightech-Strategie der Bundesregierung begleitet: In ihren Umsetzungsempfehlungen für das „Zukunftsprojekt Industrie 4.0“ prognostizieren die Autoren, dass den Beschäftigten ein sehr hohes Maß an selbstgesteuertem Handeln, kommunikativen Kompetenzen und Fähigkeiten zur Selbstorganisation abverlangt werde und die subjektiven Fähigkeiten und Potenziale der Beschäftigten noch stärker gefordert werden. Ob sich die damit verbundene Hoffnung auf „qualitative Anreicherung, interessante Arbeitszusammenhänge, zunehmende Eigenverantwortung und Selbstentfaltung“ (Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft 2012, 57) ist bislang jedoch noch völlig ungewiss. Zwar konstatiert der Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, dass der „Mensch im Mittelpunkt“ (Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft 2013, 99) zukünftiger intelligenter Produktionsprozesse stehen wird, doch noch verbleiben solche Formeln im Allgemeinen. Insgesamt ergibt sich ein uneinheitliches Bild über zukünftige Arbeitswelten. „Idealisierende Zukunftsvisionen von Industriearbeit stehen eher pessimistische Trendaussagen gegenüber“ (Ittermann et al. 2015, 35). Automatisierung alleine ist jedoch keine hinreichende Voraussetzung, um auf die Ab- oder Aufwertung von Tätigkeiten zu schließen (Hirsch-Kreinsen 2015, 18). Es wird daher zu einer empirischen Frage, welche neuen Anforderungen an die Beschäftigten gestellt werden.

Für die betriebliche Weiterbildung – nach wie vor das zentrale Instrument bei der Fachkräftesicherung – stellen sich angesichts fortschreitender Digitalisierung und sich wandelnder Arbeitswelten neue Herausforderungen hinsichtlich der Realisierung eines arbeitsprozessorientierten Lernens. Wie Arbeiten und Lernen für die betriebliche Weiterbildung verknüpft werden kann, war die leitende Frage des Verbundprojekts „Berufliche Professionalität im produzierenden Gewerbe“ (Professio, www.professio.de). Das Verbundprojekt ging der Frage nach, wie sich Arbeiten und Lernen verknüpfen lassen, wie das Arbeitsumfeld als Lerngelegenheit genutzt werden kann und welche Lernformate die arbeitsprozessorientierte Kompetenzentwicklung fördern. Kern dieses Ansatzes ist, dass die Lernprozesse dort ansetzen, wo sie für Fachkräfte und Management die größte Relevanz und Dringlichkeit besitzen: im Arbeitsprozess. Unsere Ausgangsannahme ist, dass sich das Arbeitsprozesswissen nicht einfach aus expliziten Wissensstrukturen und Arbeitsplatzbeschreibungen ableiten lässt, sondern in der konkreten Aufga-

benbearbeitung und der Lösung von (komplexen) Herausforderungen im Arbeitsalltag entsteht.

Das Verbundprojekt Professio wird in dem BMBF-Förderprogramm „Zukunft der Arbeit. Innovationen für die Arbeit von morgen“ gefördert. Der Förderschwerpunkt „Betriebliches Kompetenzmanagement im demografischen Wandel“ wird durch drei Forschungs- und Entwicklungsbereiche konkretisiert¹:

- Arbeitsprozessintegrierte Kompetenzentwicklung für die Wirtschaft der Zukunft,
- Kompetenzmanagement für längere Beschäftigungsfähigkeit,
- Konzepte betriebspezifischen Kompetenzmanagements.

Der Verbund Professio ist in dem Bereich „Arbeitsprozessintegrierte Kompetenzentwicklung für die Wirtschaft der Zukunft“ angesiedelt.

Die Verbundpartner

Im Verbund Professio waren zwei Hochschulen, ein Forschungsinstitut, zwei Unternehmen und die IG Metall als Sozialpartner vertreten. Koordiniert wurde der Verbund von der Universität Bremen, Institut Technik und Bildung.



Universität Bremen, Institut Technik und Bildung: Das Institut Technik und Bildung (ITB) ist eine 1986 gegründete zentrale wissenschaftliche Einrichtung der Universität Bremen mit derzeit rund 40 Mitarbeiter*innen. Die Forschungsarbeit des ITB widmet sich auf nationaler und internationaler Ebene der Berufsbildungsforschung unter der Leitidee der Gestaltung von Arbeit, Technik und Bildung.



Die Beuth Hochschule für Technik Berlin verfügt über das größte ingenieurwissenschaftliche Studienangebot in Berlin und Brandenburg (derzeit über 70 Studiengänge). Nach Studierendenzahlen zählt die Beuth Hochschule zu den zehn größten Hochschulen Deutschlands.



SUSTAINUM – Institut für zukunftsfähiges Wirtschaften Berlin e.V. ist ein gemeinnütziger Verein, der sich auf Bildung, Wissenschaft und Forschung im Bereich Nachhaltigkeit konzentriert. Sustainum gestaltet die damit verbundenen Innovations-, Organisations- und Kommunikationsprozesse national wie international und begleitet gesellschaftliche, politische und wirtschaftliche Akteure auf ihrem Weg zu einem an Nachhaltigkeit orientiertem Handeln. Zu seinen inhaltlichen Schwerpunkten gehören Kompetenzentwicklung und Evaluationen.



Die IG Metall ist mit 2,27 Millionen Mitgliedern die größte Einzelgewerkschaft in Deutschland und die weltweit größte organisierte Arbeitnehmervertretung. Die IG Metall hat ihren Sitz in Frankfurt am Main und vertritt die in ihr organisierten Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer der Branchen Metall/Elektro, Stahl, Textil/Bekleidung, Holz/Kunststoff und Informations- und Kommunikationstechnologie.

¹ <https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung.php?B=784>



Die HELLA Fahrzeugkomponenten GmbH (HFK) ist seit 1961 in der Hansestadt Bremen tätig. Die HFK entwickelt und fertigt elektromechanische und elektronische Komponenten für Kraftfahrzeuge. Heute sind die ca. 530 Beschäftigten des Unternehmens spezialisiert auf Sensoren (Sonnensensoren, Temperatursensoren, Regen-, Lichtsensoren, Ölniveausensoren, Mikrosysteme) und Aktuatoren (Zentralverriegelung und Klimasteller).



Die Bayer Pharmaceutical Division ist der pharmazeutische Teil der Bayer AG. Hauptstandorte für Forschung & Entwicklung sind in Deutschland Berlin und Wuppertal (weitere in USA, Japan, China). Am Standort Berlin sind ca. 4.800 Mitarbeiter*innen beschäftigt – von der Produktentwicklung bis zum Supply Chain Management, vom strategischen Marketing bis zu den verschiedenen Verwaltungsfunktionen.

Aufbau und Gliederung des Abschlussberichts

Der Erstellung des Abschlussberichts geht die enge Zusammenarbeit der einzelnen Verbundpartner voraus. Aus diesem Grund erfolgt keine Zuweisung der einzelnen Kapitel des Abschlussberichts zu den einzelnen Verbundpartnern. Dies betrifft insbesondere die Kapitel vier und fünf, die die empirische Vorgehensweise und Konzeptentwicklung vorstellen. Zu den Kapiteln im Einzelnen: In den ersten beiden Kapiteln – *Arbeiten und Lernen im Wandel* und *Kompetenzanforderungen in digitalisierten Arbeitswelten* – erfolgt zunächst die Einbettung des Forschungsprojekts in die nunmehr bereits mehrere Jahrzehnte dauernde Diskussion um die Verknüpfung von Arbeiten und Lernen vor dem Hintergrund des strukturellen Wandels der Arbeitswelt. Das Kapitel *Kompetenzanforderungen in digitalisierten Arbeitswelten* nimmt die gegenwärtige Debatte um Arbeit 4.0 zum Anlass, die damit verbundenen Kompetenzanforderungen und neuen Formen der Arbeitsorganisation zu skizzieren. Deutlich zeigt sich hier die Notwendigkeit empirischer Forschung. Die ersten beiden Kapitel greifen vornehmlich die Arbeiten der Universität Bremen (ITB) auf. Die Kapitel drei und vier – *Anwendungsfelder und methodische Umsetzung* sowie *Konzepte für arbeitsprozessorientierte Kompetenzentwicklung* – stellen zunächst die betrieblichen Anwendungsfelder für arbeitsprozessorientiertes Lernen und die Ermittlung der Kompetenzbedarfe vor. In einem zweiten Schritt werden die Ergebnisse der empirischen Analyse und die Entwicklung von Konzepten für arbeitsprozessorientiertes Lernen dargestellt. Diese Kapitel umfassen die Projektarbeit aller Verbundpartner. Hervorzuheben sind an dieser Stelle insbesondere die betrieblichen Verbundpartner Hella Fahrzeugkomponenten GmbH Bremen und die Bayer Pharmaceutical Division in Berlin. Die Unternehmen gewährten den wissenschaftlichen Partnern einen sehr guten Zugang zu den Arbeitsprozessen und ermöglichten die Beteiligung der betrieblichen Mitarbeiter*innen an der Konzeptentwicklung. Sowohl in der Analyse- als auch in der Auswertungsphase arbeiteten die Verbundpartner sehr eng zusammen und entwickelten gemeinsam die Konzepte für die Kompetenzentwicklung. Hier erfolgten aufgrund der betrieblichen Besonderheiten der Verbundpartner Schwerpunktsetzungen: Die Beuth Hochschule und Sustainum entwickelten federführend das Konzept des Agilen Lernens während die Universität Bremen (ITB) die Entwicklung der mediengestützten Arbeits- und Lernprojekte zu ihrem Schwerpunkt machte. Durch dieses arbeitsteilige Vorgehen war gewährleistet, die jeweiligen betrieblichen Gegebenheiten und damit einhergehenden Lernpotenziale zu berücksichtigen. Das fünfte und sechste Kapitel – *Arbeitsprozessorientiertes Lernen im Kontext der erweiterten modernen Beruflichkeit, Lernbegleitung*

als Gestaltungselement betrieblicher Kompetenzentwicklung – entstand unter der Federführung der IG Metall. Im Vordergrund steht hier zum einen die Anschlussfähigkeit der im Projekt gewonnenen Erkenntnisse an das im Ressort Bildungs- und Qualifizierungspolitik entstandene und im Bildungsausschuss beim Vorstand der IG Metall beratene Leitbild „erweiterte moderne Beruflichkeit“. Das Leitbild entwickelt gemeinsame Qualitätsdimensionen für berufliches Lernen in Aus- und Fortbildung sowie in Studium und wissenschaftlicher Weiterbildung. Zum anderen werden hier die empirischen Arbeiten in ihren Konsequenzen für die Anforderungen an betriebliche Lernbegleiter diskutiert.

Mit diesem Abschlussbericht hoffen wir, anwendungsorientiert Forschenden und betrieblichen Praktiker*innen Einblicke in unsere Arbeit in Professio geben und entsprechende Erfahrungswerte vermitteln zu können, die sich bei der Konzeption und Durchführung vergleichbarer Entwicklungsprojekte zur betrieblichen Kompetenzentwicklung als hilfreich erweisen mögen.

Zusammenfassung

Unabhängig von 4.0 Technologien gewinnen abstrakte Tätigkeiten und überfachliche Kompetenzen – zum Beispiel Problemlösefähigkeiten, Prozess- und Zusammenhangswissen, Eigenverantwortlichkeit sowie Organisationsfähigkeit – an Bedeutung (Arntz et al. 2016). Um den mit der Digitalisierung einhergehenden Wandel beschäftigungspolitisch und sozial verträglich zu gestalten, ist es erforderlich, zu untersuchen, wie sich das Aufgabenspektrum verändert. Dazu muss aber bekannt sein, auf welche Inhalte es ankommt. Bislang mangelt es an empirischen Befunden, wie sich Aufgaben- und Kompetenzprofile verändern. Im Zentrum des vorliegenden Berichts stehen daher zwei Beispiele arbeitsprozessorientierten Lernens aus der betrieblichen Praxis. Konkret geht es um zwei im Verbundprojekt Professio entwickelten und im betrieblichen Umfeld erprobten Lernformate und -konzepte sowie einem Konzept zur Unterstützung betrieblicher Kompetenzentwicklung durch Lernbegleiter:

- Microlearning durch mediengestützte Arbeits- und Lernaufgaben (Medi-ALP) im Fertigungsprozess,
- Agiles Lernen am Beispiel von Projektmanagement,
- Lernbegleiter.

Gemeinsam ist beiden Lernkonzepten, dass sie sich als ein prozess- und problemorientiertes Lernen an realen Arbeitsprozessen orientieren. Mit dem in Professio verfolgten Ansatz geht es um die Gestaltungsmöglichkeiten einer arbeitsprozessorientierten Kompetenzentwicklung (Abb. 1). Für die Beschäftigten bietet das Lernen im Arbeitsprozess eine Voraussetzung für die Erweiterung ihrer beruflichen Handlungsfähigkeit. Für die Betriebe bietet die lernförderliche Gestaltung der Arbeit eine zentrale Voraussetzung für die Umsetzung ihrer Optimierungsprozesse und damit letztlich ihrer Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit.

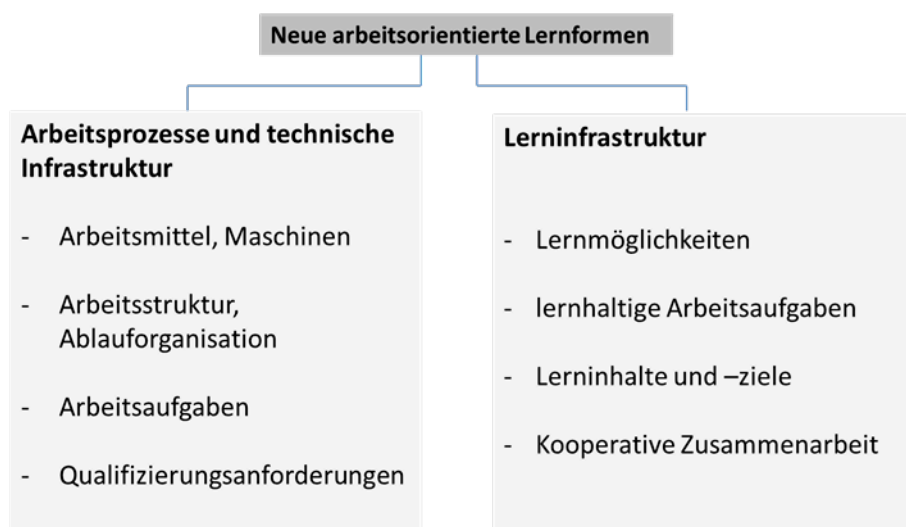


Abbildung 1: Verknüpfung von Arbeit und Lernen (eigene Darstellung in Anlehnung an Dehnbostel 2012, 179)

Damit die fortschreitende Digitalisierung nicht als lernfeindlich und als Bedrohung der Dequalifizierung, sondern als Chance wahrgenommen wird, ist die kompetente Begleitung der Beschäftigten mit ihren spezifischen Voraussetzungen und Erwartungen sowie Fragestellungen und Herausforderungen notwendig. Die Lernbegleitung unterstützt den

Lernenden dabei, reale Arbeitsaufgaben zu bewältigen und dabei die dafür notwendigen Kompetenzen zu erwerben. Angesprochen ist damit ein neues Verständnis von Weiterbildung, das sich stärker an den individuellen Bedarfen und Fragen der Beschäftigten – und zwar nicht nur in berufsfachlicher Hinsicht, sondern auch hinsichtlich der Lernpraktiken – orientiert und diese konkret bei der Bewältigung von beruflichen Herausforderungen unterstützt. Für die betriebliche Kompetenzentwicklung resultieren daraus mindestens zwei Herausforderungen: Erstens kann sich die Diskussion um Beruflichkeit im Kontext des strukturellen Wandels der Arbeitswelt nicht darauf reduzieren, Qualifikationsanforderungen an den gerade vorfindbaren oder prognostizierten technologischen Entwicklungen auszurichten. Notwendig ist Reflexivität und die Kompetenz, sich selbst und seine Arbeitsumgebung in kritischer Distanz reflektieren zu können. Kompetenzentwicklung auf eine Anpassungsqualifizierung – „just-in-time“ Qualifizierung – und damit auf funktionale Kriterien zu beschränken, vernachlässigt den Subjektbezug. Kompetenzentwicklung bedeutet immer auch die Persönlichkeitsentwicklung, die Kompetenz, im jeweiligen Arbeitsprozess selbstbewusst und gestaltend zu handeln. Die zweite Herausforderung bezieht sich auf die Frage der Kompetenzentwicklung in Arbeitsumgebungen, die durch die Digitalisierung an Lernhaltigkeit einbüßen. Notwendig wird hier neben der engen Verzahnung von betrieblicher Organisationsentwicklung und Kompetenzentwicklung – insbesondere die enge Zusammenarbeit von verantwortlichem Engineering, Personal- und Organisationsentwicklung – die Formulierung von lernförderlichen Kriterien in digitalisierten Arbeitswelten.

1 Einleitung: Arbeit und Lernen im Wandel²

Der Wandel der Arbeitswelt ist eine verlässliche Konstante, allerdings wird mit dem gegenwärtigen Wandel bereits ein „revolutionärer Umbruch“ verbunden. Bislang verbleiben die „revolutionären“ Umbrüche durch „Industrie 4.0“ und „Arbeit 4.0“ jedoch vielfach eher auf der semantischen Ebene. Sabine Pfeiffer entzaubert in ihrer Diskursanalyse die vielzitierten revolutionären Umbrüche durch Industrie 4.0 und betont, dass es „die“ Industrie 4.0 nicht gibt (Pfeiffer 2015). Weniger die technischen Potenzialitäten, sondern Fragen der Wirtschaftlichkeit, der Produktkomplexität, der Wertschöpfungskette und bereits vorhandene Produktionstechnologien leiten als zentrale Faktoren die betrieblichen Umsetzungsmöglichkeiten neuer Technologien. Die inflationäre Verbreitung des Begriffs Industrie 4.0 korrespondiert also keineswegs mit einem entsprechenden technologischen Status Quo. Im Gegenteil: Es handelt sich vielmehr um ein „professionelles Agenda-Building“ (Pfeiffer 2015, 20). Maßgeblichen Einfluss auf die Begriffskarriere hatte das Weltwirtschaftsforum (WEF, World Economic Forum), das auf ihrem Treffen im Januar 2011 eine Task Force zu den Themen „Future of Manufacturing“ und „Global Agenda Council on Advanced Manufacturing“ gründete. Derartige Gremien fungieren vornehmlich als Mittler zwischen politischen und wirtschaftlichen Entscheidungsträgern und unterstützen die medienwirksame Präsenz der Industrie 4.0 Debatte (Pfeiffer 2015). Die Arbeitssoziologin Sabine Pfeiffer zieht in ihrer diskursanalytischen Rückschau das ernüchternde Fazit, dass „nicht primär technische Machbarkeiten Industrie 4.0 in Gang gebracht, sondern die von Eliten der Wirtschaft als relevant herausgestellten ökonomischen Notwendigkeiten“ (ebd.: 23). In Deutschland stieß die Debatte um Industrie 4.0 insbesondere seitens des Maschinen- und Anlagenbaus auf fruchtbaren Boden, galt und gilt es doch, Deutschland als Leitmarkt für innovative Lösungen im Bereich Industrie 4.0 ins Gespräch zu bringen. Eine Studie des Branchenverbands BITKOM errechnet ein durch Industrie 4.0 generiertes Wirtschaftswachstum für Deutschland in Höhe von 78 Milliarden Euro bis 2025 (Baethge et al. 2003), wobei für bestimmte Branchen wie dem Maschinen- und Anlagenbau und Transport- und Logistikwesen besonders hohe Zuwachsraten erwartet werden.

Das Thema „Industrie 4.0“ wurde in Deutschland nur wenige Monate nach dem Treffen des Weltwirtschaftsforums erstmals auf der Hannover Messe im Frühjahr 2011 von der Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft der Bundesregierung als Zukunftsprojekt vorgestellt. Im selben Jahr gründete das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) den Arbeitskreis Industrie 4.0. Unter dem Titel „Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0“ stellte der Arbeitskreis seine Ergebnisse auf der Hannover Messe 2013 vor. Eine erste Form der Konsolidierung der verschiedenen Akteure war die Gründung der Plattform Industrie 4.0. Zentrale Akteure waren zu Beginn die Verbände BITKOM, VDMA und der Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. (ZVEI) (www.plattform-i40.de). Mit Beginn des Jahres 2015 erfolgte eine Umgestaltung der Plattform zugunsten einer stärkeren Einbeziehung von Gewerkschaften (IG Metall) und Akteuren der Wissenschaft (Fraunhofer Gesellschaft). Die Erweiterung der Plattform signalisiert, dass das Thema Industrie 4.0 und Arbeit 4.0

² Die in der Einleitung vorgestellten Überlegungen sind ausführlich dargestellt in Ahrens/Gessler (2018).

als gesellschaftliches Phänomen zu begreifen ist und von der semantischen Ebene heraus strukturelle Wirksamkeiten entfaltet – zu nennen sind hier beispielsweise neben der zunehmenden Anzahl von Plattformen und Landesportalen in den einzelnen Bundesländern, die Initiierung neuer Forschungsschwerpunkte und Sonderprogramme, die sich u.a. auch unter dem Stichwort „Berufsbildung 4.0“ auf ordnungspolitischer Ebene der Überprüfung vorhandener Berufsbilder widmen – und die Digitalisierung in ihren Gestaltungspotenzialen für die „Zukunft der Arbeitswelt“ in den Blick rückt.

Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales veröffentlichte im April 2015 sein Grünbuch „Arbeiten 4.0“ für eine Diskussion der wesentlichen Entwicklungen und Handlungsfelder in der Arbeitsgesellschaft von morgen. Die gesellschaftspolitische Öffnung des anfangs vornehmlich wirtschafts- und innovationspolitisch geprägten Diskurses offenbart, dass jenseits der Fragen nach den Potenzialitäten cyberphysischer Systeme Fragestellungen hinsichtlich sich wandelnder Arbeitsformen, -inhalte und Organisation von Arbeit an Stellenwert gewinnen. Bereits in ihrem Abschlussbericht „Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0“ spricht der Arbeitskreis Industrie 4.0 von „neuen sozialen Infrastrukturen der Arbeit“ (Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft 2003), die mit umfassenden Qualifizierungs- und Weiterbildungsmaßnahmen sowie der Gestaltung neuer Organisationsmodelle von Arbeit einhergehen. Auffällig ist, dass im Vergleich zur Debatte um Computer Integrated Manufacturing (CIM) in der Diskussion um Industrie 4.0 Fragen der Aus- und Weiterbildung und der Arbeitsgestaltung explizit gemacht werden (Acatech 2013). In ihren Umsetzungsempfehlungen für das „Zukunftsprojekt Industrie 4.0“ prognostizieren die Autoren von Acatech, dass den Beschäftigten ein sehr hohes Maß an selbstgesteuertem Handeln, kommunikativen Kompetenzen und Fähigkeiten zur Selbstorganisation abverlangt sowie die subjektiven Fähigkeiten und Potenziale der Beschäftigten noch stärker gefordert werden. Ob sich die damit verbundene Hoffnung auf „qualitative Anreicherung, interessante Arbeitszusammenhänge, zunehmende Eigenverantwortung und Selbstentfaltung“ (Promotorengruppe 2013, 57) einstellt, ist bislang jedoch noch völlig ungewiss. Insgesamt ergibt sich ein uneinheitliches Bild über zukünftige Arbeitswelten. „Idealisierende Zukunftsvisionen von Industriearbeit stehen eher pessimistischen Trendaussagen gegenüber“ (Ittermann et al. 2015, 35).

Dass der Diskurs um Arbeit 4.0 nicht ohne Wirkungen auf die Kompetenzentwicklung und das Verhältnis von Arbeit und Lernen bleibt, ist unstrittig, doch von welcher Art und Intensität diese Wirkungen sind, ist eine offene Frage. Im Anschluss an Hartmann (2015) lassen sich drei Etappen des Verhältnisses von Arbeit und Lernen nachzuzeichnen. Dabei wird deutlich, dass die Frage nach einer lernförderlichen Arbeitsgestaltung keineswegs neu ist, aber durch sich verändernde Legitimationsrahmen neue Antworten und Ansprüche formuliert werden. Hartmann (2015) unterscheidet in seinem Rückblick auf die Forschung und Praxis der Arbeitsgestaltung in Deutschland der letzten 50 Jahre drei Phasen hinsichtlich des Verhältnisses von Arbeit und Lernen: Die Phase zwischen 1974 und 1989, die insbesondere durch das Forschungsprogramm „Humanisierung des Arbeitslebens“ gekennzeichnet ist während die zweite Phase sich auf den Zeitraum zwischen 1990 und Anfang des 21. Jahrhunderts erstreckt und durch das Forschungsprogramm „Lernkultur Kompetenzentwicklung und Innovative Arbeitsgestaltung“ geprägt ist. Im Gegensatz zu Hartmanns

Diagnose, die dritte gegenwärtige Phase als „innovationspolitische Phase“ zu interpretieren, wird das Verhältnis von Arbeit und Lernen unter dem Stichwort der Digitalisierung betrachtet, denn im Zuge der Digitalisierung erleben wir nicht nur einen strukturellen Wandel der Arbeit, sondern auch neue Möglichkeiten des Lernens. Dabei zeigt sich, dass Kompetenzentwicklung und Lernformate eng mit dem gesellschaftlichen Wandel verknüpft sind, dass die gegenwärtige Renaissance der Diskussion um Arbeit und Lernen keineswegs „alter Wein in neuen Schläuchen“ ist, sondern ein Bearbeitungsmodus struktureller Veränderungen. Ein Rückblick auf bisherige zentrale Forschungsprogramme zur Kompetenzentwicklung, ermöglicht eine genauere Einschätzung der Herausforderungen, vor denen Beschäftigte ebenso wie Unternehmen heute stehen, wenn es um die Anforderungen der zukünftigen Arbeitswelt geht. Ausgehend davon, dass sich betriebliche Kompetenzentwicklung im Wechselspiel zwischen betrieblicher, sozialer und technischer Ebene vollzieht, lässt sich anhand der unterschiedlichen Legitimationsrahmen verdeutlichen, welche Wirksamkeiten Kompetenzentwicklung entfaltet, je nachdem, wie die drei Ebenen aufgrund des jeweiligen Legitimationskontexts in Relation zueinander gebracht werden. Im Zuge fortschreitender Digitalisierung wird zudem die Frage virulent, ob und wie Kompetenzentwicklung erfolgen kann, wenn die Arbeitsumgebung aufgrund von Automatisierung alles andere als kompetenzaktivierend und lernförderlich ist bzw. unser „positives Vorurteil gegenüber arbeitsnahen Lernformen“ (Gonon 2005, 134) enttäuscht wird.

1.1 Etappen der Diskussion um Arbeit und Lernen

Humanisierung

Vor rund 40 Jahren wurde 1974 durch das sozialliberale Regierungsprogramm das Forschungsprogramm „Humanisierung des Arbeitslebens“ (HdA-Programm, 1974 – 1989) gestartet. Dies war das erste nationale Forschungs- und Entwicklungsprogramm für Arbeitsgestaltung und verstand sich als Reaktion auf die Ernüchterung, dass der technologische Fortschritt nicht automatisch zu einer Verbesserung der Arbeitsbedingungen führt. Fragen der Partizipation und der menschengerechten Gestaltung von Arbeitsplätzen bildeten wesentliche Schwerpunkt des Programms, dass als „arbeitspolitische Wende“ markiert wird (Sauer 2011, 18). Auf gesellschaftlicher Ebene diskutierte Themen der Mitbestimmung und Demokratisierung wurden in die Arbeitswelt getragen. Während tayloristische Arbeitsorganisation stark durch die Trennung von Kopf- und Handarbeit geprägt waren, zielten die Ansätze des HdA-Programms auf eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen durch eine Aufwertung der Anerkennung von Arbeitsleistung, Beteiligung und Selbstentfaltung in der Arbeit. Wesentlich für die betriebliche Kompetenzentwicklung war zu dieser Zeit zum einen die Abkehr von technikdeterministischen Ansätzen, zum anderen der damit einhergehende Anspruch auf die Gestaltung des Zusammenspiels von Mensch, Technik und Organisation. Die Frage der Arbeitsgestaltung wurde unter der Sonde des bereits in den 1950er Jahren am Tavistock-Institut entwickelten Konzepts des soziotechnischen Systems diskutiert. Im Mittelpunkt dieses Ansatzes steht erstens die Annahme, dass die Organisation als soziales Gefüge und das technische System immer nur in ihren wechselseitigen Bezügen zu gestalten sind. Zweitens wird die Arbeitsaufgabe als zentraler Mittler zwischen Technik und Organisation verstanden. Anstelle vermeintlicher

technischer Sachzwänge steht die soziotechnische Systemgestaltung im Vordergrund. Das Konzept geht davon aus, dass Mensch, Technik und Organisation in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit und ihrem Zusammenwirken zu reflektieren sind und die Art und Weise der Gestaltung der Arbeitsaufgabe für die Kompetenzentwicklung zentral ist. Das Interesse richtet sich damit auf die lern- und kompetenzförderliche Arbeitsgestaltung und die Formulierung von Kriterien zur Beschreibung des Lernens und der Lernmöglichkeiten in der Arbeit. Im Kontext des HdA-Programms gewann das Kriterium der vollständigen Handlung an Stellenwert. Angesprochen sind damit Handlungen, die im Sinne der Projektorientierung, einzelne Arbeitsaufgaben – Vorbereitung, Planung, Umsetzung, Kontrolle, Bewertung, Reflexion – möglichst „vollständig“ umfassen.

So unbestritten die praktische Relevanz dieses Konzepts für die betriebliche Kompetenzentwicklung ist, stellt Hartmann ernüchternd fest, dass die Idee der soziotechnischen Gestaltung sich bis heute noch nicht nachhaltig durchsetzen konnte (Hartmann 2015). Gleichwohl hat sie nicht an Bedeutung eingebüßt, wenn es um die Frage der Gestaltung zukünftiger Arbeitswelten geht. Auch in der gegenwärtigen Debatte um Arbeit 4.0 wird auf die Idee des soziotechnischen Gestaltungsansatzes Bezug genommen:

„Über die Qualität der Arbeit entscheiden nicht die Technik oder technische Sachzwänge, sondern Wissenschaftler und Manager, welche die Smart Factory modellieren und umsetzen. Gefragt ist in diesem Zusammenhang eine sozio-technische Gestaltungsperspektive, in der Arbeitsorganisation, Weiterbildungsaktivitäten sowie Technik- und Software-Architekturen in enger wechselseitiger Abstimmung, aus einem Guss mit dem Fokus darauf entwickelt werden, intelligente, kooperative, selbstorganisierte Interaktionen zwischen den Beschäftigten und/oder den technischen Operationssystemen entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu ermöglichen“ (Kagermann/Wahlster 2013, 57).

Im Rückblick lassen sich zwei zentrale Aspekte des HdA-Programms für die betriebliche Kompetenzentwicklung festhalten: das soziotechnische Gestaltungskriterium und das Kriterium der vollständigen Handlung. Aufgrund des sozialpolitischen Legitimationsrahmens blieb das HdA-Programm aufgrund seiner normativen Ausrichtung jedoch vielfach in seinen Bezügen zu den jeweiligen Unternehmensstrategien und betrieblichen Organisationskonzepten unklar. Gleichwohl zeigt sich, dass die normative Forderung nach „humaner“ Arbeit gegenwärtig in der Diskussion um „gute Arbeit“ wieder aufgegriffen wird, allerdings mit einer Schwerpunktverlagerung zugunsten der fortschreitenden Subjektivierung von Arbeit. Nicht mehr die Forderung „Hauptsache Arbeit“ prägt gegenwärtige arbeitspolitische Diskussionen, sondern die Frage nach der „Qualität von Arbeit“. Im Gegensatz zu den Initiativen zur Verbesserung gesundheitsgefährdender und körperlich belastender Arbeitsbedingungen, der Verringerung von Umgebungsbelastungen sowie der Vermeidung der negativen Auswirkungen restriktiver monotoner Arbeit der 1970er und 1980er Jahre betont der Begriff „Gute Arbeit“ das Individuum und dessen Stellenwert in der Arbeitswelt. Leitend ist die Frage nach dem „wie“ und den Kriterien für Arbeitsqualität. Die Frage nach dem „wie“ der Arbeit lässt sich als Weiterführung des sozialpolitischen Humanisierungsprogramms im Kontext der demografischen Entwicklung und der Digitalisierung verstehen.

Kompetenzorientierung

Während in den 1970er und 1980er Jahren der Legitimationskontext betrieblicher Weiterbildung vornehmlich auf den Arbeitsbedingungen respektive der Arbeitsgestaltung lag, richtete sich Anfang der 1990er Jahre der Blick auf das Subjekt und auf neue Lernformate jenseits institutioneller Strukturen. Prägend hierfür war die so genannte „kompetenzorientierte Wende“ (Arnold/Steinbach 1998) in den 1990er Jahren. Gegenüber dem Qualifikationsbegriff betont der Kompetenzansatz die Fähigkeit und Verantwortung des Lernenden und rückt das Subjekt in seiner Ganzheitlichkeit in den Blick. Der Kompetenzbegriff orientiert sich an den tatsächlichen Anforderungen in der Praxis und der Frage der individuellen Handlungsdispositionen. Mit dem Perspektivenwechsel auf die konkrete Handlungsrelevanz und Praxistauglichkeit des erlernten Wissens rückt das handelnde Subjekt und dessen (Lern-)Umgebung in den Fokus der Kompetenzentwicklung. Fragen der Wirksamkeiten der Kompetenzentwicklung richteten sich in dieser Phase in erster Linie auf individuelle Lernprozesse und die Gestaltung von Lernprozessen. Die veränderten Ansprüche und Erwartungen betrieblicher Kompetenzentwicklung seit Mitte der 1990er Jahre drücken sich darin aus, dass sie sich nicht nur auf die Notwendigkeit – anstelle der (institutionellen) Schaffung von Möglichkeiten – individuellen Lernens verweisen („lebenslanges Lernen“), sondern auch auf die Bedeutung des beiläufigen, informellen Lernens. Lag in den 1970er Jahren der Fokus betrieblicher Weiterbildung auf der Arbeitsgestaltung unter sozialpolitischen Vorgaben, verlagerte sich in den 1990er Jahren der Schwerpunkt auf das Subjekt und das Lernen im Prozess der Arbeit.

1991 startete dazu eine Modellversuchsreihe (1991-1996) zum Thema „Dezentrales Lernen“ (Dehnbostel 1993), um neue Formen arbeitsplatzbezogenen Lernens, neue Lernortkombinationen und neue didaktisch-methodische Ansätze zu entwickeln und zu erproben – insbesondere neue didaktische Konzepte zu Lernstationen und Lerninseln. Als Gegenentwurf zur beruflichen Bildung in zentralen institutionalisierten Bildungsstätten konzentrierten sich die Modellversuche auf die vier Schwerpunkte: Organisationsformen arbeitsplatzbezogenen Lernens und neue Lernortkombinationen; Funktion, Kooperation und Qualifizierung des Bildungspersonals im Hinblick auf das Lernen am Arbeitsplatz; Qualität des Lernorts Arbeitsplatz, Lernergiebigkeit und Gütekriterien sowie didaktisch-methodische Ansätze im Hinblick auf das Lernen am Arbeitsplatz (Dehnbostel 1993). Dabei stand anfangs die Ausbildung im Vordergrund, in der zweiten Phase die berufliche Weiterbildung. Der Anspruch dezentralen Lernens bezog sich nicht nur auf die räumliche Dimension der Lernorte, sondern auch auf die Rolle und den Stellenwert des Subjekts. Stärkung der Selbstorganisation ebenso wie die Berücksichtigung individueller Lernbiografien waren und sind bis heute zentrale Stichworte bei der Umsetzung beruflicher Weiterbildung.

Bereits Ende der 1990er Jahre wurde von „neuen Lernformen“, einer „neuen Lernkultur“ gesprochen (Kraft 2000). Wegweisend dafür waren die in den 1990er Jahren gestarteten Förderprogramme der Arbeitsgemeinschaft betrieblicher Weiterbildungsforschung (ABWF). In Abgrenzung zur institutionalisierten Weiterbildung lag der Schwerpunkt auf dem „Lernen im Prozess der Arbeit“. In diesem Kontext initiierte das Bundesministerium für Bildung und Forschung von 2001 bis 2007 das Forschungs- und Entwicklungsprogramm „Lernkultur Kompetenzentwicklung“ mit den Schwerpunkten auf das „Lernen in Weiterbildungseinrichtungen (LiWE)“, „Lernen im Prozess der Arbeit“ (LiPA) und „Lernen im sozialen Umfeld“ (LisU). Die Durchfüh-

rung dieser komplexen Programmarchitektur erfolgte durch die Arbeitsgemeinschaft Betriebliche Weiterbildungsforschung e.V. (ABWF)/Projekt Qualifikations-Entwicklungs-Management (QUEM). Als eine Reaktion auf die Transferproblematik formaler Weiterbildungsformate und den Paradigmenwechsel von der Weiterbildung zur Kompetenzentwicklung waren die zentralen Bezugshorizonte des Forschungsprogramms die Hinwendung zum informellen tätigkeitsintegrierten Lernen und das bildungspolitische Postulat des lebenslangen Lernens. Den Hintergrundkontext bildeten weniger gesellschaftspolitische, sondern bildungspolitische Forderungen. Auf programmatischer Ebene ging es den Hauptakteuren dieses Forschungsprogramms „um neue Werte, neue Verhaltensweisen und um neuen Erfahrungsaufbau“ (Erpenbeck/Sauer 2000, 292), wobei der Fokus nicht ausschließlich auf der Arbeit, sondern auch auf den Tätigkeiten (Lernen im sozialen Umfeld) lag. Zentrale Stichworte der bildungspolitischen Leitlinien waren Kompetenz, Selbstorganisation, Ausdifferenzierung und Individualisierung des Lernens, die durchaus auch in Abkehr zur beruflichen Qualifikations- und Arbeitsmarktorientierung bisheriger institutionalisierter Weiterbildungspraxis verstanden wurden. Perspektivisch ging es in diesem Zeitraum um einen „neuen Typus von Weiterbildung“ (Baethge et al. 2003), der sich von einem Lernen auf Vorrat verabschiedet zugunsten der Generierung von Lerninhalten und -anreizen aus den jeweiligen Arbeitsprozessen heraus. Der neue Weiterbildungstypus war eine Reaktion auf die zunehmende Kritik an der Praxisferne institutionalisierter anforderungsorientierter Weiterbildung und dem strukturellen Wandel in den Unternehmen zugunsten einer Prozessorientierung. Lagen die Voraussetzungen für die Wirksamkeit einer formalisierten beruflichen Weiterbildungspraxis nicht zuletzt in der Prognostizierbarkeit der beruflichen Anforderungen, erschweren die zunehmende Wissensbasierung der Arbeit sowie neue Produktionskonzepte diese Prognosen insbesondere auf der berufsfachlichen Ebene. Die Konturen einer posttayloristischen Arbeitsorganisation gingen einher mit der Frage, inwieweit es zu einer Erosion beruflich organisierter Arbeit zugunsten von Kompetenzprofilen kommt. Angesprochen waren und sind bis heute fachübergreifende Kompetenzen der Problemlösung, Flexibilität, Selbständigkeit, Selbstorganisationsfähigkeit und Koordinierungs- sowie Kommunikationsfähigkeit.

Die Wirksamkeiten betrieblicher Kompetenzentwicklung richteten sich vornehmlich auf die Entwicklung von Methoden zur Kompetenzentwicklung, -bilanzierung und -erfassung sowie die Aufwertung und Erschließung des informellen Lernens. Mit der Konzentration auf die Forschung und Entwicklung von Instrumenten zur Kompetenzentwicklung und -messung fristete jedoch die konkrete betriebliche Anwendungsseite, die tatsächliche betriebliche Gestaltung und Umsetzung lernförderlicher kompetenzorientierter Arbeit ein Schattendasein. Unternehmen waren vornehmlich über ihre Personal- und Weiterbildungsabteilungen involviert, während die Shopfloor-Ebene weitestgehend unberücksichtigt blieb und nur wenige empirische Befunde zum Zusammenhang prozessorientierter Arbeitsorganisation und Kompetenzentwicklung vorliegen. Johannes Sauer, ehemaliger Leiter des Referats „Berufliche Kompetenzentwicklung“ im Bundesministerium für Bildung und Forschung formuliert 2014 im Rückblick auf rund 20 Jahre Forschung zum Thema berufliche Weiterbildung nüchtern: „Entscheidendes Themenfeld in den Betrieben ist das Lernen im Prozess der Arbeit. Die Lernförderlichkeit von Arbeit ist die entscheidende Gestaltungsaufgabe.“

Hierauf sind Betriebe und Personalentwicklungsabteilungen jedoch nur wenig vorbereitet“ (Sauer 2014, 5).

Die Umsetzung lernförderlicher Arbeitsgestaltung gewinnt durch die Digitalisierung der Arbeitswelt an Aktualität. Während bis Ende der 1990er Jahre organisations- und subjektbezogene Ansätze dominierten und sich kritisch mit technikdeterministischen Betrachtungsweisen auseinandersetzten, sind Fragen des Umgangs mit den Ambivalenzen der Subjektorientierung – Lernen als Chance, Überforderung oder Zumutung – ebenso fester Bestandteil der Diskussion wie die Ambivalenzen digitalisierter Arbeitswelten.

Digitalisierung

Ergebnisse sowie Forschungsdesiderate des Programms „Lernkultur Kompetenzentwicklung“ flossen in das 2006 gestartete Programm „Arbeiten – Lernen – Kompetenzen entwickeln. Innovationsfähigkeit in einer modernen Arbeitswelt“ ein. Nachdem der Bund das Jahr 2014 zum Wissenschaftsjahr „Die digitale Gesellschaft“ erklärte, wurde das 2006 gestartete Programm 2014 vom Förderprogramm „Zukunft der Arbeit. Innovationen für die Arbeit von morgen“ (BMBF 2016) abgelöst. In dem Programm wird die Forschung aufgefordert, Arbeiten und Lernen ganzheitlich zu betrachten und „intensiv miteinander zu verzahnen“ (BMBF 2007, 2). Auf forschungspolitischer Ebene werden fünf Themenfelder benannt, die empirische und theoretische Erkenntnisse erfordern:

- Hemmnisse im Innovationsprozess und Möglichkeiten, diese Hemmnisse zu überwinden;
- Kompetenzen und Instrumente, die notwendig sind, um Innovationshemmnisse transparent zu machen und solche, um die Widersprüche im Innovationsprozess auszubalancieren;
- Wechselwirkungen zwischen den vier Aspekten „Organisation“, „Technik“, „Gesundheit“ und „Kompetenzentwicklung“ eines ganzheitlichen, auf die Arbeitswelt bezogenen Innovationsansatzes;
- Formen des Technikeinsatzes, die die Innovationsfähigkeit von individuellen Akteuren und Unternehmen gezielt erhöhen und
- Veränderungen in der Arbeitswelt, die notwendig sind, um Chancengleichheit zu gewährleisten.

Inhaltlich knüpfen die Themenfelder an die Ziele der Hightech-Strategie des Bundes an und sollen durch folgende fünf Forschungsschwerpunkte erreicht werden:

- Balance von Flexibilität und Stabilität in einer sich wandelnden Arbeitswelt
- Innovationsfähigkeit im demografischen Wandel
- Betriebliches Kompetenzmanagement im demografischen Wandel
- Neue Ansätze von Prävention
- Arbeitsgestaltungsansätze innerhalb des Zukunftsprojekts „Industrie 4.0“

Der dritte Schwerpunkt „Betriebliches Kompetenzmanagement im demografischen Wandel“, in dem auch das Verbundprojekt Professio verortet ist, wird durch drei Forschungs- und Entwicklungsbereiche konkretisiert³:

- Arbeitsprozessintegrierte Kompetenzentwicklung für die Wirtschaft der Zukunft
- Kompetenzmanagement für längere Beschäftigungsfähigkeit
- Konzepte betriebsspezifischen Kompetenzmanagements.

Gegenüber den vorangegangenen Legitimationsrahmen betrieblicher Kompetenzentwicklung unterscheidet sich diese Phase in zweierlei Hinsicht: Erstens wird für die Kompetenzentwicklung ein integrativer Ansatz favorisiert, der gleichermaßen die Ebenen Mensch, Technik, Organisation adressiert. Zum einen geht es um die partizipative Gestaltung von Arbeitsprozessen, zum anderen um eine Form der Einbeziehung von Technik jenseits des Zweck-Mittel-Schemas. Betriebswirtschaftliche Rationalisierungskalküle versprechen sich zwar viel von den Möglichkeiten der Digitalisierung, unterschätzen aber die strukturbildenden Wechselbeziehungen zwischen Technik, Organisationsformen und Arbeitsprozessen. Leitend ist in dieser Phase die Frage, wie sich unter digitalisierten Arbeitsumgebungen und damit einhergehenden neuen Formen der Arbeitsorganisation und der Steuerungspraktiken, die Arbeitsprozesse verändern und welche Kompetenzen notwendig sind, damit die Beschäftigten bei zunehmender Automatisierung zu kreativen Problemlösungen befähigt werden. Um dies zu erreichen, wird ein Technikverständnis notwendig, das den Dualismus zwischen Technik und Sozialem überwindet. Arbeitsprozesse lassen sich immer weniger in soziale Prozesse einerseits und technische Operationen andererseits sauber trennen. Wir haben es stattdessen mit soziotechnischen bzw. hybriden Konstellationen zu tun, „die von menschlichen Akteuren und (teil-)autonomen Maschinen bevölkert sind, die nebeneinander, miteinander, teils aber auch gegeneinander agieren“ (Weyer 2007, 35). Kompetenzentwicklung lässt sich nicht allein über das Individuum bestimmen (Erpenbeck 2015). Aufgrund des Wechselverhältnisses zwischen Struktur und Handlung ist es bei der Frage der Kompetenzentwicklung unerlässlich, auch die organisatorischen, betrieblichen Bedingungen zu berücksichtigen (Kagermann/Wahlster 2013).

Lohnenswert scheint daher ein Ansatz, der nicht einzelne Handlungsaktivitäten, sondern die Komplexität des Arbeitsprozesses in den Vordergrund rückt. Es geht um die Verflechtungen technischer und sozialer Prozesse. Auf diese Weise lässt sich untersuchen, wie Digitalisierung sich in die soziale Kommunikation einmischt und wie soziale Kommunikationsprozesse Anforderungen an die Gestaltung von Technik formulieren. Mit Blick auf den Partizipationsgedanken heißt dies, digitale Medien so in den Arbeitsprozess zu integrieren, dass sie nicht länger als Gegenspieler des handlungsrelevanten Wissens der Beschäftigten fungieren, sondern als integraler Bestandteil des Arbeitsprozesses. Anvisiert ist damit die Einbettung von Digitalisierung als „Mitspieler“ im Arbeitsprozess und auch in der Kompetenzentwicklung.

Auf der Organisationsebene sind durch betriebliche Reorganisationskonzepte und Lean Management-Methoden – Abbau von Hierarchiestufen, zunehmende Gestaltungs- und Entscheidungsansprüche auf der mittleren Qualifizierungsebene (Projekt-

³ <https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung.php?B=784>

und Gruppenarbeit) – nicht nur nahezu alle Prozesse auf Kundenbedürfnisse, Qualität und Effizienz ausgerichtet, vielmehr rücken die Beschäftigten als Bestandteil sowie treibende Kraft des fortwährenden Entwicklungs- und Verbesserungsprozesses in den Vordergrund. Beispielhaft zu nennen sind hier Instrumente „Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)“ oder „Kaizen“ als Aufforderung an die Belegschaften, unternehmerische Zielsetzungen mit ihren Arbeitstätigkeiten stärker miteinander zu verbinden.

Zweitens erfolgt ein expliziter Bezug zu den Konsequenzen der demografischen Entwicklung (Gessler/Stübe 2008). Je nach Zuwanderungsszenario gehen die Bevölkerungsvorausrechnungen davon aus, dass das Erwerbspersonenpotenzial zwischen 2008 und 2060 um 28% bis 34% schrumpfen wird (BMAS 2013). Die quantitativen Konsequenzen der demografischen Entwicklung sind das eine, wesentlich für die Arbeitswelt sind die qualitativen Veränderungen in der Erwerbstätigenstruktur. Betriebliche Kompetenzentwicklung ist aufgefordert, ihre Methoden und Instrumente der betrieblichen Alters- und Altersstruktur anzupassen. Angesprochen sind hier die Qualifizierungsrisiken für ältere Beschäftigte im Zuge der technologischen Entwicklung und neuen Organisationskonzepten. Eine weitere Herausforderung liegt in dem so genannten „disuse-Effekt“ (Frerichs 2014, 5), der dann eintritt, wenn durch jahrzehntelange Konzentration der Arbeitstätigkeiten auf bestimmte Verfahren und Vorgänge das ursprünglich vorhandene Qualifikationsvermögen eingeengt und letztlich beeinträchtigt wird. Neben diesen Fragen nach altersspezifischen Anpassungsqualifizierungen sind mit dem demografischen Wandel Fragen nach dem Verhältnis zwischen Arbeitskontext und Alterungsprozessen, dem Einfluss von Altersstereotypen auf Lernprozesse und Weiterbildungsmotivation aktuell, die bislang in der Debatte um betriebliche Kompetenzentwicklung vernachlässigt wurden. Wirksamkeiten der Kompetenzentwicklung nach alters- und altersspezifischen Kriterien jenseits pauschaler Defizithypothesen – Leistungsminderung bei älteren Beschäftigten – zu unterscheiden, war in den vorangegangenen Phasen kein explizites Forschungsfeld.

Mit der berechtigten Kritik an technisdeterministischen Ansätzen dominierten bis Ende der 1990er Jahre organisations- und subjektbezogene Ansätze. Technisierung wurde in erster Linie hinsichtlich ihrer betrieblichen Konsequenzen thematisiert und Informatisierung aus historischer Perspektive bereits vor dem Aufkommen von Computern als ein „Prozess der Rationalisierung von Arbeit“ (Kleemann/Matuschek 2008, 44) verstanden. Darüber, wie sich aktuell Arbeit und Technisierung wechselseitig „in Form bringen“ und welche Konsequenzen dies für die betriebliche Kompetenzentwicklung hat, liegen bislang kaum empirische Ergebnisse vor. Mit dem Fokus auf die betriebliche Praxis rücken neben der Shopfloorebene die betrieblichen Strukturen und Regelmechanismen in den Vordergrund. Ob beispielsweise gestalterische und planerische Aufgaben mit Möglichkeiten, in Prozessabläufe einzugreifen, der mittleren Beschäftigungsebenen vorbehalten bleibt oder aber angesichts der Systemkomplexität auf Ingenieursebene erfolgt, ist davon abhängig, inwieweit die Implementierung vernetzter Technologien als ein sozialer und arbeitsorganisatorischer Gestaltungsprozess verstanden wird, der auf die Expertise der Facharbeiter angewiesen ist (Ahrens 2016).

Je nachdem wie Arbeiten und Lernen in Szene gesetzt werden, ergeben sich spezifische blinde Flecke der Kompetenzentwicklung. Folgende Tabelle stellt die jeweiligen Leitmotive der drei Etappen gegenüber. Dabei zeigt sich, dass die Technik in Form

der Digitalisierung als ein wesentlicher Katalysator für die Stärkung des integrativen Ansatzes fungiert.

	Humanisierung	Kompetenzorientierung	Digitalisierung
Zeit	1970 – 1990	1990 – 2000	mit Beginn des 21. Jahrhunderts
Leitmotiv	Sozialverträgliche Arbeitsgestaltung	Pädagogisierung des Lernorts Betrieb	integrativer Ansatz: Zusammenspiel von Technik, Organisation, Mensch
Technik	Gestaltung	Aneignung	Akteur
Organisation	Entwicklung neuer Rationalisierungsleitbilder jenseits fordistischer Arbeitsorganisation	Prozessorientierung, Lean Management	Vernetzung, neue Wertschöpfungsprozesse
Mensch	Emanzipation	Subjektivierung	Diversität
Leitmotive der Diskussion um Arbeit und Lernen			

Während in den 1970er und 1980er Jahren sozialpolitische Fragestellungen in die Arbeitswelt getragen wurden und in den 1990er Jahren bildungspolitische Vorzeichen den Schwerpunkt auf die Entwicklung von Ansätzen und Instrumenten zur Kompetenzentwicklung legten, erleben wir derzeit eine Phase, die den Fokus auf die betriebliche Einbettung und Gestaltung von Kompetenzentwicklung legt. Anstelle einer reaktiven Anpassung an technologisch induzierte Kompetenzbedarfe geht es um die antizipierende Gestaltung kompetenzförderlicher und innovativer Unternehmensorganisation.

Veränderte strukturelle Bedingungen lassen alte Fragen hinsichtlich Arbeit und Lernen in einem neuen Licht erscheinen. Anhand der Unterscheidung der drei Etappen zeigt sich, dass der Zusammenhang von Arbeiten und Lernen bis heute als keineswegs gelöst betrachtet werden kann – und dies obgleich hinreichende Instrumente zur Kompetenzerfassung und -entwicklung vorliegen. Die Vermutung liegt daher nahe, dass es weder darum gehen kann, den systemimmanenten Widerspruch zwischen Arbeiten und Lernen über die Formulierung pädagogischer Kriterien aufzulösen und damit Gefahr zu laufen, in der betrieblichen Realität ein Nischendasein⁴ zu fristen, noch scheint es aussichtsreich, den Widerspruch zwischen Arbeiten und Lernen durch ein arbeitsprozessorientiertes Lernen zu überwinden, das sich auf die wirtschaftliche Handlungslogik einlässt und vornehmlich auf technologisch induzierte Kompetenzbedarfe reagiert und damit Gefahr läuft, sich dem Vorwurf des reinen Anpassungslernen auszusetzen. Kritiker werfen dem arbeitsprozessorientierten Lernen vor, unter dem Label Kompetenzentwicklung Anpassungsqualifizierung zu betreiben. Diese Kritik ist allerdings nur auf den ersten Blick berechtigt, denn komplexes Wissen und das Lernen von Methoden zur Problembewältigung lernt man nur durch reale Problemstellungen – und diese lassen sich vornehmlich in der konkreten Arbeitsumgebung finden.

⁴ Beispielsweise durch geförderte Lernprojekte, Lernstationen und ähnliches.

2 Kompetenzanforderungen in digitalisierten Arbeitswelten

Der Blick auf die statistischen Erhebungen zeigt, dass betriebliche Weiterbildung bei den Betrieben angekommen ist. Seit 2011 beteiligt sich jeder zweite Betrieb an betrieblicher Weiterbildung (BIBB 2016, 295). Der Anteil weiterbildender Betriebe liegt mittlerweile bei rund 54% (Dummert/Leber 2016). Unter den Beschäftigten hat sich der Anteil der Weiterbildungsteilnehmenden mit 34% im Jahr 2014 gegenüber dem Vorjahr ebenfalls leicht erhöht (31%). Die Erhebungen des Adult Education Survey (AES) zeigen ähnliche Trends: Demnach steigt die Weiterbildungsbeteiligung kontinuierlich und im Jahr 2014 nahmen 51 % der 18- bis 64-Jährigen an Weiterbildung teil (BMBF 2015)⁵. Mit 71 % verzeichnet das Segment der betrieblichen Weiterbildung die höchste Teilnahmequote. Zur betrieblichen Weiterbildung zählen hier Kurse und Lehrgänge ebenso wie kurzfristige Bildungsveranstaltungen in Form von Vorträgen, Schulungen, Workshops und Seminaren.

Im Anschluss an die kompetenzorientierte Wende wird für die Bereiche der beruflichen und betrieblichen Weiterbildung verstärkt „eingefordert, das Potenzial des Arbeitsplatzes als Ort selbstgesteuerten und angeleiteten Lernens stärker für Lernprozesse bzw. Kompetenzentwicklung zu nutzen“ (Bauer et al. 2007, 5). Die Wiederentdeckung des Lernens im Arbeitsprozess geht auch mit einem gewandelten Verständnis von Lernzielen einher. Der Fokus richtet sich nicht mehr in erster Linie auf analytische und in Bildungseinrichtungen zu vermittelnde Qualifikationen und Verhaltensweisen, sondern es wird primär die Kompetenzentwicklung betrachtet. Betriebliche Weiterbildung beschränkt sich längst nicht mehr nur auf seminaristische Formen. Die arbeitsbezogenen Weiterbildungsformen lassen sich unter dem lernorganisatorischen Aspekt des Verhältnisses von Lernort und Arbeitsort in arbeitsgebundenes, arbeitsverbundenes und arbeitsorientiertes Lernen unterscheiden (Dehnbostel 2005).

Als Grundlage für ein betriebliches Kompetenzmanagement ist es notwendig, die relevanten Kompetenzbedarfe der Fachkräfte und die betrieblichen Anforderungen zu identifizieren. Dies setzt ein Kompetenzverständnis voraus, welches das berufliche Handeln der Beschäftigten ebenso berücksichtigt wie den betrieblichen Kontext. Ungeachtet zahlreicher Forschungsaktivitäten und entsprechender Publikationen (Klime et al. 2008) bleibt der Kompetenzbegriff ein kontroverser Begriff. In der Literatur finden sich unterschiedliche Begriffsdefinitionen. Weit verbreitet ist das Verständnis von Kompetenz als eine innere Disposition, die sich in beobachtbaren Situationen zeigt. Kompetenzen lassen sich somit nur über ihre Manifestationen auf der Handlungsebene indirekt bzw. interpretierend beschreiben (Beck 2005; Erpenbeck/von Rosenstiel 2003). Martin Fischer (2010) fasst verschiedene Faktoren zusammen, welche die Kompetenz als eine individuelle Disposition umschreiben, die zunächst ein gewisses Potenzial an Handlungen beinhaltet, die kognitiv verankert sind (im Sinne kognitiver Eigenschaften, um Problemlösungen zu entwickeln und anzuwenden), generativ auf neue Situationen bezogen werden können (Anwendung/Transfer von Handlungsmustern auf neue Aufgaben/Situationen) und auch normativ begrenzt sei-

⁵ Der AES unterscheidet zwischen beruflicher, betrieblicher und individueller nicht-berufsbezogener Weiterbildung. Als betriebliche Weiterbildung werden im deutschen AES alle Lernaktivitäten klassifiziert, die ganz oder überwiegend während der bezahlten Arbeitszeit oder einer bezahlten Freistellung stattfinden und/oder die direkten Weiterbildungskosten mindestens anteilig vom Arbeitgeber übernommen werden (BIBB 2016, 296).

en aufgrund des jeweiligen Handlungskontextes und damit einhergehenden Vorgaben – beispielsweise im Bereich der Bildung durch Bildungsstandards und Curricula. Beim handlungsorientierten Kompetenzverständnis geht es um die Berücksichtigung des Wechselverhältnisses zwischen Subjekt, Handlung und organisatorischen bzw. betrieblichen Rahmenbedingungen. Dieses handlungsorientierte Kompetenzverständnis grenzt sich von einem kognitionsbezogenen Kompetenzansatz ab, der Kompetenz in erster Linie als kognitive Disposition begreift. Kontextbezüge werden hier als Einflussfaktoren, nicht aber als konstituierende Aspekte von Kompetenz begriffen (Zlatkin-Troitschanskaia/Seidel 2011). Zwei für die weiterführende Argumentation und das Vorgehen im Projektzusammenhang zentrale Aspekte hinsichtlich des hier zugrundeliegenden Kompetenzverständnisses sind hervorzuheben:

Hinwendung zum handlungsorientierten Kompetenzbegriff. Der zentrale Unterschied des Kompetenzverständnisses in Abgrenzung zum Qualifikationsbegriff liegt darin, dass Kompetenzen „Dispositionen selbstorganisierten Handelns“ (Erpenbeck/von Rosenstiel 2011) bezeichnen. Kompetenzen werden damit erst im konkreten Handeln sichtbar, während Qualifikationen als zertifizierte Ergebnisse auf vorhandenes Wissen verweisen. Ob aber dieses Wissen auch handlungswirksam ist, wird mit dem Qualifikationsbegriff nicht erklärt. Kompetenzen lassen sich insofern als „Selbstorganisationsdispositionen“ gegenüber den „Wissens- und Fertigungspositionen“ der Qualifikationen begreifen. Der Kompetenzbegriff betont die Handlungsebene ebenso wie den Kontextbezug der jeweiligen Situation.

Zweitens hat sich in der beruflichen Bildung ein *Verständnis von beruflicher Handlungskompetenz* als Einheit der „Dimensionen“ Fach-, Sozial- und Humankompetenz etabliert. Dabei werden auch Methodenkompetenz, Lernkompetenz und kommunikative Kompetenz als integraler Bestandteil dieser Trias verstanden, stellen dabei aber keine eigene Dimensionen, sondern „prägnante Akzentuierungen“ dar, die sich erst im Zusammenspiel mit den drei genannten Dimensionen entfalten. Die Etablierung dieses Modells in der beruflichen Bildung ergab sich durch die damaligen Bestrebungen des Deutschen Bildungsrates, die Handlungskompetenz in der schulischen und betrieblichen Ausbildung zu stärken. Im Zuge dessen kam es auch zu umfangreichen Neugestaltungen der Rahmenlehrpläne nach dem Lernfeldkonzept und dem formulierten Ziel der (beruflichen) Handlungskompetenz. Diese – ursprünglich von Heinrich Roth (1971) ins Spiel gebrachte – Trias von Selbst-, Sach- und Sozialkompetenz ist mit leichten Veränderungen noch heute grundlegend für Kompetenzdiskussionen in der Berufs- und Wirtschaftspädagogik (Bader/Müller 2002).

Der strukturelle Wandel der Arbeitswelt ist eine verlässliche Konstante. Vor knapp vierzig Jahren titelte der Spiegel „Die Computer-Revolution. Fortschritt macht arbeitslos“ (DER SPIEGEL 16/1978). Mittlerweile wissen wir, dass durch den flächendeckenden Einzug des Computers in die Arbeitswelt gleichermaßen neue Kompetenz- und Berufsprofile entstehen und sich das Substituierungspotenzial menschlicher Arbeit nicht allein aus der Technik ableiten lässt. Die technischen Potenzialitäten der Automatisierung und Digitalisierung sowie die Möglichkeit der Verknüpfung von virtueller und stofflicher Welt markieren einen wesentlichen Unterschied zu der Debatte vor rund 20 Jahren. Während in dem 1994 erschienenen Sonderband der Sozialen Welt zum Thema „Umbrüche gesellschaftlicher Arbeit“ (Beckenbach/van Treeck 1994) der Fokus auf betrieblichen Rationalisierungsstrategien lag, bezieht sich die gegenwärtige Debatte zum Wandel der Arbeit in erster Linie auf die technischen Potenzialitäten

ten. Im Mittelpunkt stehen die cyber-physischen Systeme (CPS), die als Weichensteller auf dem Weg zur vermeintlichen Industrie 4.0 betrachtet werden. „Cyber-Physical Systems (CPS) sind gekennzeichnet durch eine Verknüpfung von realen (physischen) Objekten und Prozessen mit informationsverarbeitenden (virtuellen) Objekten und Prozessen über offene, teilweise globale und jederzeit miteinander verbundene Informationsnetze“ (Geisberger/Broy 2012). CPS können über Sensorik unmittelbar physikalische Daten erfassen und durch Aktorik auf physikalische Vorgänge wirken. Anspruch der CPS – Vernetzung ist es, auf Veränderungen in der Wertschöpfungskette oder dem Marktumfeld in Echtzeit zu reagieren. In den Produktionswelten von morgen tauschen Produkte, Maschinen und Betriebsmittel eigenständig Informationen aus und steuern sich selbständig in Echtzeit. Folgt man dieser Vorstellung entsteht schnell der Eindruck einer machine-to-machine-communication. Visionen gehen dahin, dass es zukünftig möglich sei, dass die Objekte miteinander „verhandeln“, um den effizientesten Ablauf sicherzustellen (Bauernhansl 2013, 30).

Derzeit ist Industrie 4.0 allerdings noch „mehr Diskurs als Realität“ (Pfeifer/Suphan 2015, 205). Nicht die technischen Potenzialitäten, sondern Fragen der Wirtschaftlichkeit, der Produktkomplexität, der Wertschöpfungskette und bereits vorhandene Produktionstechnologien leiten als zentrale Faktoren die betrieblichen Umsetzungsmöglichkeiten neuer Technologien. Dass der Begriff „Industrie 4.0“ noch nicht bei den Unternehmen „angekommen“ ist, bestätigen auch die Ergebnisse einer Befragung bei rund 660 Unternehmen des produzierenden Gewerbes. Lediglich 16 % der befragten Unternehmen gaben an, dass ihnen die Bedeutung Cyber-Physischer-Systeme bekannt sei (Ganschar et al. 2013, 113). Optimistischer hingegen eine Bitkom-Studie. Danach nutzen bereits vier von zehn Unternehmen in den industriellen Kernbranchen (Automobilbranche, Maschinenbau, chemische Industrie, Elektroindustrie) Industrie 4.0-Anwendungen. Allerdings zeigen auch rund 14 % der befragten Unternehmen kein Interesse an Industrie 4.0 (Holz 2015; Franken 2015). Ein ähnliches Ergebnis liefert eine Umfrage des Instituts für angewandte Arbeitswissenschaft bei Fach- und Führungskräften der Mitgliedsunternehmen der Arbeitsgeberverbände der Metall- und Elektroindustrie⁶. Danach ist der Begriff Industrie 4.0 zwar 90 % der Befragten bekannt, doch nur rund ein Drittel der Befragten hat auch ein Bild vor Augen, was mit Industrie 4.0 gemeint ist (ifaa 2015).

Dennoch lässt sich sagen, dass mit den Begriffen „Industrie 4.0“ und „Arbeit 4.0“⁷ die Selbstbeschreibung der Gesellschaft als wissensbasierte Dienstleistungsgesellschaft abgelöst wird, und die industrielle Arbeit und die Produktionsprozesse – genauer: deren Automatisierung und Digitalisierung - in den Vordergrund rücken – und dies obgleich Daniel Bell bereits Anfang der 1970er Jahre die postindustrielle Gesellschaft (Bell 1973) verkündet hatte. Dass wir Zeugen eines strukturellen Wandels der Erwerbsarbeit sind, ist unstrittig. Offen und durchaus widersprüchlich sind die Ausprägungen dieses Wandels. Hirsch-Kreinsen (2015) zieht in seiner *tour d’horizon* zur gegenwärtigen Diskussion um den Wandel von Arbeit angesichts zunehmender Digi-

⁶ Insgesamt nahmen 498 Personen an der Befragung teil.

⁷ Im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales wurde im April 2015 das Grünbuch „Arbeiten 4.0“ herausgegeben. Als eine Art Gegenentwurf zum technologischen Bias der Plattform Industrie 4.0 steht hier der gesellschaftliche Dialog mit Sozialpartnern und Wissenschaftlern im Vordergrund. Dabei geht es unter anderem auch um die Frage nach einem neu zu definierendem Normalarbeitsverhältnis (BMAS 2015: 51), das die neu möglich gewordenen zeitlichen Flexibilitätspotenziale ebenso berücksichtigt wie sich ausdifferenzierte Gestaltungsspielräume zwischen Arbeit und Familie.

talisierung und Automatisierung das Fazit, dass pauschale Antworten zu kurz greifen, dass es weniger um die Substituierung, sondern um die Ausdifferenzierung digitaler Arbeit geht. Digitalisierung von Arbeit lässt sich im Anschluss an Hirsch-Kreinsen als „Informatisierung von Arbeit, die zu einer steigenden Verfügbarkeit einer großen Vielfalt von Informationen über laufende Prozesse führt“ (Hirsch-Kreinsen 2015, 9) verstehen⁸.

Für die zukünftige Arbeitswelt entwirft Hirsch-Kreinsen zwei Organisationsmodelle: Die polarisierte und die Schwarmorganisation. Die Schwarm-Organisation kennzeichnet sich durch eine „lockere Vernetzung sehr qualifizierter und gleichberechtigt agierender Beschäftigter“ (2014, 4): „Zentrales Merkmal dieses Musters ist, dass es keine definierten Aufgaben für einzelne Beschäftigte gibt, vielmehr ist die Arbeitsteilung zwischen den Beschäftigten fließend, das Arbeitskollektiv selbst organisiert und in hohem Maße informell, hoch flexibel und situationsbestimmt“ (Hirsch-Kreinsen 2015, 12). In der polarisierten Organisation hingegen kommt es zu einer Kluft zwischen einer geringen Zahl einfacher Tätigkeiten mit geringem oder keinem Handlungsspielraum, die laufende standardisierte Überwachungs- und Kontrollaufgaben ausführen und einer steigenden Zahl hoch qualifizierter Experten und technischer Spezialisten, deren Qualifikationsniveau deutlich über dem bisherigen Facharbeiterniveau liegt. Anzunehmen ist, dass die empirische Wirklichkeit zwischen diesen Polen liegt, dass es gleichermaßen Schwarm- als auch polarisierende Tendenzen in der Arbeitsorganisation geben wird. Vernachlässigt werden in diesen Szenarien vielfach die vorhandenen betrieblichen Strukturen, und hier insbesondere die Konsequenzen operativer Dezentralisierung, die organisationalen Beharrungskräfte und damit verbundenen Kompetenzclaims.

In unserer Studie haben wir danach gefragt, ob und welche Veränderungen sich in der Arbeitsorganisation und den Kompetenzanforderungen identifizieren. Dabei zeigte sich, dass diese Frage nicht losgelöst von den betrieblichen Reorganisationskonzepten und Lean Management-Methoden betrachtet werden kann. Durch die Einführung verschiedener Lean-Methoden wie etwa Operational Excellence als Optimierungsprogramm, das alle Prozesse auf Kundenbedürfnisse, Qualität und Effizienz ausrichtet, rücken die Beschäftigten als Bestandteil und treibende Kraft des fortwährenden Entwicklungs- und Verbesserungsprozesses in den Vordergrund. Es geht im Sinne eines ganzheitlichen Produktionssystems um das abgestimmte Zusammenspiel von Qualitätsmanagement, Lean Management, Prozessmanagement, Führung (im Sinne von Leadership-Excellence), Teamwork, Verbesserungsmanagement, Kommunikation und Motivation. Gleichzeitig steigt durch die Digitalisierung der Produktionsprozesse die Menge an Dokumenten und elektronischen Daten. Für die Beschäftigten – und hier insbesondere auf der Technikerebene – steigen damit nicht nur die Kooperations- und Kommunikationsarbeit, sondern auch die Analyse, Interpretation und Dokumentation der zunehmenden Prozessdaten.

⁸ In der Wirtschaftsinformatik unterscheidet man zwei Interpretationen von Digitalisierung. Erstens Digitalisierung als die Überführung von Informationen von einer analogen in eine digitale Speicherung; zweitens den Prozess, der durch die Einführung digitaler Technologien bzw. der darauf aufbauenden Anwendungssysteme hervorgerufenen Veränderungen (Hess 2013). Die Debatte um Industrie 4.0 adressiert in erster Linie die zweite Interpretation. Digitalisierung beschränkt sich heute nicht mehr auf die Effizienzsteigerung administrativer Tätigkeiten, sondern auf die Vernetzung mit Kunden und Lieferanten sowie zwischen den Unternehmen.

3 Anwendungsfelder und methodische Umsetzung

Das betriebliche Anwendungsfeld war bei der *Hella Fahrzeugkomponenten GmbH* (Hella) im Bereich der internen Fabrik 1 die Abteilung der Fertigung von Scheinwerferreinigungsanlagen („M-Teleskop“). Diese Produktion erfolgt auf einer hochautomatisierten Anlage, die aufgrund ihrer Auslastung, ihrer technischen Aktualität und der betrieblichen Altersstruktur, als geeignetes Analysefeld ausgemacht wurde. Der den Bereich verantwortende Meister ist Vorgesetzter von 18 Mitarbeiter*innen im gesamten Meisterbereich, die sich in 14 indirekte und 4 direkte Mitarbeiter*innen aufteilen. Direkte Mitarbeiter*innen arbeiten unmittelbar an der Maschine als Montierer*innen bzw. an einem Handarbeitsplatz. Indirekt beschäftigtes Personal ist im Umfeld einer Anlage für die Organisation und den Betrieb zuständig. Bei einer Fachkraft im hier verstandenen Sinne handelt es sich um eine Person, die eine Ausbildung in einem staatlich anerkannten Beruf erfolgreich abgeschlossen hat und in dem Berufsbild entsprechenden Arbeitsprozessen eingesetzt wird. Diese Fachkräfte werden im Unternehmen auch als FfT (Fachkräfte für Technik) bezeichnet. Bei den Ausbildungsberufen handelt es sich überwiegend um:

- Maschinenschlosser*in,
- Industriemechaniker*in,
- Konstruktionsmechaniker*in oder
- Mechatroniker*in.

Mitarbeiter*innen mit einer metalltechnischen Berufsausbildung erhielten eine Qualifizierung zur „Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten“ (§5 HWO), damit entsprechend den berufsgenossenschaftlichen Vorschriften, gleichartige, sich wiederholende Arbeiten an elektrischen Betriebsmitteln durchgeführt werden können. Diese vor rund neun Jahren erfolgte fachspezifische Qualifizierung war für die Mehrheit der Fachkräfte für Technik (FfT) die letzte Schulung. Seitdem wurden nur wenig weitere Weiterbildungen auf der Produktionsebene angeboten.

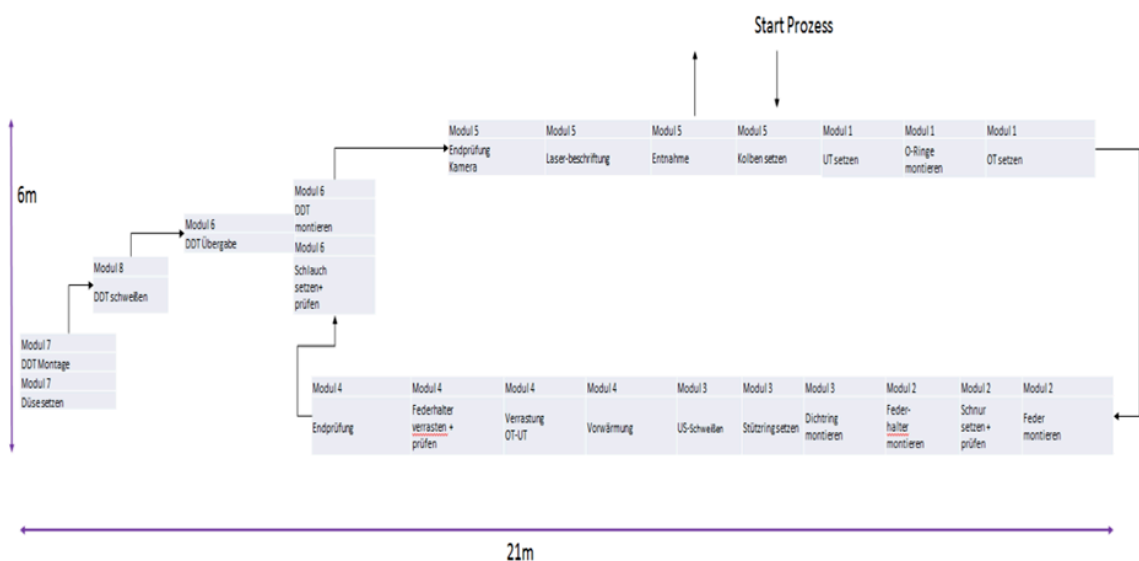


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Anlage

Durch die hohe Nachfrage nach dem gefertigten Produkt während der Analyse, wird die Anlage im 3-Schichtbetrieb gefahren. Auch Wochenendschichten werden je nach notwendigen Stückzahlen eingeplant. An der Anlage zur Fertigung des M-Teleskops sind jeweils zwei Fachkräfte für Technik pro Schicht eingesetzt. Dies ist nicht zuletzt auch wegen der Größe der Anlage von 6 x 21 Metern notwendig (Abb. 2). Die Fachkräfte haben dadurch unterschiedliche Zuständigkeitsbereiche. Aufgaben der Lead-FfT sind neben der Betreuung ihres Anlagenbereiches, die Organisation von Umrüstungen und Vertretungsregelungen, die Dokumentation und die Kommunikation mit der Instandhaltungswerkstatt.

Ein Meister (u. a. verantwortlich für die Personaleinsatzplanung) ist der direkte fachliche Vorgesetzte der Fachkräfte. Einem Fertigungsplaner obliegt die Budgetverantwortung, und ein Prozessingenieur kann bei besonderen Störungen hinzu gerufen werden. Bei Störungen am Wochenende werden zudem die Rufbereitschaft der elektrotechnischen Werkstatt, der Prozessingenieur und/oder Spezialisten für Kamera- und Lasersysteme zur Unterstützung gerufen.

Bei der *Bayer Pharmaceutical Division* in Berlin wurde die empirische Datenerhebung im Bereich des Engineerings umgesetzt. Das Engineering umfasst am Standort die Bereiche Instandhaltung für das SCB und den F&E-Bereich, das Facility-Management, die Energieversorgung, die innerbetriebliche Logistik, die Standortsicherheit und das Energie-Management. Die Analyse konzentriert sich auf die Ebene der Meister*innen und Techniker*innen mit Verantwortung für Gruppen mit bis zu 14 Mitarbeiter*innen.

3.1 Arbeitsprozessanalysen

Über die Durchführung von Arbeitsprozessanalysen ist es möglich, das in der Facharbeit zum Tragen kommende und/oder vorhandene bzw. geforderte Wissen und Können zu erschließen und Ansätze einer Didaktik zum Lernen im Arbeitsprozess abzuleiten. Ziel der Arbeitsprozessanalysen ist die Identifizierung von lernförderlichen Inhalten und Schwerpunkten für die Kompetenzentwicklung im Arbeitsprozess. Im Fokus stehen dabei die betrieblichen Abläufe, die Arbeitsaufgaben und ihre Organisationsstrukturen sowie die Bewältigung von Herausforderungen bei Planabweichungen. Die Arbeitsprozessanalysen wurden bei den betrieblichen Verbundpartnern durch Fallstudien, teilnehmende Beobachtung und leitfadengestützte Interviews realisiert. Insgesamt wurden acht Analysen durch halbstrukturierte Interviews am Arbeitsplatz und mittels teilnehmender Beobachtung durchgeführt. Die Analysen dauerten jeweils 3 bis 4 Stunden, so dass zwei Analysen an einem Tag durchgeführt werden konnten. Vor dem Hintergrund eines entwicklungslogischen Modells wurden die unterschiedlichen Kompetenzen und Handlungen zur Bewältigung der betrieblichen Arbeitsaufgaben beschrieben. Für die Trias der Handlungsorientierung – planen, durchführen und reflektieren – gilt, dass sie sich an realen Aufgaben orientiert, und zwar an der Förderung kompetenten Handelns aus einer konkreten Aufgabenstellung heraus. Um einen kreativen Prozess einzuleiten, ist es daher erforderlich, der Identifizierung von Herausforderungen besondere Relevanz einzuräumen. Dadurch wird es möglich, kontinuierliche Prozesse der Kompetenzentwicklung einzuleiten und Kriterien für eine lern- und kompetenzförderliche Arbeitsgestaltung zu benennen. Die Benennung von Kompetenzbedarfen erfolgt im Spannungsfeld zwischen Arbeit und

Individuum sowie zwischen Anforderungs- und Entwicklungsorientierung. Durch die Arbeitsprozessanalysen werden die betrieblichen Abläufe, Arbeitsorganisationen und bereits vorhandene Modelle der Kompetenzentwicklung und Weiterbildung dokumentiert. Die Validierung arbeitsrelevanter Inhalte erfolgt durch Facharbeiter-Experten-Workshops. Diese Workshops werden moderiert und geplant von Forschern, bei denen ausgesuchte Facharbeiter eines Berufes oder eines Fachgebietes (Experten der Facharbeit) ihre Arbeitsaufgaben beschreiben und diese im Hinblick auf ihre Bedeutsamkeit für den Beruf und dessen Zukunft bewerten (Becker/Spöttl 2008, 119). Dies dient dazu, die ermittelten Daten zu bewerten und zu gewichten, um so eine endgültige Gruppierung der lernhaltigen Arbeitsaufgaben vornehmen zu können.

3.2 Auswertung

Die Auswertung der Interviews orientierte sich an der qualitativen Inhaltsanalyse und den drei Auswertungsschritten Zusammenfassung, Explikation und Strukturierung (Mayring 2003). „Ziel der Analyse ist es, das Material so zu reduzieren, dass die wesentlichen Inhalte erhalten bleiben, durch Abstraktion einen überschaubaren Corpus zu schaffen, der immer noch Abbild des Grundmaterials ist.“ (Mayring, 2003, 58). Dabei wird das vorliegende Material paraphrasiert, systematisch gekürzt und auf die zentralen Sinngehalte geprüft. Auf diese Weise entsteht ein Kategorienraster, das eine thematische Gliederung enthält. Leitend ist hierbei ein induktives Vorgehen, dass das Interviewmaterial mit den Erkenntnisinteressen der Vorhabenbeschreibung – insbesondere die Themen Technik, Arbeitsprozesse und -organisation, Demographie und Organisation spiegelt. Auf diese Weise gelingt es, a) das Material nach Themen zu ordnen und zusammenzufassen und b) betriebsspezifische Eigenlogiken zu identifizieren – das Besondere im Gemeinsamen.

Im Zentrum der Untersuchung standen die Arbeitsprozesse der Facharbeiter*innen, die die Anlagen bedienen. Nach Auswertung der Interviews und Arbeitsplatzbeobachtungen konnten bei dem betrieblichen Anwendungspartner Hella folgende typische Arbeitsprozesse identifiziert werden (vgl. Abb. 3):

- Betrieb der Anlage,
- Wartungsarbeiten,
- Umrüsten der Anlage und Produktionsaufträge anlegen,
- Umgang mit Störungen.

Unsere Befragungen und Arbeitsplatzbeobachtungen zeigten, dass insbesondere die Störungsanalyse und -behebung eine hohe fachliche Herausforderung darstellen. Fehleranalysen werden gleichermaßen einfacher und anspruchs- und voraussetzungsvoller. Zwar gingen, so die Aussagen der Betriebsingenieure, die Produktfehler zurück, die Anlagenfehler hingegen werden komplexer. Es vollzieht sich insofern ein Wandel in der Fehlerqualität, dass die Störungen an der Anlage vielfach individuell sind - jede Maschine ist einzigartig und für einen gewissen Zweck konstruiert und programmiert. Standardisierte Lösungsstrategien können daher immer seltener Abhilfe schaffen und der Erfolg der Lernstrategie „Lernen durch Fehler“ wird als sehr begrenzt eingeschätzt. Die „Individualisierung“ der Anlagenfehler geht einher mit einer steigenden Komplexität, so dass neben dem Erfahrungswissen der Fachkräfte vielfach spezielles

Expertenwissen – etwas für Lasertechnologie oder Robotik – zur Fehlerbehebung notwendig wird. Die Folge ist, dass Probleme und Störungen zunehmend informationstechnischer Natur sind und damit abstrakt und immer weniger durch das körpergebundene, auf die sinnliche Wahrnehmung rekurrierende Erfahrungswissen bewältigt werden können. Die Folge ist, dass hochautomatisierte Anlagen von den Fachkräften vielfach als eine Art „Geistermaschine“ empfunden werden, bei der sie zwar die Bedienelemente nutzen, ohne jedoch immer auch über das entsprechende Kontextwissen zu verfügen. Diese Beobachtungen knüpfen an die von Bainbridge bereits Anfang der 1980er Jahre formulierten Ironien der Automatisierung (Bainbridge 1983) an: Die Fachkräfte stehen vor der Herausforderung, dass ihnen durch die Automatisierung die konkreten Prozessschritte vielfach intransparent bleiben, so dass sich die „funktionale und informationelle Distanz“ (Hirsch-Kreinsen 2014, 14) vergrößert, gleichzeitig jedoch benötigen sie ein „Anlagenwissen“ – ein Wissen darüber, wie die elektronischen, mechanischen, informationstechnischen Komponenten zusammenspielen und wo potenzielle Fehlerquellen liegen – um Störungen zu beheben. Angesprochen ist hier beispielsweise die Kompetenz, visuelle Signale aus der Maschinensteuerung – etwa digitale Fehleranzeigen oder Anzeigen der Prozessvisualisierung – zu interpretieren, zu priorisieren und entsprechende Aktionen einzuleiten. Dies beinhaltet beispielsweise auch, Anlagenfehler gemeinsam mit der Rufbereitschaft zu finden und zu beheben. Voraussetzung hierfür ist jedoch eine Einschätzung des Problems. Dafür muss die Fachkraft nicht nur die Symptome der Störung über das Telefon nachvollziehbar beschreiben, sondern auch die mündlichen Hilfestellungen an der Anlage umsetzen können.

Grundlage der Störungssuche wird ein vernetztes Denken in komplexen Bedingungsfeldern. „Neu“ an der Automatisierung und Digitalisierung der Produktionsprozesse ist vielfach deren Unbestimmtheit hinsichtlich der tatsächlichen Problemlage, der daraus resultierenden Lösungsmöglichkeiten sowie der tatsächlich umsetzbaren Lösungen. Der Umgang mit Komplexität lässt sich mit Weyer und Grote (2012, 191) dahingehend konkretisieren, dass sich komplexe Systeme dadurch auszeichnen, „dass sie aus einer großen Zahl von Komponenten bestehen, deren Mechanismen des Zusammenspiels auf der Mikroebene noch bekannt sind, aber auf der Makroebene vielfach überraschende und nicht vorhersehbare Effekte produzieren. Merkmale komplexer Systeme sind ihre Unvorhersehbarkeit und die Nicht-Kontrollierbarkeit der ablaufenden Prozesse“ (Weyer/Grote 2012, 191). Damit verändern sich die Aufgabenschnitte bei den Bearbeitungsstrategien von Fehlern, Abweichungen vom Sollzustand und der Antizipation von Unwägbarkeiten. Unsere Untersuchungen zeigen, dass die beruflich qualifizierten Fachkräfte bei der Störungsbewältigung insbesondere dann auf die Ingenieure angewiesen sind, wenn sich die Fehlerursache nicht eindeutig lokalisieren lässt oder wenn der Fehler in der Anlagensteuerung liegt. Für das Aufgabenspektrum der Fachkräfte bedeutet dies, dass die Bedienung der Anlagen, deren Inbetriebnahme und Aufgaben der Umrüstung nach wie vor in ihren Kompetenzbereich fällt, die Bewältigung von Störungen sich jedoch zunehmend zu einer ingenieurwissenschaftlichen Aufgabe entwickelt. Gleichzeitig wird in den Interviews jedoch betont, dass dies keineswegs mit einer Dequalifizierung der mittleren Qualifizierungsebene einhergeht, sondern stattdessen Kompetenzen der „Routinefestigkeit“ und der „operativen Zuverlässigkeit“ an Bedeutung gewinnen. Dazu gehört beispielsweise die Pla-

nung der Auftragsabfolge⁹ sowie die Sicherstellung des laufenden Betriebs. Für die Fachkräfte liegt die Anforderung darin, komplexe Anlagen am Laufen zu halten.

Um Störungen präventiv zu vermeiden, müssen Maschinenbediener*innen die technischen Zusammenhänge verstehen, und zwar sowohl die Produktmaterialien als auch Verschleißprozesse. Dies gilt ebenso bei Störungen und Stillständen der Anlage. Hier muss die Fachkraft einschätzen können, ob ein entsprechender Spezialist (z.B. der Prozessingenieur) angerufen wird oder ob die Störung selbständig behoben werden kann. Abbildung 3 zeigt typische Aufgaben einer Fachkraft für Technik und das Lernpotenzial der jeweiligen Aufgaben.

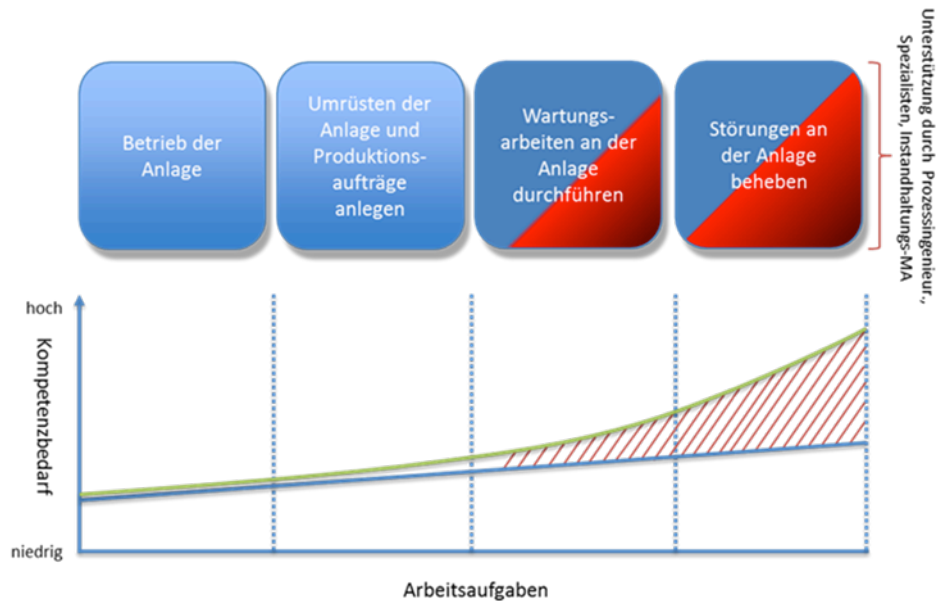


Abbildung 3: Arbeitsaufgaben und Kompetenzbedarfe der Fachkräfte für Technik

Die Ebene der Meister*innen und Techniker*innen im Bereich des Engineerings bei Bayer Pharmaceuticals zeichnet sich dadurch aus, dass die fachlich-technischen Aufgaben der Beschäftigten relativ heterogen strukturiert sind. So unterscheiden sich die fachlichen Qualifikationsanforderungen im Abfallmanagement sehr deutlich von einem im Bereich der Instandhaltung im SCB oder im Facility-Management. Im Rahmen der Auswertung der Arbeitsprozessanalysen konnten aber fünf Arbeitsprozesse identifiziert werden, in denen gleichermaßen fachlich-technische Kompetenzen als auch überfachliche Kompetenzen bei der Bewältigung der Arbeitsaufgaben erforderlich sind. Bei dem betrieblichen Verbundpartner Bayer Pharmaceuticals wurden folgende fünf typische Arbeitsprozesse identifiziert:

- Koordination von Prozessen mit internen Kunden,
- interne und externe Aufträge planen, koordinieren und kontrollieren,
- Führen von Mitarbeiter*innen mit und ohne direkte Personalverantwortung,
- Gestaltung von Verbesserungsprozessen,
- Projekte mit Methoden des Projektmanagements planen und umsetzen.

⁹ Zwar gibt die Produktionsplanung Fertigungslose und eine Rüstreihenfolge für die einzelnen Tage vor, aber es wird erwartet, dass die Fachkräfte selbständig von der Reihenfolge abweichen, wenn dadurch Rüstzeiten eingespart werden können.

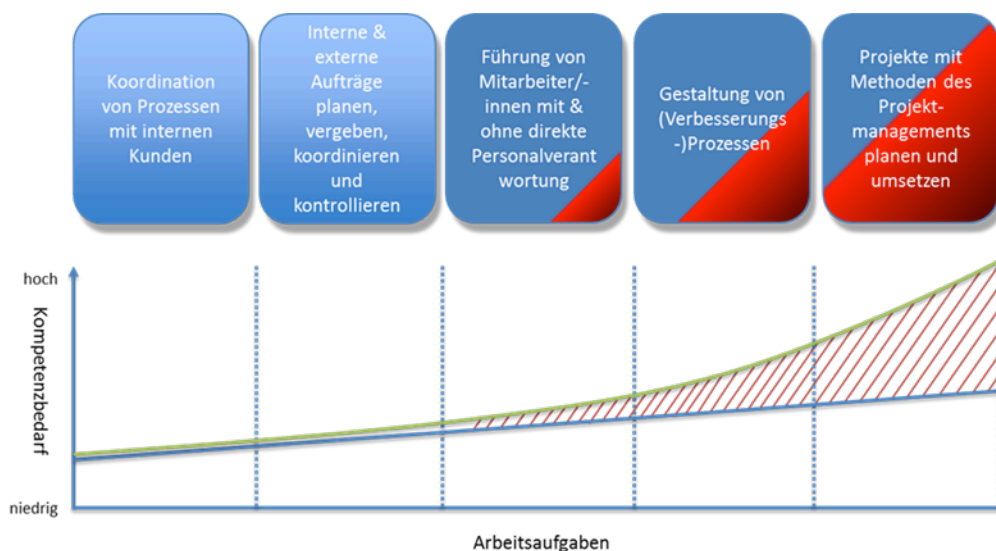


Abbildung 4: Arbeitsaufgaben und Kompetenzbedarfe der Techniker und Meister

Für die Bewertung und Gewichtung der betrieblichen Kompetenzprofile und lernhaltiger Arbeitsaufgaben wurden bei den betrieblichen Partnern Facharbeiter-Experten-Workshops durchgeführt. Zur Vorbereitung der Workshops wurden Plakate erstellt, die die identifizierten Arbeitsprozesse beinhalten sowie die Differenzierung in Fach-, Sozial- und Selbstkompetenz. Diese Unterscheidung in die verschiedenen Kompetenzbereiche lehnt sich an die Definition der beruflichen Handlungskompetenz an. Die überfachlichen Kompetenzen – Methodenkompetenz, kommunikative Kompetenz – werden in diesem Modell den drei Kompetenzbereichen – Fachkompetenz, soziale Kompetenz, Selbstkompetenz – zugeordnet, also kontextbezogen betrachtet (KMK, 2000, S. 9)¹⁰.

Durch diese Workshops wurden die zuvor erhobenen Daten erstens validiert. Zweitens wurden die identifizierten Arbeitsprozesse in eine Reihenfolge hinsichtlich ihrer Lernhaltigkeit und ihres herausfordernden Charakters gebracht. Dabei ging es sowohl um die inhaltliche Rückmeldung der Experten als auch um die Gültigkeit der Beobachtungen. Bei den Workshops wurden die Experten aufgefordert, die auf Plakaten vorgestellten Kernarbeitsprozesse nach der persönlichen Herausforderung für sie mittels einer Skalierung von 1 bis 4 zu bewerten (vgl. Abb. 5) und den herausfordernden Charakter der jeweiligen Arbeitsaufgaben des entsprechenden Kernarbeitsprozesses auf einer Viererskala zu bewerten.

¹⁰ KMK (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland): „Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der KMK für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen für anerkannte Ausbildungsberufe. Fassung vom 15.09.2000.

Beschreibung der Kompetenz	Anforderung		Fachliche Kompetenzen		Inhaltliche Kompetenzen		Soziale Kompetenzen	
	-	0	1	2	1	2	1	2
Fehlermeldungen der Maschinensteuerung im Steuerungspanel interpretieren und auf dieser Basis eine Instandsetzung anstoßen.			1	1	1	1	1	1
Ausfallanalyse betreiben. Außergewöhnliche Ausschusssraten im MES-System erkennen. Fehlernummern auf einzelne Prozessschritte beziehen. Fehler an Halbzug nachvollziehen (i. O. oder n. l. O.). An der Anlage nach Ursachen suchen und Störungen beheben.			1	1	1	1	1	1
Vereinzelter justieren und einstellen.			1	1	1	1	1	1
Durchführen von Sichtprüfungen.			1	1	1	1	1	1
Anlagenkomponenten in der Maschinensteuerung gezielt ansprechen und Sensoren und Aktoren im Rahmen der Störungssuche manuell manipulieren.			1	1	1	1	1	1
Testen der Funktion einzelner Anlagenkomponenten, Komponenten demontieren und montieren.			1	1	1	1	1	1
Vornehmen von Anpassungen in der Parametrierung der Anlagensteuerung für Aktoren und Sensoren.			1	1	1	1	1	1
Maschinenstörungen beseitigen ggf. Unterstützung anfordern.			1	1	1	1	1	1
Ab einem Schwellenwert von produzierten Ausschussteilen Lösungen initiieren und diese auf der Fehlerkarte dokumentieren.			1	1	1	1	1	1
Visuelle Signale aus der Maschinensteuerung bspw. in Form von Alarmierungsleuchten oder der Prozessvisualisierung interpretieren, priorisieren und entsprechende Aktionen einleiten.			1	1	1	1	1	1
Fehler gemeinsam mit der Rufbereitschaft finden und beheben. Dafür muss die Fachkraft Symptome der Störung über das Telefon beschreiben und Anweisungen des Experten umsetzen.			1	1	1	1	1	1
Nutzen von Schaltplänen und Reparaturanleitungen.			1	1	1	1	1	1
Nutzung der Anlagendokumentation im Intranet und in Handbüchern.			1	1	1	1	1	1
Lösungswege dokumentieren und Wissen sichern sowie weitergeben.			1	1	1	1	1	1
Initiale Umsetzung einfacher Prüfungen im Rahmen der Störungsanalyse, um mögliche Ursachen auszuschließen. Führt dies nicht zum Erfolg, werden komplexere und zeitintensivere Prüfungen durchgeführt.			1	1	1	1	1	1
Zusammenarbeit mit Prozessingenieur und Spezialisten (optische Systeme, Programmierung und Automatisierung) bei der Störungsanalyse.			1	1	1	1	1	1
Elektrische und pneumatische Anschlüsse herstellen.			1	1	1	1	1	1
Anforderungen an die Messtechnik erheben und umsetzen.			1	1	1	1	1	1
Anlagenteile spannungsfrei schalten.			1	1	1	1	1	1
Bezeichnung von Maschinenkomponenten identifizieren und Teile im Lager bestellen.			1	1	1	1	1	1
Umgang mit den Sicherheitsystemen der Anlage.			1	1	1	1	1	1
Ausrichten von Sensoren und Aktoren.			1	1	1	1	1	1
Grundlegende metall- und elektrotechnische Kompetenzen (löten, Fräsen, Entgraten, Schleifen, Gewindebohren etc. elektrische Verbindungen herstellen und prüfen).			1	1	1	1	1	1

Abbildung 5: Beispiel für Feedback durch die Experten

Im Anschluss an die Auswertung des Workshops konnten die Kernarbeitsprozesse in eine Reihenfolge hinsichtlich ihres Schwierigkeitsgrades gebracht werden (vgl. Abb. 4, 5). Folgende Kompetenzanforderungen wurden als besondere Herausforderungen identifiziert, die im Projektverlauf als Lernkonzepte umgesetzt wurden:

- Entwicklung eines Anlagenverständnisses (Mechanik, Elektronik und IT);
- projektorientiertes Arbeiten.

Entwicklung eines Anlagenverständnisses (Mechanik, Elektronik und IT): Angesichts der hohen Automatisierung wird die Störungsanalyse und Fehlerbehebung anspruchsvoller und komplexer, da es keineswegs eindeutig ist, ob der Fehler in der Mechanik, Elektronik oder in der Steuerungssoftware, in der Kameratechnik, Lasertechnik oder der Robotik oder aber sogar in allen Bereichen liegt. Standardisierte Lösungsstrategien können immer seltener Abhilfe schaffen und die Störungssuche, die Dokumentation und der Transfer von Problemlösekompetenz werden aufwendiger. Notwendig wird ein Verständnis von vernetzten und automatisiert ablaufenden Prozessen – ein Anlagenverständnis als Basis für Problemlösung. Angesprochen ist hier beispielsweise die Kompetenz, visuelle Signale aus der Maschinensteuerung – etwa digitale Fehleranzeigen oder Anzeigen der Prozessvisualisierung – zu interpretieren, zu priorisieren und entsprechende Aktionen einzuleiten. Parallel dazu gilt nach wie vor, dass die Fach-

kräfte sich auf ihr Erfahrungswissen verlassen müssen: Dies betrifft z.B. das Wahrnehmen und Interpretieren der Geräusche der Anlage und das Wissen darum, dass Wartungsintervalle abhängig von dem Auslastungsgrad und weniger von den Herstellerangaben sind.

Projektorientiertes Arbeiten: Neben der Prozessorientierung entstehen für die mittlere Qualifizierungsebene – insbesondere für Techniker und Meister - durch die zunehmende Projektorientierung neue Kompetenzanforderungen. Da Projektarbeit in der Regel als „add-on“ zum Alltagsgeschäft erfolgt, wird eine systematische Herangehensweise an die Projektumsetzung umso notwendiger. Neben Fragen der Strukturierung und Priorisierung von Aufgaben wird dabei der Aspekt der Mitarbeiterführung als besonders herausfordernd betrachtet. Da sich Führung in der Projektarbeit vielfach nicht aufgrund der Hierarchie legitimiert, muss sie durch Argumente immer wieder neu hergestellt werden. Neben dem berufsfachlichen Wissen erfordert projektorientiertes Arbeiten daher zusätzliche methodische und soziale Kompetenzen der Beschäftigten. Angesprochen sind hier beispielsweise Anforderungen hinsichtlich der Planung (insbesondere: Termine, Material, Aufwand, Kosten) sowie der Präsentation von Projekt(zwischen-)ergebnissen vor Gruppen unterschiedlicher Größe und Zusammensetzung und Schulung der Beschäftigten bzgl. der Projektergebnisse.

4 Konzepte für arbeitsprozessorientierte Kompetenzentwicklung

In den 1980er Jahren entstanden Arbeits- und Lernaufgaben als neue didaktische Lernform zunächst für die Qualifizierung von An- und Ungelernten. Dass das Konzept der Arbeits- und Lernaufgaben bei An- und Ungelernten seinen Ausgangspunkt hatte, ist dem Anspruch geschuldet, eine Lernform zu entwickeln, die das Praxiswissen und Handeln zum Ausgangspunkt nimmt (Schröder/Dehnbostel 2007). Arbeits- und Lernaufgaben entstanden insbesondere für KMU während in Großbetrieben Lerninseln und Lernstationen entwickelt wurden. Arbeits- und Lernaufgaben betonen den engen Zusammenhang zwischen Arbeiten und Lernen in dem Sinne, dass sich bei der Formulierung der Lernaufgaben die Qualität der Arbeitsaufgabe und die damit verbundenen konkreten Arbeitsinhalte nicht verflüchtigen (Rauner 1995, 352).

Normative Kriterien für Arbeits- und Lernaufgaben (Schröder/Dehnbostel 2007, 293):

- ganzheitliche Arbeits- und Lernvollzüge, in denen gleichermaßen fachliche, soziale und personale Kompetenzen erworben werden,
- Aufgabenbearbeitung erfolgt in Eigenverantwortung verbunden mit Gruppenarbeit,
- Lernprozesse knüpfen an das Erfahrungswissen an und werden mit theoretischem Wissen verbunden,
- Fragen der Arbeitsgestaltung und Arbeitsorganisation werden reflektiert und mit kontinuierlichen Verbesserungsprozessen verbunden,
- die Auswahl der Arbeitsaufgaben trägt zur Kompetenzentwicklung und der Aus- und Weiterbildungsprofile bei.

Bei diesen Gestaltungskriterien handelt es sich um die zentralen Aspekte, die bei der Umsetzung des arbeitsprozessorientierten Lernens im Verbundprojekt *Professio* verfolgt werden. Im Anschluss an Holzkamps Kritik (2004) an dem Lehr-Lern-Kurzschluss, wonach überall dort gelernt wird wo auch gelehrt wird, erfolgt die Umsetzung der *Medi-ALP* vor dem Hintergrund der Annahme, dass Lernen nur dann zustande kommt, „wenn das Subjekt in seinem normalen Handlungsvollzug auf Hindernisse oder Widerstände gestoßen ist“ (Holzkamp 2004, 29) und es gelingt, die Handlungsproblematiken in eine „Lernproblematik“ zu übersetzen. Erst diese „Diskrepanzerfahrung“ (Holzkamp 2004) initiiert Lernprozesse. Angeknüpft wird damit an das Konzept des expansiven Lernens: „Expansives Lernen bedeutet: „Ich“ lerne aufgrund meines Handlungsproblems genau das, was ich lernen muss, um meine Aktivitäten fortzusetzen und meine Handlungsmöglichkeiten zu erweitern“ (Grotlüschen 2005, 18). Als Grundannahme gilt die Abkehr von einer Belehrungskultur zugunsten der Beschäftigten als Lernende. Im Vordergrund steht die Frage: Wie können Kompetenzentwicklung und Wissensaufbau bei den ausgewählten Beschäftigtengruppen ermöglicht werden? Die Lerngegenstände und/oder Lerninhalte werden so ausgewählt und strukturiert, dass sie die Adressaten als Subjekte ernst nehmen, ihre Lebenserfahrungen und Lerninteressen berücksichtigen und an ihr Vorwissen und ihre Voreinstellungen anschlussfähig sind. Die Lerninhalte werden so ausgewählt und strukturiert, dass an konkreten Einzelbeispielen verallgemeinerbare Erkenntnisse gewonnen werden können (exemplarisches Lernen).

Auf das Verbundprojekt Professio und das betriebliche Anwendungsfeld übertragen, führten diese Überlegungen zu folgenden Konkretisierungen:

- Umsetzung der Medi-ALP durch die Methode des *Agilen Lernens*. Lerninhalte sind Methoden und Instrumente des Projektmanagements, die sich inhaltlich an den konkreten Arbeitsaufgaben der Beschäftigten orientieren.
- Umsetzung der Medi-ALP durch die Methode des *Micro-Learning*. Die Kompetenzentwicklung richtet sich hier auf die Verbesserung der Kenntnisse der Anlage. Gegenstände des Lernens sind das Zusammenwirken der vernetzten Komponenten sowie die Funktionsweisen im Kontext der Anlage. Lernziele sind
- Aufbau und Sicherung von Prozess- und Anlagenverständnis.
- Expertiseaufbau im Bereich der aktuellen Technik, damit Beschäftigungsfähigkeit erhalten bleibt.

Die Lerninhalte werden so ausgewählt und strukturiert, dass an konkreten Einzelbeispielen verallgemeinerbare Erkenntnisse gewonnen werden können (exemplarisches Lernen).

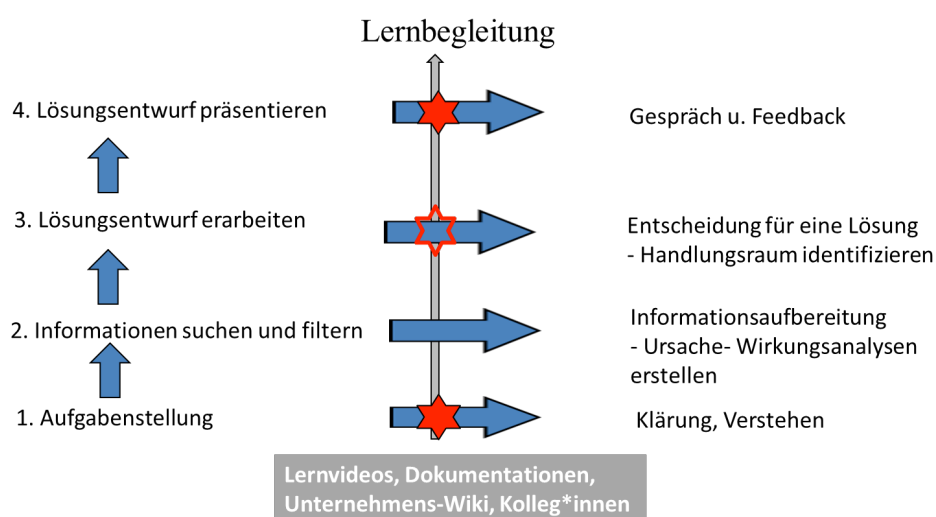


Abbildung 6: Didaktisches Modell für mediengestützte Arbeits- und Lernprojekte (Medi-ALP)

4.1 Microlearning und die Struktur des Lernmanagementsystems für das mediengestützte Arbeits- und Lernprojekt „Anlagenverständnis“

Das Konzept des Microlearnings stellt Lerninhalte zur Verfügung, wann und wo die Fachkraft sie benötigen – direkt am Arbeitsplatz. Durch die zunehmende Verbreitung von mobilen Endgeräten gewinnt das Mobile Learning – das Lernen und Informieren mit portablen Endgeräten (Tablets, Netbooks und Smartphones), die einen direkten Zugriff auf die benötigten Informationen und das Wissen ermöglichen – an Bedeutung. Beim Microlearning werden die Potenziale mobiler Endgeräte für Arbeits- und Lernaufgaben genutzt und durch reale betriebliche Arbeitsaufgaben erweitert, denen die Gegebenheiten der betrieblichen Arbeitsumgebung zugrunde liegen. Mit der Methode des Micro-Learning werden (1) kleine thematische und mediengestützte Lerneinheiten geschaffen, die sich strukturell in bestehende Arbeitsprozesse integrieren.

ren lassen, (2) ein Minimum infrastruktureller und organisationaler Unterstützung erfordern und sich (3) thematisch auf die Kompetenz „Anlagenverständnis“ beziehen.

Was macht „Micro Learning“ aus?

Wo: Am Arbeitsplatz

Was: Mikro-Phänomene in Mikro-Einheiten

Wie & Wann: selbstgesteuert und geführt, niedrighschwelliger Zugang

Womit: Handbücher, Videos, annotierte Bilder, Kolleg*innen

Lernsicherung: Mikro-Tests und Austausch

Die Kompetenzentwicklung richtet sich hier auf die Verbesserung der Kenntnisse der Anlage. Gegenstände des Lernens sind das Zusammenwirken der vernetzten Komponenten sowie die Funktionsweisen im Kontext der Anlage. Lernziele sind

- Aufbau und Sicherung von Prozess- und Anlagenverständnis,
- Expertiseaufbau im Bereich der aktuellen Technik, damit Beschäftigungsfähigkeit erhalten bleibt,
- Technik und das Zusammenwirken der vernetzten Komponenten der Anlage verstehen und analysieren können.

Der im Vorhaben gewählte Ansatz umfasst videobasierte Micro-Lern-Einheiten. Dabei wurden sowohl eine Lernplattform aufgesetzt, die ein innovatives Interaktionskonzept ermöglicht, als auch speziell auf diesen Lernanlass konzipierte Video-Sequenzen und interaktive Grafiken erstellt und entsprechend den Abschnitten Produkt, Zuführprozess, Produktionsprozess didaktisch aufbereitet. Die Videos wurden an der Fertigungsanlage mit Hilfe einer Action-Cam aufgenommen, um automatisierte, „gekapselte“, Fertigungsprozess sichtbar zu machen. Zwei Aspekte sprechen für den Einsatz von Videos. Angesichts der Bildhaftigkeit der meisten digitalen Medien erfolgt Kommunikation heute zunehmend visuell oder audiovisuell. Texte sind nicht länger das primäre Medium für Wissensvermittlung. Neben der bildhaften Vermittlung von Wissen, sind zweitens die Lernpotenziale von Videos insbesondere bei schwer zugänglichen Arbeitsprozessen hervorzuheben.

Technische Voraussetzungen und Inhalte des Lernmanagementsystems (LMS)

In dem Lernmanagementsystem stehen den Beschäftigten zu verschiedenen Arbeits- und Produktionsschritten der Anlage (genannt: Zellen), die wiederum in einzelne Module unterteilt sind, unterschiedliche Dokumente zur Verfügung, die im Folgenden näher erläutert werden:

- Anlagen-Update (Tech-Blog): Hier finden die Fachkräfte für Technik chronologisch und thematisch sortierte Änderungen an der M-Teleskop-Anlage. Diese Änderungen an der Anlage werden von den Prozessingenieuren im Lernsystem aktualisiert. Zur Veranschaulichung können Bilder hinzugefügt werden.
- Problemlösungen/Dokumente: Hier sind Dokumente hinterlegt, die bei der Entstörung und bei Problemlösungen unterstützen.

- **Wartungsvorschriften:** Hier finden die Beschäftigten Inspektionsplan-Checklisten zur Wartung bestimmter Bauteile bzw. Anlagenteile in tabellarischer Form
- **Ersatzteile:** Dieser Reiter ermöglicht die Suche nach Ersatzteilen direkt auf dem Tablet.
- **Diskussion:** Hier können Fachkräfte für Technik mit ihren Kolleg*innen diskutieren.

Die technische Basis des entwickelten und erprobten Lernmanagementsystems (LMS) bildet das Open Source Content Management System (kurz: CMS) Wordpress. Wordpress ist das weltweit weitverbreitetste CMS und erfreut sich einer großen Beliebtheit in vielen Anwendungsbereichen aufgrund seiner umfangreichen Basisfunktionalitäten und seiner vielfältigen Erweiterungspotenziale. Historisch betrachtet ist Wordpress als Blog-Software konzipiert und entwickelt worden, es hat sich jedoch in den vergangenen Jahren mit stetigem Wachstum der Wordpress-Community immer stärker in Richtung auch in Richtung eines klassischen CMS entwickelt, ohne dabei an Funktionalität als Blog-System einzubüßen.

Zur Anzeige und Pflege des Lernmanagementsystems auf Wordpress-Basis ist als einziges Werkzeug ein digitales Endbenutzergerät mit einem Browser notwendig. Von jedem Smartphone, Tablet oder Desktop-Computer kann theoretisch eine Verbindung zum LMS über das Hypertext Transport Protokoll aufgebaut werden. Für die Facharbeiter an der Produktionsanlage wurde das LMS zentral gehostet und ein Tablet zur Anzeige zur Verfügung gestellt. Die Facharbeiter können somit während des Arbeitsprozesses auf das System zugreifen. Im LMS wurde zunächst eine grafische Benutzeroberfläche entwickelt, die es erlaubt, Informationen und Inhalte für Facharbeiter an der Anlage schnell und übersichtlich darzubieten (vgl. Potenzial 1: Verfügbarmachen von Informationen und Inhalten). Aufgrund der Anforderung, dass von einem Tablet auf das System zugegriffen werden kann, wurde die Benutzeroberfläche des Systems auf diesen speziellen Anwendungsfall adaptiert. Über eine Startseite kann der Nutzer im System zu spezifischen Anlagenteilen des M-Teleskops navigieren (vgl. Abb. 7).

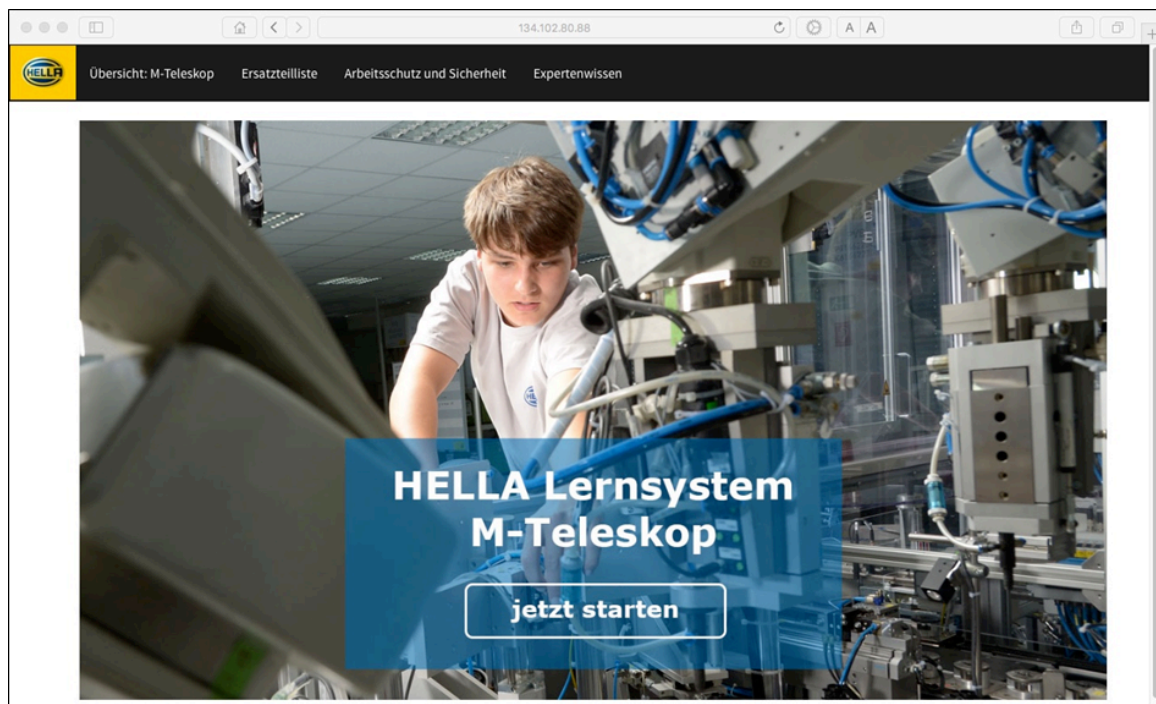


Abbildung 7: Startseite des browserbasierten Lernmanagementsystems „M-Teleskop“

Hierzu ist eine schematische Darstellung (Draufsicht) der Anlage als Navigationselement hinterlegt. Der Nutzer tippt auf dem Tablet, je nachdem zu welcher Zelle bzw. zu welchem sich darin befindenden Modul er Informationen benötigt, auf das entsprechende Navigationselement und wird dorthin weitergeleitet (vgl. Abb. 8).

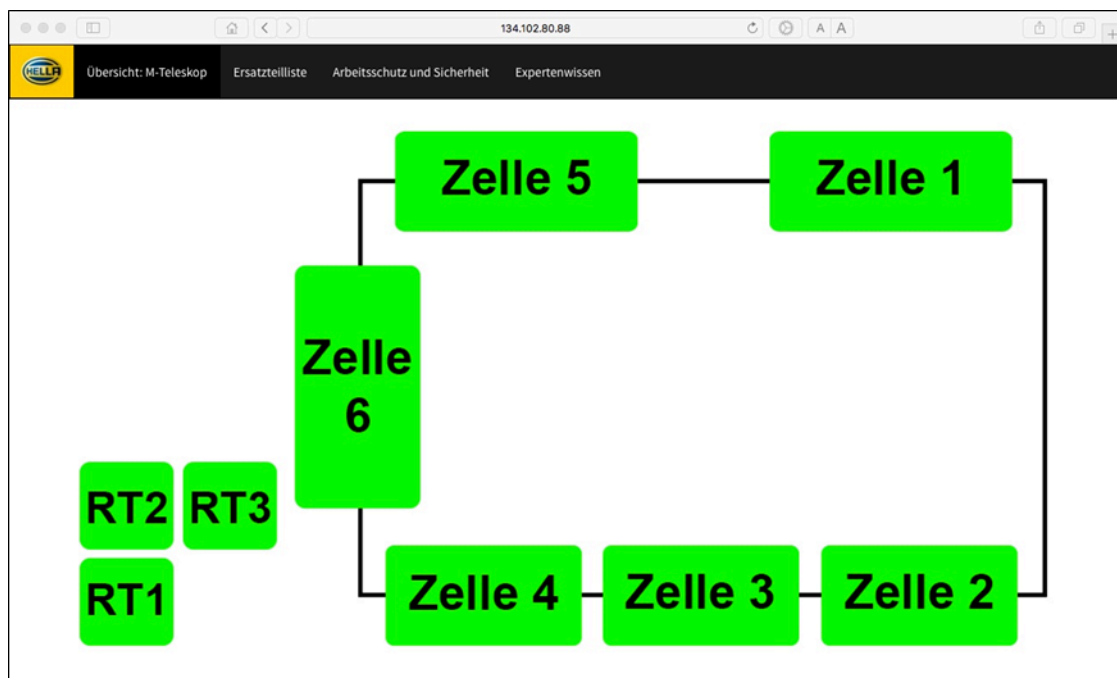


Abbildung 8: Schematische Darstellung der Produktionsanlage in der Draufsicht zur Navigation im Lernmanagementsystem

Nachdem die Zelle bzw. das Modul in der Navigation angewählt wurden, wird auf dem Tablet eine neue Anzeigeseite aufgerufen. Hier findet der Facharbeiter Informationen zur jeweils ausgewählten Zelle bzw. zum jeweils ausgewählten Modul. Die

Fachinformationen der M-Teleskopanlage ist hier in Form von so genannten Slidern integriert (vgl. Abb. 9, 10).

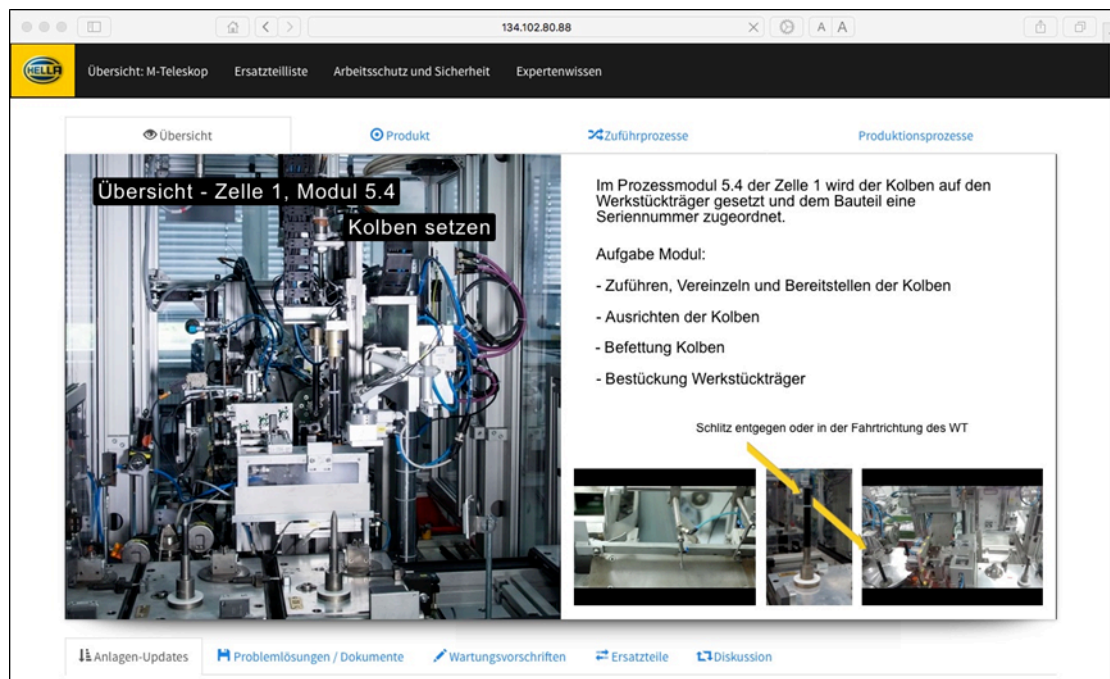


Abbildung 9: Darstellung der „Slider“ im Lernmanagementsystem

Slider sind grafische Anzeigeelemente, die aus mehreren „Blättern“ bestehen können und mit einer Präsentationsdatei in Powerpoint verglichen werden können. In diesen Slidern sind Informationen zur Zelle bzw. zum Modul der M-Teleskop-Anlage hinterlegt, für die insbesondere die Potenziale des Visualisierens und Animierens genutzt wurden (vgl. Potenzial 2: Visualisieren, Animieren und Simulieren).

Für jedes Modul wurden vier Reiter gestaltet, die unterschiedlich kodierte Informationen enthalten (vgl. Abb. 10, 11):

1. Fotos der Anlage, auf denen wichtige Bauteile speziell markiert wurden
2. Prozessvideos, in denen eine Actionkamera auf einen Werkstückträger montiert wurde und in denen man den Produktionsprozess von innerhalb der gekapselten Anlage begutachten kann
3. Erläuterungen in Textform
4. Animierte Text- und Bildelemente in einem bestimmten Ablaufschema, um die Prozesse der Anlage zu verdeutlichen
5. Interaktive Grafiken, z. B. mit so genannten HotSpots, auf die der Facharbeiter tippen kann, um weitere Informationen zu erhalten.

Über eine grafische Navigation mit mehreren Reitern können die Facharbeiter auswählen, welche Informationen sie zum jeweilig angewählten Modul angezeigt bekommen möchten. Es gibt erstens einen Slider, der einen Überblick zum Modul bietet (Slider: „Übersicht“). Zweitens wurde jeweils ein Slider pro Modul entwickelt, der beschreibt, wie sich das Produkt im Modul weiterentwickelt (z. B. Dichtringe montieren oder ähnliches). Drittens ist jeweils ein Slider entwickelt worden, der Zuführprozesse visualisiert (vgl. Abb. 10). An verschiedenen Stellen der Anlage werden bestimmte Bauteile (Dichtringe, Düsen o.Ä.) oder Rohstoffe (z. B. Fette) zugeführt, die hier gesondert aufgegrif-

fen werden. Schließlich ist für jedes Modul ein Slider zum Produktionsprozess verfügbar. Im LMS ist der gesamte Produktionsprozess (inkl. aller Zuführprozesse und Informationen zum Produkt) der M-Teleskopanlage strukturiert und systematisiert hinterlegt (vgl. Potenzial 4: Strukturieren und Systematisieren).

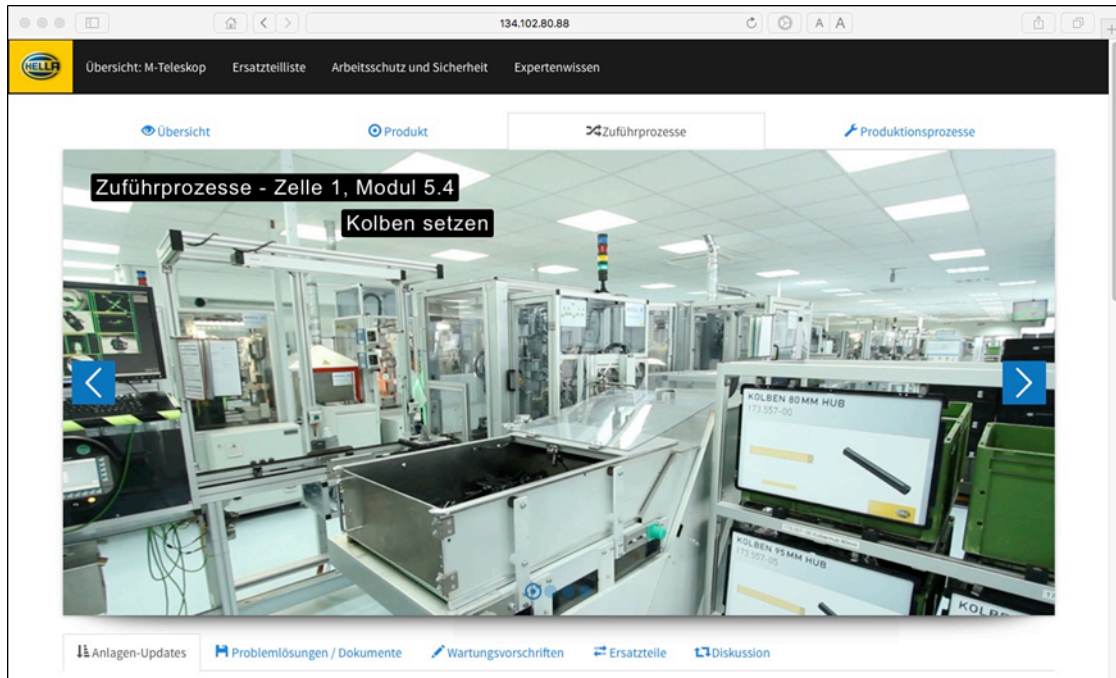


Abbildung 10: Reiter mit Informationen zu Zuführprozessen zur Zelle 1, Modul 5.4 – „Kolben setzen“

Neben den vier zuvor beschriebenen Reitern und den integrierten Slidern, sind weitere Informationen und Funktionalitäten im LMS hinterlegt. Hier gibt es unterhalb der vier Hauptreiter fünf weitere Reiter, die spezifische Funktionen erfüllen: Erstens ist hier der Reiter „Anlagen-Updates“ zu nennen (vgl. Abb. 11).

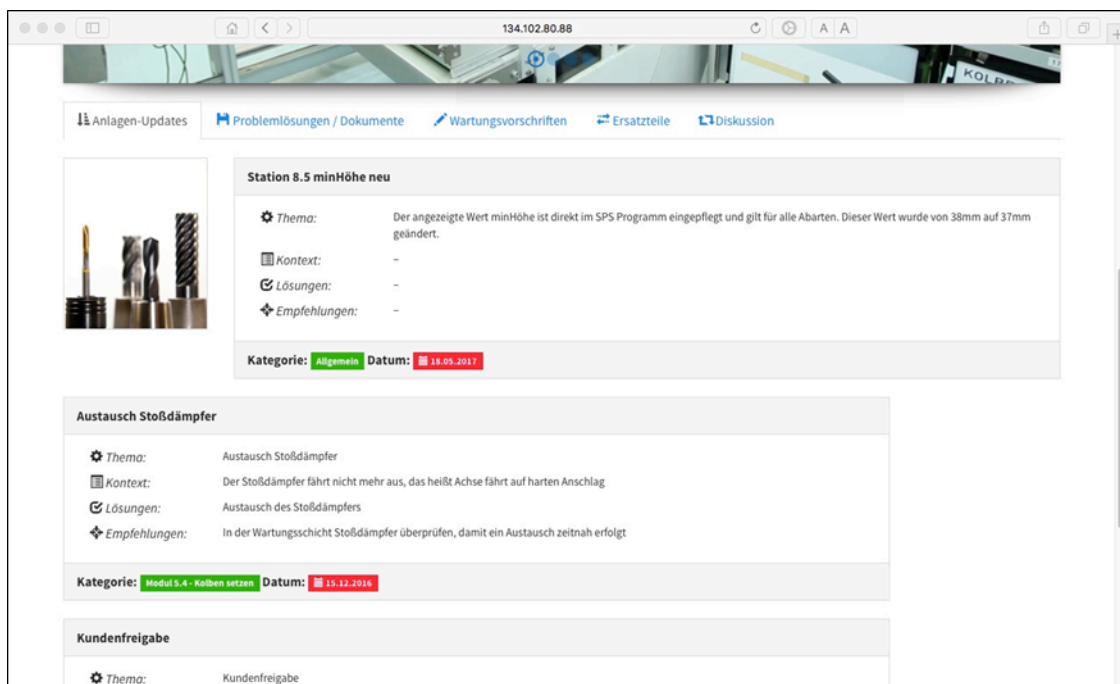


Abbildung 11: Chronologische Darstellung der „Anlagen-Updates“

Ingenieure, Betriebs- bzw. Bereichsleiter können hier Änderungen an der Anlage im LMS nach einem definierten Fragen- bzw. Kategorienschema dokumentieren. Diese Änderungen tauchen dann chronologisch und nach einzelnen Modulen sortiert in der Anzeigemaske auf, die für den Facharbeiter einsehbar ist. Facharbeiter sind somit immer über Neuerungen an der Anlage informiert.

Zweitens sind unter dem Reiter „Problemlösungen/Dokumente“ Hella-interne Entstörroutinen, Rüsthilfen und weitere Dokumentationen hinterlegt. Sie liegen zur direkten Einsicht größtenteils als PDF-Dokumente bereit und können vom Facharbeiter digital auf dem Tablet eingesehen werden (vgl. Abb. 12).

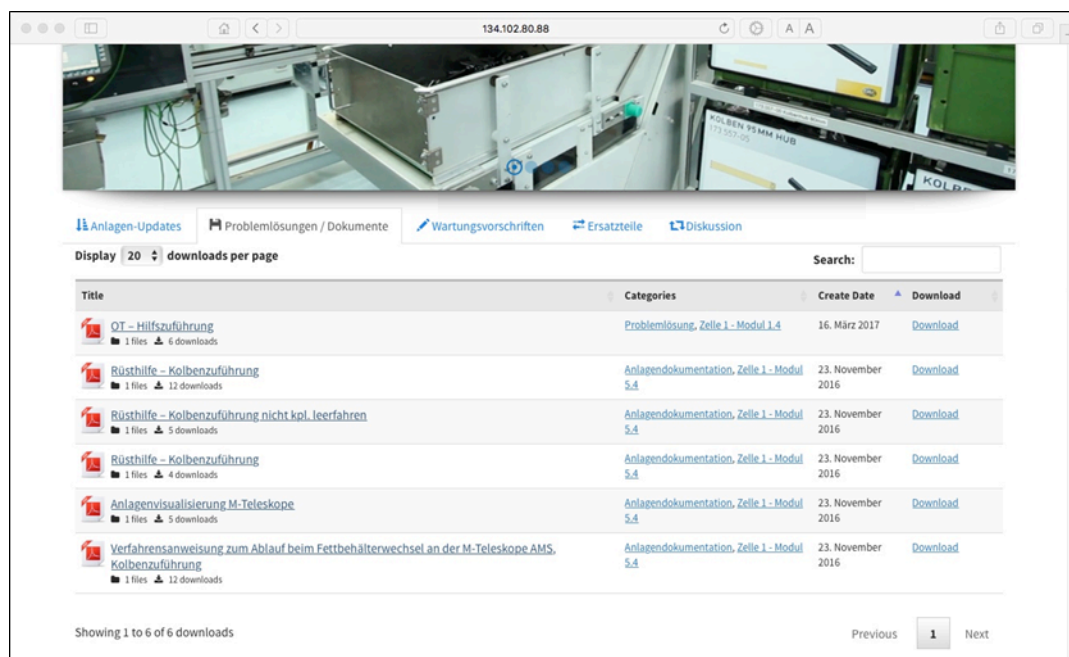


Abbildung 12: Der Bereich „Problemlösungen/Dokumente“ im LMS

Drittens ist der Reiter „Wartungsvorschriften“ angelegt. Hier ist eine Inspektionsplan-Checkliste hinterlegt. Diese zeigt an, welche Anlagenteile in welchem Zyklus zu inspizieren sind. Viertens ist im LMS eine Ersatzteilliste in tabellarischer Form für die M-Teleskop-Anlage hinterlegt. Der Facharbeiter kann hier nach entsprechenden Ersatzteilen suchen und Informationen zu Materialnummern, Preisen, Lagerstätten, Zulieferern etc. finden (vgl. Abb. 13). Im Gegensatz zu den bisher nur in Papierform vorliegenden Listen bietet das digitale System die Möglichkeit, Spalten und Zeilen zu sortieren und nach bestimmten Materialbezeichnungen eine Textsuche zu den Ersatzteilen vorzunehmen.

Ersatzteilübersicht-M-Teleskope_M54.csv

10 Einträge anzeigen Suchen:

Bezeichnung		Bemerkung	Preis	Equipment	Lieferant	Platz	Material
Greiferfinger	10x11x39,5	3 x ist ein Satz	85	10073767	bwm	1G13	779.420-30M
Linearantrieb	DGC-25-300-KF-YSR-A-+ZUB-F2H		332,68	10073767	Festo	5B30	779.420-31M
3-Fingergreifer	MPZ 30 IS ZH		363	10073767	Schunk	5D1	779.419-47M
Weggaufnehmer	PMS-1-A-300-S-2442		230,5	10073767	Megatron	5A28	779.419-97M
Positionsgeber	123387		24	10073767	Megatron	2B20	779.420-32M
Schwenkmodul	DSM-8-180-P-A-FW	b2b	68,15	10073767	Festo	2A4	779.419-46M
Revolveranschlag	PRVA 6M 1045		200,3	10073767	Somatec	3I8	779.420-34M
Zentrischgreifer	MPZ 30-A5			10073767	Schunk	Im linken Schrank St.5	
Bolzen	RD. 12 x118		130	10073767	bwm	1G13	779.420-35M
Hebel	10x5,8x100		60	10073767	bwm	1H15	779.420-36M

1 bis 10 von 23 Einträgen Zurück Weiter

Abbildung 13: Digitale Ersatzteilliste im LMS

Fünftens ist unter dem Reiter „Diskussion“ ein Forum hinterlegt, in dem die Facharbeiter Probleme und Anregungen diskutieren können (vgl. Potenzial 3: Kommunizieren und Kooperieren).

Unabhängig von der Anlagenstruktur in Zellen und Modulen, wurden im LMS übergeordnete Navigationselemente entwickelt. Hierzu zählt ein Bereich, in dem Informationen zum Arbeitsschutz und zur Arbeitssicherheit hinterlegt sind. Facharbeiter erhalten hier ebenfalls digital eine Aufstellung der relevanten Sicherheitshinweise für die Produktionsanlage „M-Teleskop“. Hierzu gehören beispielsweise Betriebsanleitungen zu bestimmten Betriebsstoffen (brennbare Flüssigkeiten und Schmierstoffe) und Hinweise zu Aufbewahrung und Lagerung dergleichen (vgl. Abb. 14).

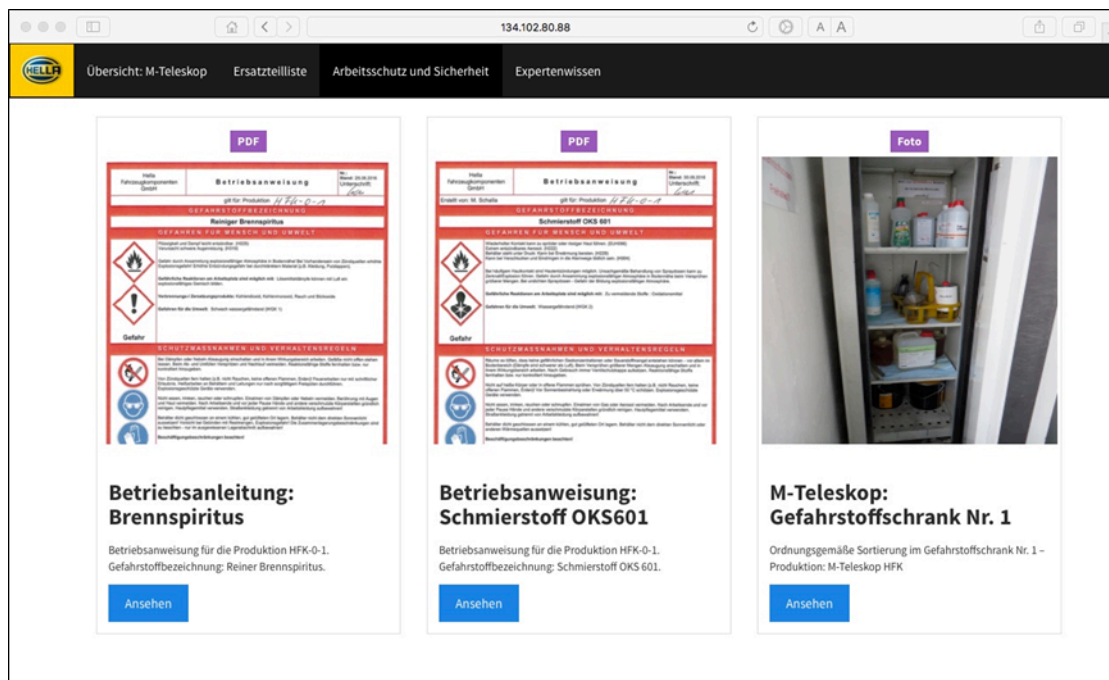


Abbildung 14: Bereich „Arbeitsschutz und Sicherheit“ im Lernmanagementsystem

Da in vielen Zellen und Modulen der Produktionsanlage komplexe technische Bauteile installiert sind, deren Funktionsweise auf den Slidern aufgrund der prozessorientierten Ausrichtung der Darstellung nur eingeschränkt erläutert werden kann, wurde ein eigenständiger Bereich für so genanntes Expertenwissen entwickelt. Hier können Facharbeiter unabhängig von der Struktur aus Zellen und Modulen zur gesamten Anlage Informationen zu speziellen technischen Bauteilen der Anlage erhalten. Dazu gehören beispielsweise verbaute Lichtschranken, Sensoren, programmierbare Schalter etc (vgl. Abb. 15). Facharbeiter können hier selbstbestimmt entscheiden, welche Informationen für sie relevant sind und sich diese unmittelbar auf dem Tablet öffnen.

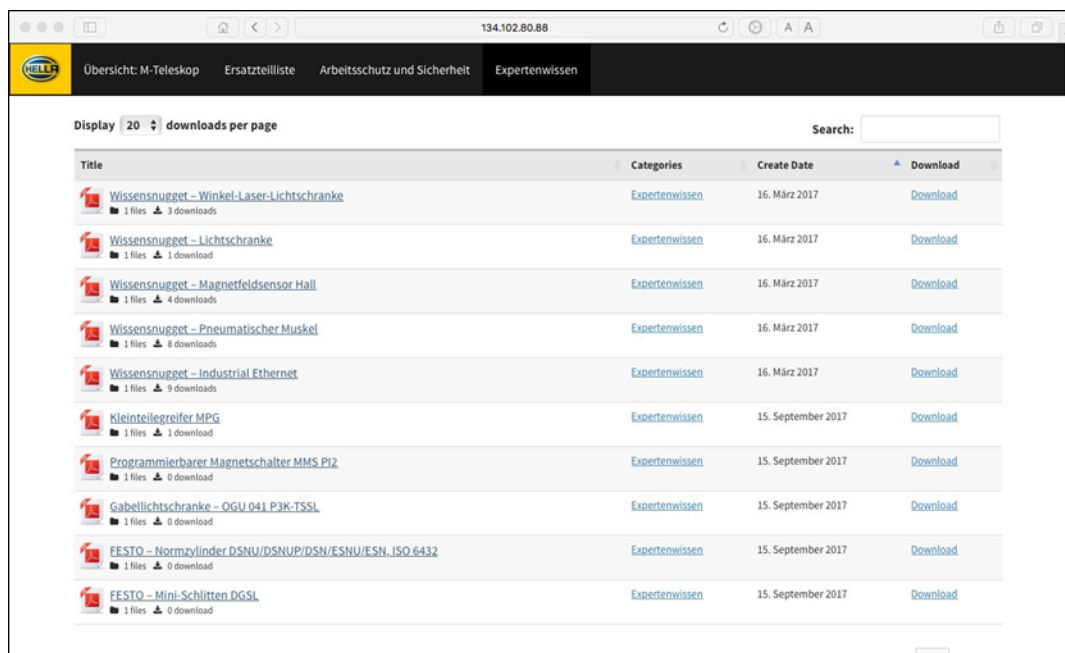


Abbildung 15: Im LMS implementiertes „Expertenwissen“ zu spezifischen technischen Bauteilen der M-Teleskop-Anlage

4.1.1 Arbeits- und Lernprojekt „Anlagenverständnis“

Bei den ALP handelt es sich um eine Lernform, die das selbstständige Vorgehen und Erarbeiten in den Mittelpunkt rückt:

- ein ALP kann von einer Einzelperson oder im Lernteam (kooperatives Lernen) umgesetzt werden;
- der Lernprozess bei der Durchführung eines ALP ist selbst gesteuert; er wird durch Lern- und Fachberater unterstützt;
- enge oder offene Steuerung des Lernprozesses

Die Umsetzung der Medi-ALP erfolgt durch die Bearbeitung von problemorientierten Aufgaben, die sich an der Leittextmethode orientieren. Dazu erhalten die Beschäftigten

- verschiedene Unterlagen – Lernvideos, unternehmensinterne Dokumentationen,
- die Unterstützung durch Kollegen und Kolleginnen

Die ALP adressieren unterschiedliche Wissens Ebenen:


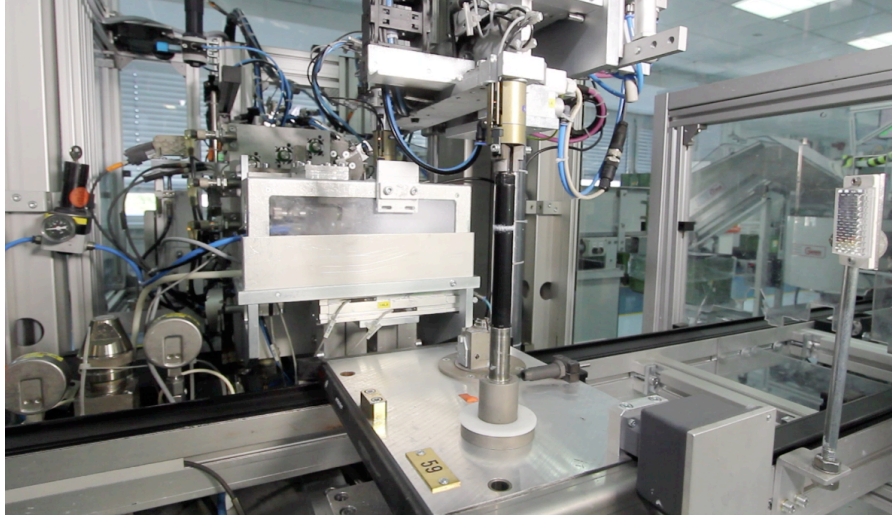
Wissensebenen	Kontext		Mögliche Inhalte
Orientierungs- und Überblickswissen	Fertigung		Zusammenarbeit, TPM, KVP, Informationsweitergabe, Schichtübergabe, Wissensmanagement etc., Produktwissen,
Zusammenhangswissen	Anlage		Anlage & Prozesse, Kommunikation der Anlagenbestandteile, MES-System, ERP-System, Produktionsprozess
Detail- und Funktionswissen	Modul/Fertigungszelle		Netzwerke, Datenübergabe, SPS, Programmierung
Fachsystematisches Wissen	Komponenten		Funktionsweise von Anlagenbestandteilen wie Sensoren, Aktoren, CCD, Laser, Robotik etc.

Abbildung 16: Wissens Ebenen der ALP

Beispiel für eine Arbeits- und Lernaufgabe: Lerninhalt: Produkt

1. Im ersten Arbeitsschritt der Zelle 1 werden im Modul 5.4 die Kolben auf den Werkstückträger (WT) gesetzt. Was kann passieren, wenn der Kolben falsch ausgerichtet wird? (z.B. Schlitz nicht in Fahrtrichtung)?



- 1.1. In welcher Station hat dies Auswirkung und warum?
-
-
-

Verfügbare Lerninhalte: HELLA-Lernsystem, erfahrene Kollegen, Qualitätssicherung

- 1.2. In welcher Station ist vermutlich die Ursache zu finden? Begründen Sie Ihre Überlegungen
-
-
-

Verfügbare Lerninhalte: HELLA-Lernsystem, erfahrene Kollegen, Qualitätssicherung

- 1.3. Was passiert, wenn ein falscher Kolben zugeführt wird?
-
-
-

4.1.2 Evaluationsergebnisse

Die Pilotierung des LMS inklusive des mediendidaktisch begründeten Einsatzes von Tablets an der M-Teleskop-Anlage zeigte die grundsätzliche Tragfähigkeit des Ansatzes und darüber hinaus, dass digitale Medien auch im Kontext von industrieller Facharbeit durchaus Potenziale besitzen, Lernprozesse zu imitieren und zu unterstützen. Grundsätzlich ist das LMS wie zuvor beschrieben, auf der Grundlage eines Open Source Content-Management-Systems entwickelt und erprobt worden. Es ist somit quelloffen sowie beliebig erweiterbar. Auch über die Projektlaufzeit hinaus kann das System von Hella Fahrzeugkomponenten GmbH angepasst und erweitert werden. Zukünftige Veränderungen an der M-Teleskop-Anlage können aufbereitet und im Lernmanagementsystem hinterlegt werden. Prinzipiell ist es auch möglich, das Lernmanagementsystem über die M-Teleskop-Anlage hinweg an anderen Produktionsanlagen einzusetzen. Das LMS ist so strukturiert, dass beliebig weitere Strukturierungen implementiert und Navigationselemente hinzugefügt werden können.

Um Aufschluss über die Handhabung und Benutzerfreundlichkeit des mediengestützten Arbeits- und Lernprojekts „Anlagenverständnis“ zu gewinnen, ging der Erprobung der Arbeits- und Lernaufgaben ein Usability-Test voraus. Ein erster Usability-Test im Dezember 2016 ergab, dass das Postprocessing der Videos samt inhaltlicher Erklärungen, die Erstellung der interaktiven Inhalte und der Plattform an sich aufwendiger sind als bei der Planung gedacht. Zudem zeigte der Usability-Test, dass das zentrale Systemhosting (LMS ist auf einem zentralen, an das Internet angeschlossenen Server installiert und kann über das betriebsinterne WLAN über das eingesetzte Tablet direkt im Arbeitsprozess genutzt werden) und der Zugriff über das Internet aufgrund zu vieler Störsignale im betrieblichen Umfeld der Anlage nicht zufriedenstellend funktioniert. Die Reichweite und Performanz des betriebseigenen WLAN wurde von allen Beteiligten als ungenügend identifiziert. Infolgedessen war die Suche nach einer Alternativlösung notwendig. Als Alternativlösung konnte ein autark lauffähiger Raspberry-Pi Access-Point mit dem LMS bestückt werden. Das LMS wurde folglich vor der zweiten Erprobung zunächst auf dem Raspberry Pi installiert (Synchronisation der Daten zwischen Raspberry-Pi und ursprünglichem Server) und das Gesamtsystem hinsichtlich Geschwindigkeit und Datensicherheit auf die betrieblichen Erfordernisse angepasst.

Die Erprobung des mediengestützten Arbeits- und Lernprojekts Anlagenverständnis erfolgte über einen Zeitraum von 6 Wochen, so dass alle Beschäftigten der Anlage die Möglichkeit hatten, auf das Tablet zuzugreifen. Neben dem Tablet wurde den Beschäftigten

- a) die Arbeits- und Lernaufgaben ausgehändigt, die als Paper/Pencil-Variante individuell zu bearbeiten waren;
- b) zu allen fünf Modulen in Zelle 1 wurde eine Lern- und Arbeitsaufgabe gestellt und den Beschäftigten ausgehändigt. Die Arbeitsaufgaben waren so angelegt, dass die Lösung nicht alleine durch die Inhalte auf dem Tablet erarbeitet werden konnte, sondern zusätzliche „Hilfsmittel“ notwendig waren: eigenes Erfahrungswissen, Kolleg*innen, Hella-Lernsystem, Brofessio-LMS
- c) eine Anleitung und Erläuterungen zum Hella-Lernsystem sowie eine
- d) Kurzanleitung für die Nutzung des Tech-Blogs.

Bei der Umsetzung standen zwei Fragen im Vordergrund:

1. Zunächst ging es darum, herauszufinden, ob und in welchem Maße die Nutzung des Tablets im Arbeitsprozess möglich ist und damit verbunden die alltägliche Arbeit Lerngelegenheiten zulässt.
2. Die zweite Frage konzentrierte sich auf die Einsatzmöglichkeiten des Medi-ALP, und hier insbesondere auf die Frage, welche Zielgruppen erreicht werden können und welche Themen sich für mediengestützte Lernprozesse eignen.

Ergebnisse

Die im Folgenden vorgestellten Ergebnisse basieren auf einer Fragebogenerhebung und einem Feedbackgespräch mit den Beschäftigten. Teilgenommen haben insgesamt zehn Beschäftigte. Dabei konnten verschiedene Altersgruppen erreicht werden. Fünf Beschäftigte waren zwischen 40 und 50 Jahren, ein Teilnehmer über 50 Jahre und vier Teilnehmer zwischen 21 und 25 Jahren. Unter den Befragten war eine weibliche Beschäftigte. Das Durchschnittsalter betrug 35,4 Jahre. Entsprechend verteilte sich auch die Berufserfahrung. Hier lag der Durchschnitt bei 15,4 Jahren (vgl. Abb.17). Die Mehrheit der beteiligten Beschäftigten hat eine betriebliche Ausbildung im gewerblich-technischen Bereich absolviert, ein Mitarbeiter hat eine Ausbildung im Handwerk abgeschlossen. Unter den teilnehmenden Beschäftigten waren drei Auszubildende. Keiner der Beschäftigten nutzt bislang für die Erledigung seiner Aufgaben ein mobiles Endgerät.

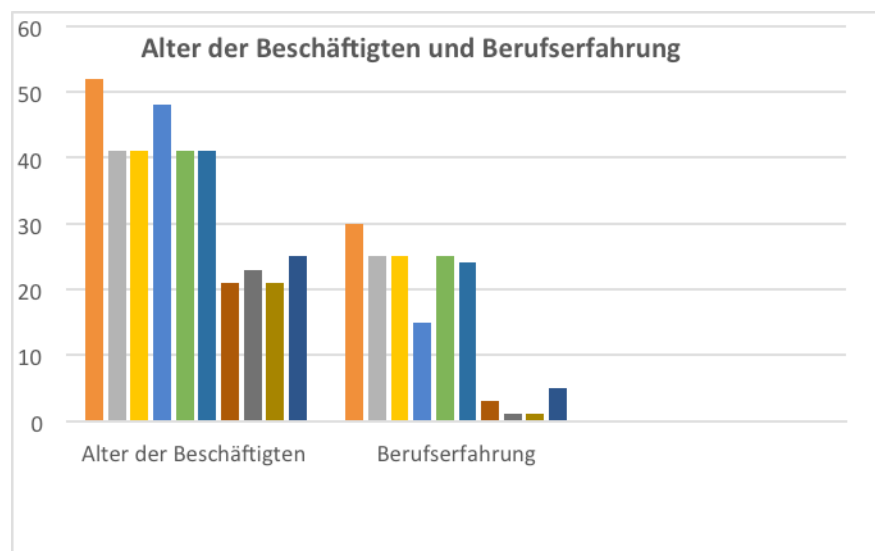


Abbildung 17: Alter und Berufserfahrung der Teilnehmer*innen

Möglichkeiten, im Arbeitsprozess zu lernen

Die Erprobung des mediengestützten Arbeits- und Lernprojekts „Anlagenverständnis“ (Medi-ALP AV) erfolgte im „laufenden Betrieb“, d.h. bei der Umsetzung des Medi-ALP ging es auch um die Frage, ob und in welchem Umfang sich im Arbeitsprozess Lerngelegenheiten ergeben. Die Hälfte der Teilnehmer bewertet die Frage, ob im Arbeitsprozess ein Lernen möglich ist, positiv. Lediglich ein Teilnehmer sieht für diese Art des Lernens keine Gelegenheit in seinem Arbeitsprozess (vgl. Abb. 18).

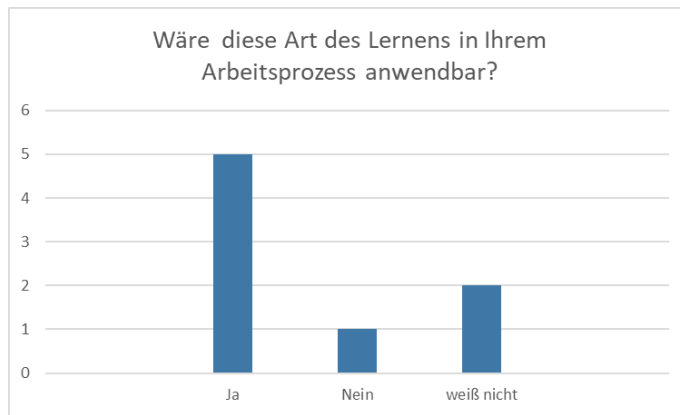


Abbildung 18: Anwendbarkeit des Lernens im Arbeitsprozess

Auf die Frage „Wieviel Zeit pro Arbeitstag können Sie schätzungsweise für diese Art des Lernens verwenden?“ variieren die Antworten zwischen 20 und 120 min, allerdings wird mehrheitlich angenommen, dass rund 30 min Lernzeit während des Arbeitsprozesses möglich seien.

Die Idee, mit einem Tablet zu lernen, stieß bei allen Beteiligten auf große Zustimmung. Die Feedbackgespräche zeigten, dass die Nutzung eines Tablets für die Fachkräfte für Technik auch als eine Aufwertung ihrer Arbeit – bislang verfügen mehrheitlich Ingenieure über mobile Endgeräte bei der Ausübung ihrer Arbeit - und als Symbol für innovatives Arbeiten betrachtet wird.



Abbildung 19: Nutzung des Tablets beim Lernen

Der Schwierigkeitsgrad der Aufgabenstellung wurde von allen Beteiligten als angemessen und praxisgerecht bewertet.

Die Aufgabengestaltung war so angelegt, dass zur Lösung der Aufgaben neben dem Tablet auf andere Lernmaterialien oder andere Lernformate wie etwa der Austausch mit Kollegen und Kolleginnen (Stichwort „soziales Lernen“) notwendig war. Die Ergebnisse der Befragung zeigen, dass durch das Tablet der Austausch mit den Kollegen initiiert wurde.

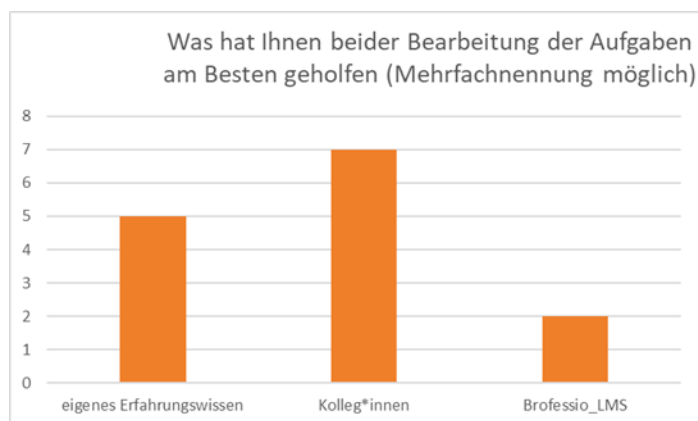


Abbildung 20: Unterstützung bei der Aufgabenbearbeitung

Die Kombination von Medienunterstützung und Paper/Pencil wurde von allen Teilnehmern als positiv bewertet.

Nach der Installation des Lernmanagementsystems auf einen autark lauffähigen Raspberry-Pi Access-Point wurde die Bedienbarkeit des Lernmanagementsystems deutlich positiver bewertet. Die Probleme der ersten Testphase (u.a. lange Ladezeiten, Videos nicht abspielbar) konnten überwunden werden. Insbesondere die jüngeren Beschäftigten in der Altersgruppe 20 bis 30 Jahre bewerteten das LMS positiv.

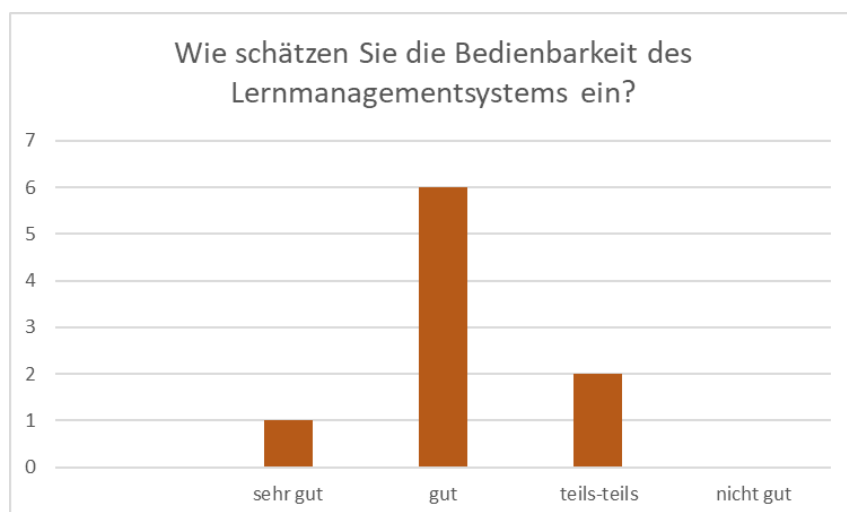


Abbildung 20: Bedienbarkeit des Systems

Zudem wurde die digital verfügbare Ersatzteilliste mit Suchfunktion für alle Module der Zelle 1 als sehr hilfreich empfunden.

Herausforderungen bei der Verknüpfung von Arbeit und Lernen: Das Lernen direkt an der Fertigungsanlage wird von einigen Beschäftigten aufgrund der Umgebungsbedingungen (insbesondere Lärm) als schwierig empfunden. Die Beschäftigten wünschen sich hier mehr „Zeit und Ruhe“, um die Arbeits- und Lernaufgaben bearbeiten zu können. Umgebungsfaktoren wie Lärm und Schichtdruck erschweren es, die Aufgaben zu bearbeiten. Stellvertretend ein Zitat eines Beschäftigten: „Wenn Du da vier, fünf Sätze formulieren willst, dann brauchst Du Ruhe, dann kannst Du das nicht machen, wenn die Anlage läuft“ (I1)

Interaktivität: Die Funktion „Anlagen-Updates“ im LMS wurde in der Erprobungsphase nur wenig genutzt. Hier liegt die Vermutung nahe, dass die Einträge als „Zu-

satzaufgabe“ empfunden wurden und daher nicht in die Arbeitsroutinen integriert wurden. Gleiches gilt für die Rubrik „Diskussion“. Hier gab es kaum Einträge. Eine mögliche Ursache liegt hier in dem Fehlen eines „Kümmerers“.

Zielgruppen: In der Erprobung zeigte sich, dass das LMS „Anlagenverständnis“ die Kompetenzentwicklung bei zwei Beschäftigtengruppen besonders fördert:

- *Neue Mitarbeiter*innen und Springer*innen:* Das LMS unterstützt gerade bei neuen Fachkräften das Verständnis für das Zusammenwirken der einzelnen Komponenten und das Wissen darüber, welche Funktionen die einzelnen Anlagenmodule haben. Hervorzuheben ist, dass das LMS *nicht* die Einarbeitung durch erfahrene Kollegen und Kolleginnen ersetzt, sondern unterstützt – beispielsweise in der Form, dass neuen Kolleg*innen in Zeiten, in denen die Anlage stabil läuft, Gelegenheit gegeben wird, die Arbeits- und Lernaufgaben mit Hilfe des Tablets zu bearbeiten. Dabei geht es in erster Linie nicht darum, die Aufgaben auf Anhieb vollständig korrekt zu bearbeiten, sondern vielmehr darum, *die richtigen Fragen zu stellen* und so einen Austausch und Reflexionsprozess in Gang zu setzen.
- *Erfahrene Fachkräfte:* Erfahrene Fachkräfte nutzen das Medi-ALP, um ihr Wissen aufzufrischen, wenn sie über einen längeren Zeitraum aufgrund von Urlaub oder Freischichten nicht an der Anlage eingesetzt wurden.

Als weitere mögliche betriebliche Themenfelder für das LMS wurden von den Beschäftigten folgende Themen genannt:

- Arbeitssicherheit
- Betriebs- und Gefahrstoffe (u.a. Hinweise im Umgang mit Fetten und Öle).

Nachdem die anfängliche Skepsis und Befürchtung, dass das Tablet in der Einarbeitungsphase neuer Mitarbeiter*innen so eingesetzt wird, dass es menschliche Arbeit ersetzt, beiseite geräumt werden konnte, stieß die mediengestützte Art des Lernens auf große Zustimmung. Als eine Erleichterung der eigenen Arbeit wurde zudem die digitalisierte Ersatzteilliste empfunden. In diesem Zusammenhang wurde auch der Wunsch geäußert, bislang noch analoge Arbeitsaufgaben auf einem Tablet zu digitalisieren. Die Lernmöglichkeiten im „laufenden Betrieb“ sind aufgrund der Arbeitsumgebung begrenzt. Allerdings zeigt das Feedback, dass das Tablet insbesondere bei der Einarbeitung neuer Mitarbeiter*innen als hilfreich angesehen wird. Für erfahrene Fachkräfte hingegen wäre der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben zu erhöhen.

4.2 Agiles Lernen am Beispiel „Projektmanagement“¹¹

Ausgehend von multimethodalen Bedarfsanalysen und kontinuierlich evaluierten Pilotprojekten wurde ein Konzept entwickelt, welches den veränderten Anforderungen einer arbeitsprozessorientierten Kompetenzentwicklung begegnet¹². So haben sich folgende Anforderungen als zentral für eine berufsbegleitende Kompetenzentwicklung herauskristallisiert:

¹¹ Vergleiche auch die Beiträge Longmuß et al. (2016); Longmuß/Höhne (2017).

¹² Für eine detaillierte Darstellung der Analyse- und Evaluationsmethoden sei auf den Artikel von Longmuß et al. (2018) verwiesen.

- **Hohe Skalierbarkeit**, um Qualifizierungsmaßnahmen in sehr unterschiedlichem Umfang möglich zu machen, von wenigen Stunden bis zu mehreren hundert;
- **Inhaltliche Anpassungsfähigkeit**, um neue Themen möglichst schnell aufnehmen zu können und nicht auf einen feststehenden Kanon an Themen festgelegt zu sein;
- **Strukturelle Anschlussfähigkeit** des Konzepts an bereits etablierte Prozessmodelle, Organisationsstrukturen und vorhandene Software-Infrastruktur, um eine möglichst hohe Akzeptanz und Umsetzungsbreite zu erreichen.

Auf dieser Grundlage wurde ein agiles Lernmodell für die berufsbegleitende Kompetenzentwicklung konzipiert, das sich die Erfahrungen des agilen Projektmanagements zunutze macht (Komus et al., 2014). Für das berufsbegleitende Lernen im digitalen Wandel wurden dessen Elemente weiterentwickelt. Diese Lernform ist durch folgende Grundsätze gekennzeichnet:

- Erschließung eigener, arbeitsplatznaher Lernziele mit einem Wechsel von Lern- und Arbeitsphasen,
- Kombination aus Selbstorganisation und sozialem Lernen in Teams, die sich auf der Grundlage von ähnlichen Kompetenzzielen zusammenfinden,
- inkrementelle Etappen des Kompetenzerwerbs unter Nutzung vorhandener medientechnischer Infrastruktur und bedarfs- und zielgruppenorientierter Ergänzungen.

Alternierende Phasen von Lernen, Anwenden und Anpassen.

Gemeinsame Kompetenzziele und selbstorganisierte Kooperation im Team.

Iterative Sprints mit Reflexion und Adjustierung der Lernziele.

Lernprojekte aus realen Arbeitsprozessen mit direkter Anwendungsorientierung.

Rollen und Strukturen im Agilen Lernen

Agile Methoden werden in der Softwareentwicklung mit großem Erfolg für ein erfolgreicheres Projektmanagement mit zufriedeneren und produktiveren Mitarbeiter*innen und Kunden eingesetzt. Eine der bekanntesten agilen Methoden ist *Scrum* (Dräther et al. 2013). In der Scrum-Methode werden die Arbeitsaufgaben in Pakete zerlegt, die während eines sogenannten *Sprints* bearbeitet werden. Während des Sprints arbeitet das Team eigenständig und ohne Veränderungen der Aufgabenstellung durch den Product Owner. Da sich das Produkt „Kompetenzentwicklung“ als Ziel des Prozesses in einigen wichtigen Punkten von dem Ziel unterscheidet, eine Software zu entwickeln, wurden die im Kontext von Kompetenzentwicklung hilfreichen Eigenschaften der Scrum-Methode erhalten und gleichzeitig spezifische Anpassungen vorgenommen. Es wird weiterhin zwischen drei Rollen unterschieden, die jedoch einen anderen Zuschnitt und andere Schwerpunkte erhalten. Die folgende Darstellung der Aufgaben und Interaktionen ist eine Blaupause und muss zielgruppen- sowie unternehmensspezifisch angepasst werden:

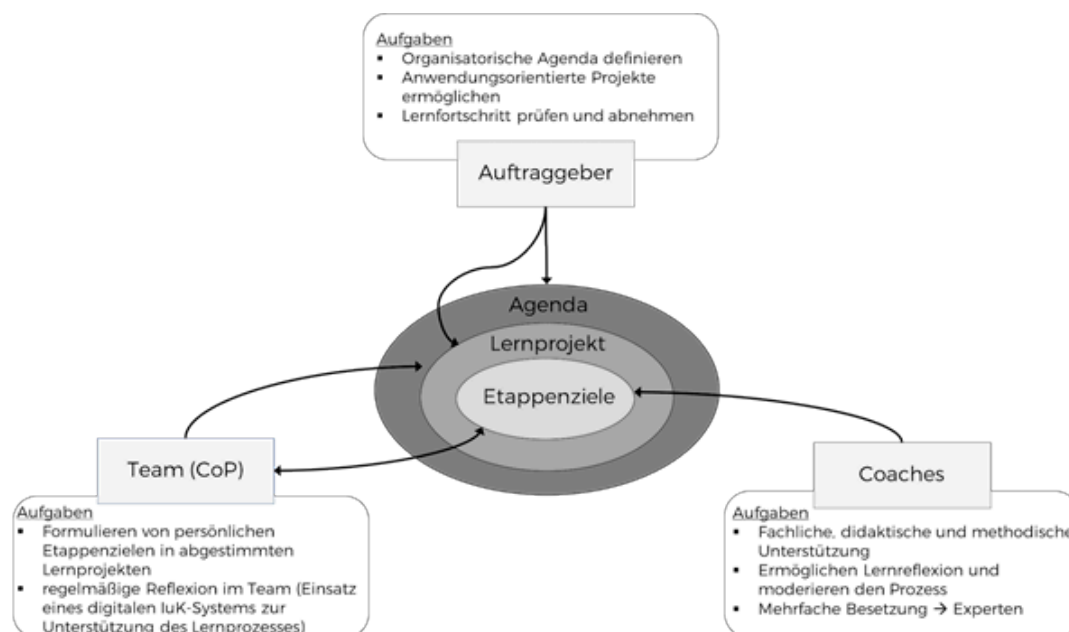


Abbildung 21: Die Rollen im Modell des Agilen Lernens im Kontext der Kompetenzentwicklung

4.2.1 Lernprojekt: Agiles Projektmanagement

Die Teilnehmer für das Arbeits- und Lernprojekt wurden vom Auftraggeber vorgeschlagen. Auswahlkriterien waren Motivation, berufliche Perspektive und ausreichende Möglichkeiten zur Freistellung von der Arbeit. Der Auswahlprozess wurde vornehmlich durch den Wunsch der Auftraggeber gesteuert, Mitarbeiter*innen auf dem Meister- und Technikerniveau zu finden, die das Potenzial haben, sich beruflich weiter zu entwickeln, ohne die Qualifikation eines Ingenieurstudiums aufzuweisen. Einschränkend muss an dieser Stelle gesagt werden, dass die Gewinnung von Beschäftigten für die Teilnahme am Projekt nicht reibungslos verlief. Interessen der Vorgesetzten, nur entwicklungsfähige und -bereite Beschäftigte zu fördern, kollidierten mit einer hohen Arbeitsbelastung und der Bereitschaft gerade der älteren Mitarbeiter*innen, sich freiwillig auf ein zeit- und arbeitsintensives Forschungsprojektes außerhalb der etablierten Standards einzulassen. Hervorzuheben ist, dass trotz eines Altersunterschieds von 14 Jahren (Alter der Teilnehmer zwischen 37 und 51 Jahre) die Affinität zu sozialen Medien und mobilen Endgeräten relativ homogen war. Unterschieden haben sich die Teilnehmer allerdings in ihrem unterschiedlichen Erfahrungswissen und in der Lerngeschwindigkeit. Zudem erwies sich die Terminkoordination parallel zum betrieblichen Alltag als aufwändig; dienstliche Prioritäten, Urlaube und Ausfallzeiten der Teilnehmer und der verschiedenen Stakeholder machten eine intensive Begleitung erforderlich. Darüber hinaus gelang es als wichtige Voraussetzung gerade in der Anfangsphase des Projektes, einen Gruppenarbeitsraum zu finden und diesen für einen Tag pro Woche als Lern- und Rückzugsraum für die Beteiligten einzurichten.

Am Ende des Auswahlprozesses hatte sich eine Gruppe von vier Beschäftigten etabliert, die sowohl das Interesse und die Bereitschaft zur Teilnahme an dem Lernprojekt, als auch die innerbetriebliche Möglichkeit zur Freistellung für das Projekt hatten. Die Teilnehmer waren zwischen 40 und 50 Jahren alt und hatten eine technische Ausbildung (Meister- und Technikerniveau). Als Zeitbudget wurden für die Bearbeitung 200 h je Teilnehmer vereinbart, die über einen größeren Zeitraum (ca. 6 Monate) erbracht werden sollten. Dadurch wurde ein agiles Lernprojekt mit einem

Zeitaufwand von wöchentlich 6 h im Team und einigen Stunden in Einzelarbeit realisierbar. Um den Teilnehmern die Möglichkeit zu geben, sich ausreichend auf das Lernprojekt zu konzentrieren, wurden ein Projektraum bereitgestellt sowie die Freistellung der Beschäftigten für einen Tag pro Woche für das Lernprojekt erwirkt. Das agile Lernprojekt wurde in zwei Module aufgeteilt, die jeweils ihrerseits aus mehrere Etappen bestanden. Das erste Modul fand komplett in Teamarbeit statt und befasste sich mit den „Grundlagen des Projektmanagements“, im zweiten Modul wurde in einer angeleiteten „Anwendungsphase im Arbeitsprozess“ ein aktuelles Projekt aus den Fachabteilungen unter der Leitung des jeweiligen Teilnehmers bearbeitet. Der Zeitaufwand betrug für das erste Modul einen Monat und für das zweite Modul fünf Monate.

Das Lernprojekt wurde von den Forschungspartnern in der Rolle von Coaches begleitet. Diese teilten sich über den Verlauf des Projektes die Rollen einer fachlich-didaktischen (Coach 1) und einer psychologisch-methodischen (Coach 2) Begleitung auf. Konkret wurde durch den Coach 1 vor allem das inhaltliche Thema didaktisch vorangetrieben und ein fachliches Coaching der Teilnehmer ermöglicht. Coach 2 war für das psychologische Coaching der Teilnehmer vor allem in Bezug auf Kommunikationsthemen sowie für die Einhaltung der methodischen Rahmenbedingungen des agilen Lernkonzeptes zuständig. Zusätzlich wurden bei Bedarf unternehmensinterne Experten hinzugezogen (erfahrene Projektmanager, Fachvorgesetzte und Prozessexperten), die bei konkreten Herausforderungen als „Interviewgäste“ eingeladen wurden.

Etappenziele

Die Etappenziele bilden die persönlichen Kompetenzziele und werden je nach Fokus von jedem Teammitglied individuell formuliert oder für das gesamte Team festgelegt und bearbeitet. In jedem Fall hat es sich aber als hilfreich herausgestellt, die Etappenziele gemeinsam in der Gruppe festzulegen und zu besprechen. Sie folgen einem möglichst konkreten aber einfachen Schema und werden jeweils für einen Etappenzeitraum festgelegt. Abbildung 22 zeigt die exemplarische Darstellung eines Etappenzieles in der Diskussionsform auf dem Flipchart und im Logbuch.

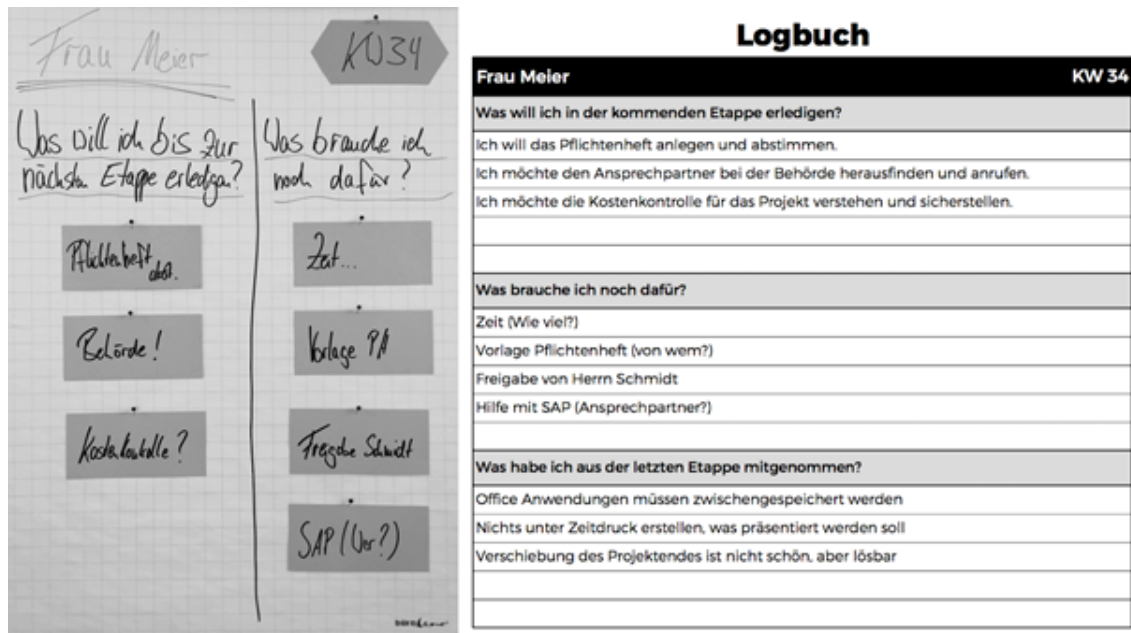


Abbildung 22: Exemplarische Darstellung eines Etappenziels

Die Formulierung der Antworten auf die erste Frage („Was will ich in dieser Etappe erledigen?“) nach den Etappenzielen kann durch die Teilnehmenden in der Regel recht gut eigenständig vorgenommen werden, da sie eine konkrete operative Lernherausforderung darstellt. Die zweite Frage („Was brauche ich noch dafür?“) stellt indes für viele Beschäftigte eine Herausforderung dar, da bei neuen, komplexen Aufgaben und Lernfeldern in der Regel keine umfassende Einschätzung darüber gemacht werden kann, welche Ressourcen zur Bearbeitung der Lernziele nötig sind. An dieser Stelle ist es daher zentral, dass die Coaches sowohl didaktisch als auch fachlich Unterstützung anbieten können. Die letzte Frage in der Reihe („Was habe ich aus der letzten Etappe mitgenommen“) wird als *Logbuch-Frage* bezeichnet und bildet die individuelle Dokumentation der vorangegangenen Etappe für die Beschäftigten ab. Hier sollen die Beschäftigten möglichst Themen oder Hinweise festhalten, die auch in einem halben Jahr noch relevant für sie sind und ihnen später als Gedankenstütze dienen können.

Modul 1: Grundlagen des Projektmanagements

Das erste Modul diente der Schaffung von Grundlagen sowohl auf der Ebene der Kommunikationskultur und Gruppeninteraktion, als auch in Bezug auf die Lernmethode und das Thema Projektmanagement. Inhaltlich wurde vom Auftraggeber eine Projektstudie in Auftrag gegeben, bei der die Errichtung einer Windkraftanlage zur Erzeugung erneuerbarer Energie für die „Betankung“ von E-Bikes am Standort geprüft werden sollte. Neben der technischen Auslegung mussten die rechtlichen Rahmenbedingungen, die Sicherheitsanforderungen und das Projektumfeld geprüft und berücksichtigt werden. Begleitend zur Aufgabenstellung wurden Tools des Projektmanagements (Projektdefinition, Projektstrukturplan, Zeit- und Kostenplanung) eingeführt und eingesetzt. Zu Beginn waren die Teilnehmer durch die vielfältigen Anforderungen des Lernprojekts an den Grenzen ihrer Belastungsfähigkeit. Im Nachhinein beschrieben die Teilnehmer diese Phase als „Zustand maximaler Verwirrung“. Konkret ließ sich dieser Zustand auf das komplexe Zusammenspiel aus fachlichen, persön-

lichen und organisatorischen Anforderungen zurückführen (Zitat: „Wir sind erst mal losgerannt und haben versucht alle Probleme gleichzeitig zu lösen“). Durch die enge Taktung des Austauschs zwischen den Coaches und den Teilnehmern konnte jedoch diese anfängliche Orientierungslosigkeit aufgefangen werden, wodurch es dem Team trotz der Vielfalt an Anforderungen gelang, einen produktiven Austausch aufzubauen. In dieser Findungsphase war es nötig, die Etappenziele in enger Anleitung durch die Coaches zu formulieren. Deshalb wurde auf eine regelmäßige und breite Reflexion der Lernetappen Wert gelegt. Während dieser Reflexionsphasen gelang es den Mitarbeiter*innen anfangs nur schwer, sich von ihrer fachlichen Ebene zu lösen und auch ihre persönlichen Herausforderungen oder die Zusammenarbeit mit dem Team und den Tutoren zu hinterfragen. Insgesamt haben sich die Reflexionen dann nicht nur im Umfang, sondern auch in ihrer Tiefe über den Zeitraum des Teamprojektes stark verändert, zunehmend wurden auch soziale, didaktische und persönliche Themen angesprochen.

Modul 2: Anwendungsphase im Arbeitsprozess

Inhaltlich wurde im zweiten Modul die angeleitete Umsetzung der gelernten Grundlagen in realen Projekten aus dem eigenen Arbeitskontext ermöglicht. Die Umsetzung bezieht sich hierbei jedoch nicht ausschließlich auf die erlernten Methoden des Projektmanagements, sondern beinhaltet auch die Nutzung des aufgebauten Netzwerks an Ansprechpartnern innerhalb des Unternehmens und die Reflexion der eigenen Projektfortschritte. Als Ergebnis liegen neben dem Kompetenzzugewinn fachlich erfolgreich bearbeitete Projekte vor. Jeder Teilnehmer hatte in Abstimmung mit den direkten Vorgesetzten ein eigenes Projekt aus seinem Bereich gewählt, für das ein dringender Bedarf bestand. Alle Projekte kamen aus der Projektplanung der Abteilung und wären in jedem Fall realisiert worden - ohne das Lernprojekt jedoch von erfahrenen Projektingenieuren. Entsprechend wichtig war es für die Teilnehmer, bei Meilensteinterminen belastbare Ergebnisse präsentieren zu können.

Zentral für die Anwendungsphase war, dass Lernen und insbesondere selbstgesteuertes Lernen Spielräume braucht, um Lösungen auszuprobieren und auch Fehler machen zu dürfen. Da es sich jedoch um reale Projekte handelte, die unter einen starken Erfolgsdruck standen, musste hier in Abstimmung mit den Auftraggebern immer wieder Entfaltungsspielraum geschaffen werden, um beispielsweise alternative Lösungswege zu generieren. Erschwert wurde dieser Umstand durch das Selbstverständnis der Teammitglieder, die sich in diesem Kontext aus ihrer ergebnisorientierten Haltung lösen mussten, um die komplexen und neuen Problemstellungen vollständig zu erfassen und Lösungsalternativen zu prüfen.

Ergebnisse und Verstetigung

Inhaltlich wurden alle arbeitsplatzspezifischen Projekte nach Abschluss vom Auftraggeber und von den Fachvorgesetzten als fachlich einwandfrei bewertet. Außerdem wurde positiv hervorgehoben, dass die Teilnehmer deutlich an Kompetenzen gewonnen hatten, sowohl im Projektmanagement und den innerbetrieblichen Begleitprozessen als auch im persönlichen Auftreten, etwa in Präsentationen. Für die Teilnehmer persönlich haben sich inzwischen nachhaltige Veränderungen der Tätigkeitsfelder ergeben. Das Format sowie die Ergebnisse sind im Unternehmen auf ein positives Echo gestoßen, und es entstand der Wunsch, diese Form der Kompetenzentwicklung

langfristig auch standortübergreifend als ein Standardangebot einzuführen. Dabei wurden die ausgewerteten Erkenntnisse als Erfüllungsgrad von Anforderungen an die Arbeit in sechs Dimensionen erfasst: Lernziele (z.B.: „Die Ziele sind anspruchsvoll und zugleich realistisch“), Lernprozess, Rollen der Akteure, Kooperation im Team, Mediennutzung und Ergebnisse. Die Ergebnisse der Evaluation sind in folgender Abbildung dargestellt:

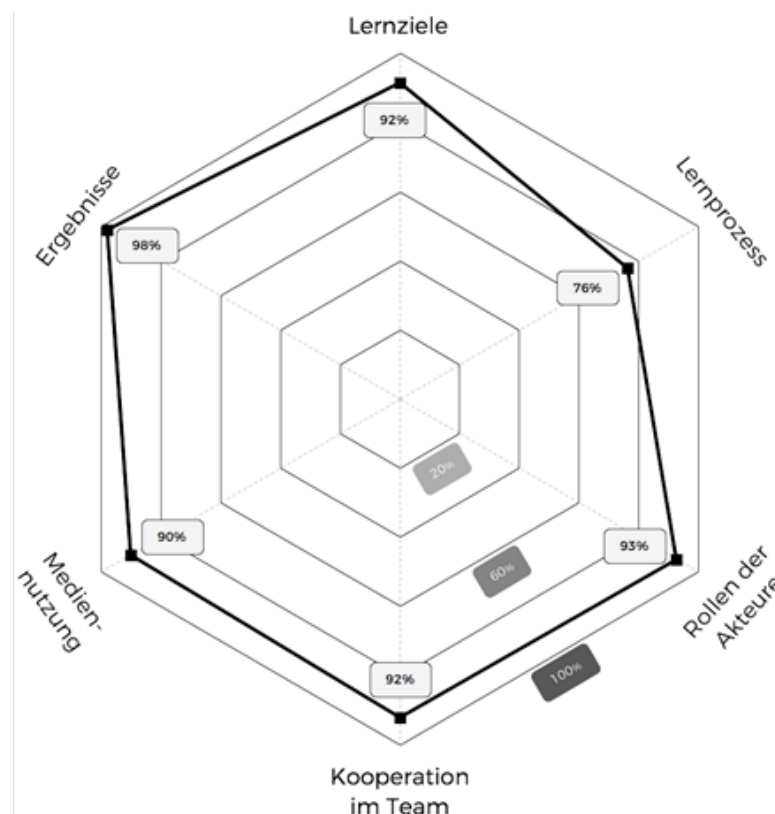


Abbildung 23: Evaluationsergebnisse für das agile Lern- und Entwicklungsprojekt

Das Format wie die Ergebnisse sind im Unternehmen auf ein positives Echo gestoßen und es entstand der Wunsch, diese Form der Kompetenzentwicklung langfristig standortübergreifend als ein Standardangebot einzuführen. Im Moment arbeitet das Forscherteam gemeinsam mit den unternehmensinternen Beteiligten daran, ein solches Programm innerhalb des Unternehmens zu realisieren.

In Bezug auf die Pilotgruppe des agilen Lernprojektes haben sich nachhaltige Veränderungen der Tätigkeitsfelder ergeben:

- Zwei Mitglieder der Pilotgruppe sind im Anschluss der Erprobung mit deutlich umfangreicheren Projekten betraut als bislang; ihre bisherigen Linienaufgaben werden ganz oder überwiegend von Nachwuchskräften übernommen.
- Ein Mitglied hat, gestützt u.a. auf den im Projekt erworbenen Kompetenznachweis, als Quereinsteiger ein berufsbegleitendes Masterstudium aufgenommen und deshalb darum gebeten, für die nächste Zeit keine neuen oder zusätzlichen Arbeitsaufgaben zu bekommen.
- Ein Mitglied ist gegen Projektende für längere Zeit erkrankt und konnte nicht im direkten Anschluss berufliche Fortschritte machen, ist aber für die Zukunft dafür vorgesehen.

4.2.2 Diskussion und Erfahrungen mit der Methode Agiles Lernen

Das Konzept des Agilen Lernens eignet sich als ein konstruktiver Ansatz um Mitarbeiter*innen eine Möglichkeit zu geben, komplexe Problemstellungen aus der Praxis arbeitsprozessorientiert und selbstgesteuert zu bearbeiten und damit ihre Kompetenzen gezielt weiterzuentwickeln. Im Agilen Lernen können die Lernenden ihre Lernziele erst beschreiben, wenn sie diese kennen. Deshalb ist das praktische Problem der Ausgangspunkt („diese Art von Problemen will ich in Zukunft lösen können“). Dann muss deutlich werden, dass dies mit den bisherigen Methoden und Kenntnissen nicht zu lösen ist (wobei für diese Erkenntnis in der Regel auch Umwege in Kauf zu nehmen sind), und erst anschließend gibt es Grund und Notwendigkeit, Wissen zu erwerben sowie die Werkzeuge kennenzulernen und zu nutzen, die für eine Bearbeitung des Problems bereitstehen. Um diese auch in anderen Kontexten nutzen zu können, müssen sie reflektiert und verallgemeinert werden. Im Agilen Lernen folgt also die Theorie der Praxis - gleichzeitig muss die Theorie helfen, die Praxis zu gewährleisten. Ziel der Reflexion ist es, die realen Wege bei der Problembearbeitung auf den strukturellen Begriff zu bringen. Die Erfahrung zeigt dabei, dass lernende Praktiker*innen in der Regel sehr gut darin sind, Praxisprobleme zu lösen, aber kaum Erfahrung darin haben, ihre Arbeitsprozesse auch zu reflektieren. Darin brauchen sie Unterstützung, die unter anderem in einem Kontextwechsel oder einer Unterbrechung der praktischen Arbeit bestehen kann.

Auf einer übergeordneten Ebene ist vor allem die Ausrichtung des agilen Lernansatzes zugunsten einer arbeitsprozessintegrierten Kompetenzentwicklung, die kontinuierliche Steuerungsmechanismen sowohl durch die Lernenden selbst, die Coaches als auch durch die betrieblichen Stakeholder vorsieht, ein fundamentaler Mehrwert gegenüber klassischen Formen der Weiterbildung. Die Notwendigkeit für eine solche innovative und zukunftsorientierte Form der Weiterbildung wurde wiederholt von Unternehmensvertretern formuliert und der Ansatz des Agilen Lernens konnte in den durchgeführten Projekten diesen Bedarf befriedigen. Allerdings erfordern agile Lernprojekte auch ein hohes Maß an Einsatz und Bereitschaft für die eigene Entwicklung auf Seiten der Teilnehmer*innen, als auch eine organisatorisch und personell breite Beanspruchung von weiteren Ressourcen (z.B. Fachvorgesetzte und reale und damit kostenrelevante Arbeitsprozesse). Gelingt es jedoch, diese Form der Kompetenzentwicklung in bestehende organisatorische Prozesse zu integrieren, hat sie sogar das Potenzial die Weiterbildungskosten zu reduzieren. In agilen Lernprojekten findet die Kompetenzentwicklung anhand von realen Arbeitsprozessen statt und Mitarbeiter*innen müssen nicht für die Dauer der Fortbildung von ihren Arbeitsaufgaben entbunden werden. Weiterhin haben die im Agilen Lernen erfahrenen Mitarbeiter*innen und firmeninternen Coaches das Potential das agile Prinzip an andere Mitarbeiter*innen weiterzugeben und auf andere Bereiche auszuweiten.

5 Arbeitsprozessorientiertes Lernen im Kontext der erweiterten modernen Beruflichkeit

Das Verständnis traditioneller Beruflichkeit ging davon aus, dass ein einmal erlernter Beruf während des gesamten Arbeitslebens ausgeübt werden würde, was die Berufspädagogik von Beginn an in Frage stellte. Das Konzept der modernen Beruflichkeit war schließlich ein Meilenstein auf dem Weg zu einem neuen Berufsverständnis, welches Einzelberufe zu Kernberufen bündelt und das Lernen an Arbeits- und Geschäftsprozessen orientiert (IG Metall 2014). Durch ein Fördern von selbstständigem Handeln sollte schließlich eine umfassende berufliche Handlungsfähigkeit vermittelt werden. Dieses Konzept ist bis heute die Leitschnur für die Gestaltung und Weiterentwicklung von Berufen für die IG Metall.

Ende 2014 stellte die IG Metall das Konzept der erweiterten modernen Beruflichkeit als Leitbild in Form eines Diskussionspapiers vor. Es erweitert die moderne Beruflichkeit, indem es einerseits bewährte Prinzipien und Methoden der Berufsbildung wie das Lernen entlang exemplarischer Arbeits- und Geschäftsprozesse oder an berufstypischen Entwicklungsaufgaben für das Studium anbietet, andererseits ausgewählte hochschulische Lehr- und Lernmethoden wie das „forschende Lernen“ oder die Wissenschaftsorientierung als Prinzipien und Methoden der beruflichen Bildung beschreibt. Damit wird die Frage nach Gemeinsamkeiten, Differenzen und Übergängen zwischen dualer beruflicher Ausbildung und Hochschule aufgeworfen und politisch das Verhältnis von allgemeiner und beruflicher Bildung und somit auch die „Gesamtarchitektur“ von Bildung zur Diskussion gestellt. Nur mit einer „Berufsbildung aus einem Guss“ – so die These der IG Metall – können die aus dem Wandel der Arbeit resultierenden Anforderungen an die Arbeitnehmer sozial umgesetzt werden und soziale Durchlässigkeit befördert werden.

Innovationen in der Industrie bringen veränderte Anforderungen an die Erwerbstätigen mit sich. Eine zunehmende Technisierung der Arbeitsvorgänge erfordert auf den ersten Blick eine zunehmende Spezialisierung in der Ausbildung. Allerdings führt diese Spezialisierung auch zu zunehmender Abhängigkeit der Erwerbstätigen, wenn die Transferfähigkeit der Kompetenzen nicht sichergestellt wird: Wird beispielsweise ein Facharbeiter sehr detailliert für eine spezielle Maschine ausgebildet so steigt seine Abhängigkeit von dieser Arbeitsstelle – während seine Einsatzfähigkeit und damit sein Wert am Arbeitsmarkt ggf. durch die Spezialisierung sinkt. Diese Logik spitzt sich im neoliberalen Konzept der Employability zu, die als Arbeitsmarktkonzept auf unmittelbare Beschäftigungsfähigkeit denn auf die Förderung der Berufsbefähigung setzt. So führt dieser Prozess langfristig zu hochspezialisierten Fachkräften mit sinkender Mobilität im Arbeitsmarkt – extern wie innerhalb der Unternehmen. Mobilität entsteht auf der Basis einer breiten beruflichen Handlungsfähigkeit. Die Steigerung der Mobilität ist in diesem Verständnis Resultat der beruflichen Ausbildung.

Beruflichkeit“ meint in unserem Sinn:

- definierte und mit dem Leitbild zur Diskussion gestellte Qualitätsmaßstäbe für berufliches Lernen in Ausbildung, Studium und Weiterbildung,
- die Beteiligung der Sozialpartner bei der curricularen Entwicklung von Berufsbildern und Studiengängen entlang dieser Qualitätsansprüche und

- die Stärkung und Weiterentwicklung umfassender reflexiver beruflicher Handlungskompetenzen.

Im Leitbild der IG Metall zielt Beruflichkeit sowohl auf eine bestimmte Qualität von Lernprozessen wie von Erwerbsarbeit. Das Leitbild ist so untrennbar mit der gewerkschaftlichen Diskussion um „gute Arbeit“ verbunden (Urban 2015). Beruflichkeit ist somit Bildungskonzept und Politikkonzept. Es zielt auf die Qualität von beruflicher Aus-, Fort- und Weiterbildung.

Die mit der Digitalisierung einhergehenden Arbeitsinhalte laufen auf eine Neubestimmung des Verhältnisses von Erfahrungs- und Wissenschaftsorientierung hinaus. Die Ergebnisse aus Professio lassen sich dabei sowohl für Facharbeiter*innen wie für Ingenieure*innen dahingehend zusammenfassen, dass es zu einem Zuwachs an systemischen Wissen kommen wird. Allerdings reicht ein bloß kognitiver und/oder wissenschaftlicher Zugang nicht aus, um berufliche Handlungskompetenz zu entwickeln. Er muss angereichert sein durch sinnliche Erfahrungen, Empfindungen sowie um die im beruflichen Handeln erworbenen Einsichten. Berufliche Bildung ist darauf angewiesen, dass Praxis durch Wissenschaft erklärt wird (IG Metall 2014).

Kompetenzerwerb ist kontextgebunden. Daraus ergibt sich für die Gestaltung des Lernprozesses, dass Gelegenheiten geschaffen werden, die Kompetenzen im Wechselverhältnis von Anwendung und Reflexion dieser Anwendungs- und Lernerfahrungen zu entwickeln. Dazu wird ein Lernanlass in eine reale handlungsrelevante Situation eingebettet – die allerdings keinen Lösungsweg vorgibt, sondern dem Lernenden verschiedene Perspektiven, Optionen und Kontexte eröffnet. Das Konzept der „erweiterten modernen Beruflichkeit“ ist hierbei aus unserer Sicht in mehrfacher Hinsicht relevant. Es öffnet den Blick für die an der Entwicklung von beruflicher Handlungskompetenz notwendigen Qualitätsdimensionen betrieblicher Lernprozesse und verbindet im Konzept des „Lernens in der Arbeit“ berufliches Lernen und lernförderliche Arbeitsgestaltung. Es baut Brücken zwischen den Hochschulen und dort insbesondere zwischen den Akteuren der wissenschaftlichen Weiterbildung und der betrieblichen Weiterbildung; in der doppelten Bedeutung als Bildungs- und Politikkonzept gibt es inhaltliche Orientierung und Hinweise für die Akteure. Lernen im Arbeitsprozess braucht Beruflichkeit als Maßstab und Gestaltungsperspektive.

6 Lernbegleitung als Gestaltungselement betrieblicher Kompetenzentwicklung

Arbeitsprozesse sind nicht auf Lernen, sondern auf Effektivität und Effizienz ausgerichtet. Zwar bieten Arbeitsprozesse Lernpotenziale, ob und wie sich Arbeits- und Lernprozesse aber miteinander vereinbaren lassen, hängt nicht nur von der individuellen Motivation der Beschäftigten ab, sondern auch von den betrieblichen Rahmenbedingungen. Um Lernen im Arbeitsprozess auf betrieblicher Ebene nachhaltig zu realisieren, ist daher eine Lernbegleitung notwendig. Sie wirkt daran mit, ein Lernumfeld aufzubauen, in welchem Lernprozesse stattfinden können. Vor dem Hintergrund der Programmatik des lebenslangen Lernens, der Individualisierung und sich wandelnder und ausdifferenzierender Erwerbsformen beschränkt sich Lernbegleitung nicht mehr nur auf Problemgruppen und Übergangssituationen. Dabei adressiert Lernbegleitung nicht nur das lernende Subjekt, sondern auch Unternehmen als soziale Systeme.

Nicht jeder Betrieb wird die Aufgaben der Lernbegleitung in einer Person bündeln, auch hier sind Spielräume vorhanden, um die Aufgaben auf verschiedene Funktionsträger aufzuteilen. Lernen im Prozess der Arbeit kann so auch ein realistisches Projekt für mittelständische Unternehmen werden; Weiterbildung im Rahmen der Reorganisation durch die digitale Arbeitswelt erhält so eine realistische Perspektive. Der Lernbegleiter deckt die strategischen und operativen Aspekte des Lernens im Arbeitsprozess ab und stellt die kontinuierliche und nachhaltige Umsetzung der Gestaltungsaufgabe in den folgenden Schritten sicher:

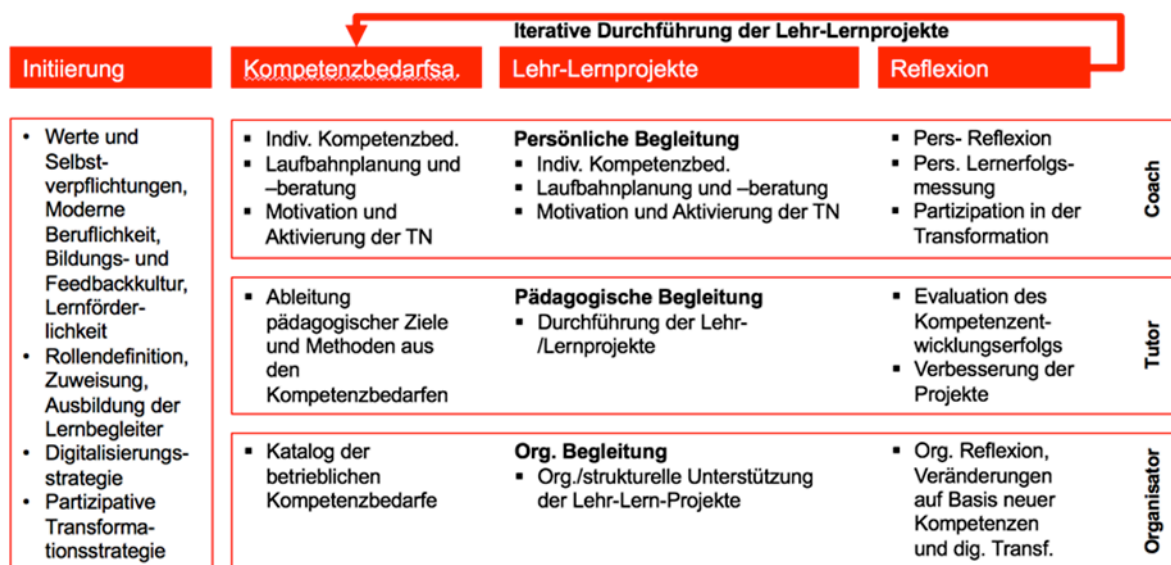


Abbildung 24: Aufgaben des Lernbegleiters

Das Aufgabenbündel des Lernbegleiters muss dabei jeweils betriebsindividuell ausgestaltet werden, abhängig von der jeweiligen Organisationsstruktur und den formellen und fachlichen Kompetenzen der Beschäftigten. Oft wird sich zeigen, dass ein Team aus Personalverantwortlichen, Mitgliedern der Interessensvertretung, Vorgesetzte und Externe die Verantwortlichkeiten der Lernbegleiter untereinander aufteilen werden (vgl. Abb. 25).

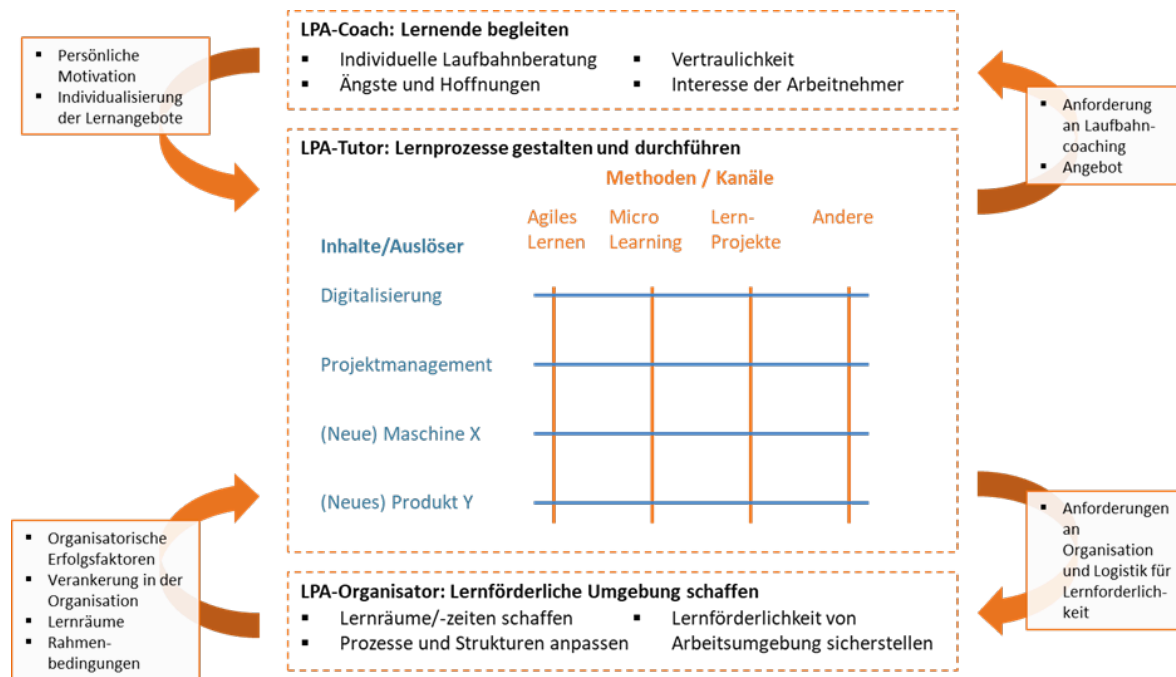


Abbildung 25: Aufgabenbündel des Lernbegleiters

Aufgabe der Lernbegleiter ist es, Lernpotenziale im betrieblichen Arbeitsalltag zu identifizieren. Sie tragen durch ihre pädagogische Unterstützung maßgeblich dazu bei, mögliche Lernhemmnisse zu beseitigen und Struktur sowie Orientierung zu ermöglichen. In der Durchführung schafft die Lernbegleitung strukturell Raum und Gelegenheit für betriebliche Weiterbildung.

Der Lernbegleiter agiert an der Schnittstelle zwischen individuellen Kompetenzbedarfen und Karriereperspektiven und betrieblichen Rahmenbedingungen. Er deckt die strategischen und operativen Aspekte des Lernens im Arbeitsprozess ab und stellt die kontinuierliche und nachhaltige Umsetzung der Gestaltungsaufgabe in den folgenden Schritten sicher:

- arbeitsprozessorientiertes Lernen initiieren,
- angemessenen Lernansatz finden, erkennen, intern vertreten und ggf. anpassen,
- betriebliche Anforderungsanalyse/Kompetenzbedarfsermittlung,
- Definition betrieblicher Rahmenbedingungen,
- Anpassung und Implementierung der methodischen Umsetzung,
- Inhalte auswählen, entwickeln, anpassen,
- organisatorischen Rahmen schaffen.
- Arbeits- und Lernprozesse (ALP) durchführen
- Lerngruppe zusammenstellen,
- Durchführung der mediengestützten Arbeits- und Lernprojekte (Medi-ALP) begleiten (fachlich),
- Durchführung Medi-ALP begleiten (organisatorisch),
- Individuelles Lerncoaching/Laufbahnberatung.
- Evaluation.

Lernbegleitung stellt eine soziale und betriebliche Gestaltungsaufgabe dar, die in erster Linie von den Betrieben und Sozialpartnern verantwortet wird.

Veröffentlichungen aus dem Projekt

- Ahrens, D. (2015): Berufliche Professionalität durch mediengestützte Arbeits- und Lernprojekte. In: Praevius. Zeitschrift für innovative Arbeitsgestaltung und Prävention (2), 22-23
- Ahrens, D. (2016): Neue Anforderungen im Zuge der Automatisierung von Produktionsprozessen: Expertenwissen und operative Zuverlässigkeit. In: Arbeits- und Industriosozologische Studien. Jahrgang 9, Heft 1, 43-56
- Ahrens, D. (2018): Lernmöglichkeiten in vermeintlich lernfeindlichen Arbeitsumgebungen. DENK-doch-MAL.de. Das Online-Magazin für Arbeit-Bildung-Gesellschaft. <http://denk-doch-mal.de/wp/daniela-ahrens-lernmoeglichkeiten-in-vermeintlich-lernfeindlichen-arbeitsumgebungen/>
- Ahrens, D./Molzberger, G. (Hrsg.) (2018): Kompetenzentwicklung in analogen und digitalisierten Arbeitswelten. Gestaltung sozialer, organisationaler und technischer Innovationen. Springer Verlag, Heidelberg.
- Ahrens, D./Gessler, M. (2018): Von der Humanisierung zur Digitalisierung: Entwicklungsetappen betrieblicher Kompetenzentwicklung. In: Ahrens, D./Molzberger, G. (Hrsg.): Betriebliche Kompetenzentwicklung in analogen und digitalisierten Arbeitswelten – Gestaltung sozialer, organisationaler und technologischer Innovationen. Springer Verlag, 173-187.
- Ahrens, D./Molzberger, G. (i.E.): Die transitorische Grenze zwischen betrieblicher Karriere und beruflicher Weiterbildung. In: Sitter, M. et al. (Hrsg.): Grenzüberschreitungen im Kompetenzmanagement, Heidelberg.
- Heinze, H. (2016): Digitalisierung erfordert die Bildungsreformdebatte. Umsetzung des Leitbildes: Lernen im Prozess der Arbeit, gesichert durch Lernbegleiter. Denk-doch-Mal.de Online-Magazin. <http://denk-doch-mal.de/wp/holger-heinze-digitalisierung-erfordert-die-bildungsreformdebatte>
- Heinze, H./Kassebaum, B. (2018): Kompetenzentwicklung als Gestaltungsaufgabe für eine erweiterte moderne Beruflichkeit. In: Ahrens, D./Molzberger, G. (Hrsg.) (2018): Kompetenzentwicklung in analogen und digitalisierten Arbeitswelten. Gestaltung sozialer, organisationaler und technischer Innovationen. Springer Verlag, Heidelberg
- Höhne, B. P. et al. (2017): Agiles Lernen am Arbeitsplatz – Eine neue Lernkultur in Zeiten der Digitalisierung. Zeitschrift Für Arbeitswissenschaft 71(2), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s41449-017-0055-x>
- Longmuß, J. et al. (2016). Agile Learning – Bridging the Gap between Industry and University. Proceedings of the 44th SEFI Conference. Tampere (https://www.researchgate.net/publication/317549528_Agile_learning_Bridging_the_gap_between_industry_and_university_A_model_approach_to_embedded_learning_and_competence_development_for_the_future_workforce)
- Longmuß, J./Höhne, B. (2017): Agile Learning for vocationally trained expert workers. Expanding workplace-based learning one sprint at a time. Procedia Manufacturing, Volume 9, 2017, S. 262-268; Open Access Journal von Elsevier; www.sciencedirect.com (link: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235197891730121X>)
- Longmuß, J. et al. (2018): Mediengestützte Arbeits- und Lernprojekte als Instrument der betrieblichen Kompetenzentwicklung. In: Ahrens, D./Molzberger, G. (Hrsg.): Kompetenzentwicklung in analogen und digitalisierten Arbeitswelten. Gestaltung sozialer, organisationaler und technischer Innovationen. Springer Verlag, Heidelberg. 53-72

Literaturverzeichnis

- Acatech 2013: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Frankfurt/M.
- Ahrens, D./Molzberger, G. (Hrsg.) (2018.): Kompetenzentwicklung in analogen und digitalisierten Arbeitswelten. Gestaltung sozialer, organisationaler und technischer Innovationen. Springer Verlag. Heidelberg.
- Arnold, R./Steinbach, S. (1998): Auf dem Weg zur Kompetenzentwicklung? Rekonstruktionen und Reflexionen zu einem Wandel der Begriffe. In: Markert, W. (Hrsg.): Berufs- und Erwachsenenbildung zwischen Markt und Subjektbildung. Baltmannsweiler, 22-32
- Arntz, M. et al. (2016): Tätigkeitswandel und Weiterbildungsbedarf in der digitalen Transformation. ZEW-Gutachten. Mannheim
- Autorengruppe Bildungsberichterstattung (Hrsg.) (2014): Bildung in Deutschland 2014. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zur Bildung von Menschen mit Behinderungen. Bielefeld. <https://www.bildungsbericht.de/de/bildungsberichte-seit-2006/bildungsbericht-2014/pdf-bildungsbericht-2014/bb-2014.pdf>
- Baethge, M. et al. (2003): Anforderungen und Probleme beruflicher und betrieblicher Weiterbildung. Expertise im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung. Arbeitspapier 76, Düsseldorf
- Bainbridge, L. (1983): Ironies of Automation. In: Automatica Vol. 19, (6),775-779
- Bauer, W./Schlund, S. (2015): Wandel der Arbeit in indirekten Bereichen – Planung und Engineering. In: Hirsch-Kreinsen, H. et al. (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Baden-Baden, S. 53-71
- Bauernhansl, T. (2014): Die Vierte Industrielle Revolution – Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma. In: Bauernhansl, T./ten Hompel, M./Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung – Technologien – Migration. Wiesbaden, 6–35
- Beck, S. (2005): Skill-Management: Konzeption für die betriebliche Personalentwicklung. Wiesbaden.
- Becker, M./Spöttl, G. (2008). Berufswissenschaftliche Forschung. Frankfurt/Wien
- BIBB (2016): Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2016. Informationen und Analysen zur Entwicklung der beruflichen Bildung. Bonn
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2013): Arbeitsmarktprognose 2030. Eine strategische Vorausschau auf die Entwicklung von Angebot und Nachfrage in Deutschland, Bonn.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2007): Arbeiten – Lernen – Kompetenzen entwickeln. Innovationsfähigkeit in einer modernen Arbeitswelt BMBF-Forschungs- und Entwicklungsprogramm. Berlin/Bonn
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2016): Zukunft der Arbeit. Innovationen für die Arbeit von morgen, Berlin
- Dehnpostel, P. (1993): Lernen im Arbeitsprozess und neue Lernortkombinationen. In: Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.): Umsetzung neuer Qualifikationen in die Berufsbildungspraxis. Entwicklungstendenzen und Lösungswege. Nürnberg, 163-168
- Dehnpostel, P. (2005): Konstitution reflexiven Handelns im arbeitsbezogenen Lernen. Erwachsenenbildung im betrieblichen Kontext. In: Dewe, B. et al. (Hrsg.): Theoretische Grundlagen und Perspektiven der Erwachsenenbildung. Report 1/2005. Literatur- und Forschungsreport Weiterbildung, 208-215
- Dehnpostel, P. (2012): Neue Lernformen und Lernkonzepte in der Arbeit. In: Schwuchow, K. et al. (Hrsg.): Personalentwicklung 2013. Themen, Trends, Best Practices. Freiburg/München, 175-185
- Dräther, R. et al. (2013): Scrum kurz & gut, O'Reilly Germany, Köln

- Dummert, S./Leber, U. (2016): Ergänzende Informationen zum Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2016. IAB-Expertise. Betriebliche Berufsausbildung und Weiterbildung in Deutschland. Nürnberg
- Erpenbeck, J. et al. (2015): Social Workplace Learning, essentials, Wiesbaden
- Erpenbeck, J./Rosenstiel, von, L. (2003): Handbuch Kompetenzmessung. Stuttgart.
- Erpenbeck, J./Sauer, J. (2000). Das Forschungs- und Entwicklungsprogramm „Lernkultur Kompetenzentwicklung“. In: Arbeitsgemeinschaft Qualifikations-Entwicklungs-Management (Hrsg.). Kompetenzentwicklung 2000. Lernen im Wandel – Wandel durch Lernen. Münster, New York, München, Berlin, 289-335
- Fischer, M. (2010): Kompetenzmodellierung und Kompetenzdiagnostik in der beruflichen Bildung – Probleme und Perspektiven. In: Becker, M. et al. (Hrsg.): Von der der Arbeitsanalyse zur Diagnose beruflicher Kompetenzen. Methoden und methodologische Beiträge aus der Berufsbildungsforschung. Peter Lang Internationaler Verlag der Wissenschaften. Frankfurt am Main, 141-158.
- Franken, S. (2015): Arbeitswelt 4.0: Arbeit und Führung in der Industrie 4.0. In: Franken, S. (Hrsg.): Industrie 4.0 und ihre Auswirkungen auf die Arbeitswelt, Aachen, 112-154
- Frerichs, F. (2014): Demografischer Wandel in der Erwerbsarbeit – Risiken und Potenziale alternder Belegschaften. In: Journal for Market Labor Research.
- Gensicke, M. et al. (2016): Digitale Medien in Betrieben – heute und morgen, Wissenschaftliche Diskussionspapiere, Heft 177, Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.).
- Gessler, M./Stübe, B. (2008): Diversity Management: Berufliche Weiterbildung im demographischen Wandel. Münster
- Gonon, P. (2005): Zur Unwahrscheinlichkeit erfolgreichen Lernens – ein skeptischer Blick auf das Lernen am Arbeitsplatz und anderswo. In: Elsholz, U. et al. (Hrsg.): Berufsbildung heißt: Arbeiten und Lernen verbinden! Bildungspolitik, Kompetenzentwicklung, Betrieb. Münster, 129-143
- Grotluschen, A. (2005): Expansives Lernen: Chancen und Grenzen subjektwissenschaftlicher Lerntheorie. In: Europäisches Journal Berufsbildung III, Cedefop, 17-22
- Hartmann, E. A. (2015): Arbeitsgestaltung für Industrie 4.0: Alte Wahrheiten, neue Herausforderungen. In: Botthof, A., Hartmann, E. A. (Hrsg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Berlin/Heidelberg, 9-20
- Hess, T. (2013): Digitalisierung. In: Stichworte Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik: Online Lexikon. Internet: <http://194.97.159.218:8080/wi-enzyklopaedie/lexikon/technologienmethoden/Informatik--Grundlagen/digitalisierung/index.html> [zuletzt aufgesucht am 23.10.2017]
- Hirsch-Kreinsen, H. (2012): Industrielle Einfacharbeit. In: Schilcher, C./Will-Zocholl, M. (Hg.): Arbeitswelten in Bewegung. Wiesbaden, S. 211-240
- Hirsch-Kreinsen, H. (2015): Digitalisierung von Arbeit: Folgen, Grenzen und Perspektiven. Soziologisches Arbeitspapier Nr. 43/2015, Dortmund
- Höhne, B. P. et al. (2017): Agiles Lernen am Arbeitsplatz – Eine neue Lernkultur in Zeiten der Digitalisierung. Zeitschrift Für Arbeitswissenschaft, 71(2), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s41449-017-0055-x>
- Holz, W. (2015): Vortrag bei der Pressekonferenz Industrie 4.0 auf der Hannover Messe. Internet: <https://www.bitkom.org/Presse/Anhaenge-an-PIs/2015/04-April/BITKOM-PK-Industrie-40-Vortrag-Holz-13-04-2015-final1.pdf> [zuletzt aufgesucht am 20.01.2018]
- Holzmann, H. (2004): Wider den Lehr-Lern-Kurzschluss. Interview zum Thema ‚Lernen‘. In: Faulstich, P./Ludwig, J. (Hrsg.): Expansives Lernen. Baltmannsweiler, 29-40

- Howe, F./Knutzen, S. (2013): Digitale Medien in der gewerblich-technischen Berufsausbildung. Einsatzmöglichkeiten digitaler Medien in Lern- und Arbeitsaufgaben. Online: http://datenreport.bibb.de/media2013/expertise_howe-knutzen.pdf (19-05-2013).
- Howe, F./Knutzen, S. (2009): E-Learning im Handwerk. In: Issing, L. J./Klimsa, P.(Hrsg.): Online-Lernen. Handbuch für Wissenschaft und Praxis. München: Oldenbourg, 439–446.
- Howe, F. (2013): Potenziale digitaler Medien für das Lernen und Lehren in der gewerblich-technischen Berufsausbildung. In: bwp@ Spezial 6 – Hochschultage Berufliche Bildung 2013, Fachtagung 08, hrsg. v. Schwenger, U./Geffert, R./Vollmer, T./Hartmann, M./Neustock, U., 1-15.
- Hug, T. (2009): Mikrolernen – konzeptionelle Überlegungen und Anwendungsbeispiele. In: Herzig, B. et al. (Hrsg.): Jahrbuch Medienpädagogik 8. Medienkompetenz und Web 2.0. Wiesbaden, 221-238.
- IG METALL (2014): Erweiterte moderne Beruflichkeit. Ein gemeinsames Leitbild für die betrieblich-duale und die hochschulische Berufsbildung. Diskussionspapier. Frankfurt: IG Metall Vorstand
- Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (ifaa) (2015): Industrie 4.0 in der Metall- und Elektroindustrie. Düsseldorf.
- Ittermann, P. et al. (2015): Arbeiten in der Industrie 4.0. Trendbestimmungen und arbeitspolitische Handlungsfelder. Hans Böckler Stiftung, Düsseldorf
- Kagermann, H./Wahlster, W. (Hrsg.) 2013: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. http://www.bmbf.de/pubRD/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0pdf, zuletzt aufgesucht: 29.07.2016
- Kleemann, F./Matuschek, I (2008): Informalisierung als Komplement der Informatisierung von Arbeit. In: Funken, C./Schulz-Schaeffer, I. (Hrsg.): Digitalisierung der Arbeitswelt. Zur Neuordnung formaler und informeller Prozesse in Unternehmen, Wiesbaden, S. 43-69
- KMK (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland): „Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der KMK für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen für anerkannte Ausbildungsberufe. Fassung vom 15.09.2000
- Komus, A. et al. (2014): Status Quo Agile 2014: Verbreitung und Nutzen agiler Methoden. Koblenz: BPM Labor der Hochschule Koblenz.
- Kraft, S. (2000): Lernen im Betrieb: Motiviert, selbstgesteuert, kooperativ? Kritische Anmerkungen zur Idealisierung betrieblicher Weiterbildung. In: Harteis, C. et al. (Hrsg.): Kompendium Weiterbildung. Aspekte und Perspektiven betrieblicher Personal- und Organisationsentwicklung, Opladen, 131-143.
- Kullmann, G. et al. (Hrsg.) (2014): Agiles Projektmanagement in der Praxis der Produktentwicklung. Chemnitz: aw&l Wissenschaft und Praxis
- Longmuß, J. et al. (2018): Mediengestützte Arbeits- und Lernprojekte als Instrument der betrieblichen Kompetenzentwicklung. In: Ahrens, D./Molzberger, G. (Hrsg.): Kompetenzentwicklung in analogen und digitalisierten Arbeitswelten. Gestaltung sozialer, organisationaler und technischer Innovationen. Springer Verlag. Heidelberg. 53-72
- Lüdtke, A. (2015): Wege aus der Ironie in Richtung ernsthafter Automatisierung. In: Botthof, A./Hartmann, E. A. (Hrsg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Springer Fachmedien, S. 125-146
- Mayring, P. (2003). Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Weinheim: Beltz
- Möller, J. 2015: Verheißung oder Bedrohung? Die Arbeitsmarktwirkungen einer vierten industriellen Revolution. IAB-Discussion Paper 18 <http://doku.iab.de/discussionpapers/2015/dp1815.pdf> [zuletzt aufgesucht am 22.02.2018]

- Pfeiffer, S. (2015): Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Aus- und Weiterbildung. ITA-manuscripts ITA-15-03. Österreichische Akademie der Wissenschaften. Wien. Internet: http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_15_03.pdf [zuletzt aufgesucht am 10.11.2015]
- Pfeiffer, S. et al. (2017): Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025 (Management Summary). VDMA Juni 2017
- Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft (Hrsg.) 2012: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Berlin. Internet: http://www.plattform-i40.de/sites/default/files/Umsetzungsempfehlungen%20Industrie4.0_0.pdf [zuletzt aufgesucht am 21.10.2017]
- Rauner, F. (1995): Didaktik beruflicher Bildung. In: Dehnbostel, P./Walter-Lezius, H.-J. (Hrsg.): Didaktik moderner Berufsbildung, Bielefeld, 331-357
- Roth, H. (1971): Pädagogische Anthropologie. Band II: Entwicklung und Erziehung. Hannover
- Sauer, D. (2011): Von der „Humanisierung der Arbeit“ zur „Guten Arbeit“. In: Aus Politik und Zeitgeschichte (APuZ) 15/2011, 18-24
- Sauer, J. (2014): Rückblick: Was bleibt von QUEM? In: ABWF-Bulletin 1, 2014, 2-6. http://www.abwf.de/wp-content/uploads/2013/02/ABWF_Bulletin_2014-1.pdf
- Schiersmann, C. (2011): Beratung im Kontext lebenslangen Lernens. In: Tippelt, R./von Hippel, A. (Hrsg.): Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung, Wiesbaden, 747-767
- Schlund, S. et al. 2014: Industrie 4.0 – Eine Revolution in der Arbeitsgestaltung. Wie Automatisierung und Digitalisierung unsere Produktion verändern werden. Ulm, Stuttgart: Ingenics und FhG IAO
- Schröder, T./Dehnbostel, P. (2007): Arbeits- und Lernaufgaben – eine arbeitsgebundene Lernform für die betriebliche Berufsbildung. In: Dehnbostel, P. et al. (Hrsg.): Lernen im Prozess der Arbeit in Schule und Betrieb, Münster, 291-300.
- Urban, H.-J. (2015). Beruflichkeit als Teil von gewerkschaftlicher Bildungs- und Arbeitspolitik. <http://denk-doch-mal.de/wp/hans-juergen-urban-beruflichkeit-als-teil-von-gewerkschaftlicher-arbeits-und-bildungspolitik-2>
- Weyer, J./Grote, G. (2012): Grenzen technischer Sicherheit. Governance durch Technik, Organisation und Mensch. In: Böhle, F./Busch, S. (Hrsg.): Management von Ungewissheit. Neue Ansätze jenseits von Kontrolle und Ohnmacht. Bielefeld, S. 189-212
- Zlatkin-Troitschanskaia, O./Seidel, J. (2011): Kompetenz und Erfassung – das neue „Theorie-Empirie-Problem“ der empirischen Bildungsforschung. In: Zlatkin-Troitschanskaia, O. (Hrsg.): Stationen empirischer Bildungsforschung, Wiesbaden, 218-233.

- Nr. 1** **Bernd Haasler, Olaf Herms, Michael Kleiner:** *Curriculumentwicklung mittels berufswissenschaftlicher Qualifikationsforschung*
Bremen, Juli 2002, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 2** **Fred Manske, Yong-Gap Moon:** *Differenz von Technik als Differenz von Kulturen? EDI-Systeme in der koreanischen Automobilindustrie*
Bremen, November 2002, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 3** **Felix Rauner:** *Modellversuche in der beruflichen Bildung: Zum Transfer ihrer Ergebnisse*
Bremen, Dezember 2002, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 4** **Bernd Haasler:** *Validierung Beruflicher Arbeitsaufgaben: Prüfverfahren und Forschungsergebnisse am Beispiel des Berufes Werkzeugmechaniker*
Bremen, Januar 2003, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 5** **Philipp Grollmann, Nikitas Patiniotis, Felix Rauner:** *A Networked University for Vocational Education and Human Resources Development*
Bremen, Februar 2003, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 6** **Martin Fischer, Philipp Grollmann, Bibhuti Roy, Nikolaus Steffen:** *E-Learning in der Berufsbildungspraxis: Stand, Probleme, Perspektiven*
Bremen, März 2003, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 7** **Simone Kirpal:** *Nurses in Europe: Work Identities of Nurses across 4 European Countries*
Bremen, Mai 2003, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 8** **Peter Röben:** *Die Integration von Arbeitsprozesswissen in das Curriculum eines betrieblichen Qualifizierungssystems*
Bremen, Juli 2003, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 9** **Philipp Grollmann, Susanne Gottlieb, Sabine Kurz:** *Berufsbildung in Dänemark: dual und kooperativ?*
Bremen, Juli 2003, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 10** **Bernd Haasler:** *»BAG-Analyse« – Analyseverfahren zur Identifikation von Arbeits- und Lerninhalten für die Gestaltung beruflicher Bildung*
Bremen, Juli 2003, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 11** **Philipp Grollmann, Morgan Lewis:** *Kooperative Berufsbildung in den USA*
Bremen, Juli 2003, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 12** **Felix Rauner:** *Ausbildungspartnerschaften als Regelmodell für die Organisation der dualen Berufsausbildung?*
Bremen, Juli 2003, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 13** **Philipp Grollmann, Susanne Gottlieb, Sabine Kurz:** *Co-operation between enterprises and vocational schools – Danish prospects*
Bremen, Juli 2003, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 14** **Felix Rauner:** *Praktisches Wissen und berufliche Handlungskompetenz*
Bremen, Januar 2004, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 15** **Gerald A. Straka:** *Informal learning: genealogy, concepts, antagonisms and questions*
Bremen, November 2004, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 16** **Waldemar Bauer:** *Curriculumanalyse der neuen Elektroberufe – 2003*
Bremen, November 2004, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 17** **Felix Rauner:** *Die Berufsbildung im Berufsfeld Elektrotechnik-Informatik vor grundlegenden Weichenstellungen?*
Bremen, Dezember 2004, 3,- €, ISSN 1610-0875

- Nr. 18** **Gerald A. Straka:** *Von der Klassifikation von Lernstrategien im Rahmen selbstgesteuerten Lernens zur mehrdimensionalen und regulierten Handlungsepisode*
Bremen, Februar 2005, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 19** **Gerald A. Straka:** *»Neue Lernformen« in der bundesdeutschen Berufsbildung – neue Konzepte oder neue Etiketten?*
Bremen, August 2005, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 20** **Felix Rauner, Philipp Grollmann, Georg Spöttl:** *Den Kopenhagen-Prozess vom Kopf auf die Füße stellen: Das Kopenhagen-Lissabon-Dilemma*
Bremen, Juli 2006, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 21** **Felix Rauner, Philipp Grollmann, Thomas Martens:** *Messen beruflicher Kompetenz(entwicklung)*
Bremen, Januar 2007, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 22** **Georg Spöttl:** *Work-Process-Analysis in VET-Research*
Bremen, Januar 2007, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 23** **Felix Rauner:** *Kosten, Nutzen und Qualität der beruflichen Ausbildung*
Bremen, Februar 2007, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 24** **Johannes Rosendahl, Gerald A. Straka:** *Aneignung beruflicher Kompetenz – interessen-geleitet oder leistungsmotiviert?*
Bremen, Januar 2007, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 25** **Simone Kirpal, Astrid Biele Mefebue:** *»Ich habe einen sicheren Arbeitsplatz, aber keinen Job.« Veränderung psychologischer Arbeitsverträge unter Bedingung von Arbeitsmarktflexibilisierung und organisationaler Transformation*
Bremen, März 2007, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 26** **Aaron Cohen:** *Dynamics between Occupational and Organizational Commitment in the Context of Flexible Labor Markets: A Review of the Literature and Suggestions for a Future Research Agenda*
Bremen, März 2007, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 27** **Waldemar Bauer, Claudia Koring, Peter Röben, Meike Schnitger:** *Weiterbildungsbedarfsanalysen – Ergebnisse aus dem Projekt »Weiterbildung im Prozess der Arbeit« (WAP)*
Bremen, Juni 2007, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 28** **Waldemar Bauer, Claudia Koring, Peter Röben, Meike Schnitger:** *Weiterbildungsprofile und Arbeits- und Lernprojekte – Ergebnisse aus dem Projekt »Weiterbildung im Prozess der Arbeit« (WAP)*
Bremen, Juli 2007, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 29** **Ludger Deitmer, Klaus Ruth:** *»Cornerstones of Mentoring Processes« – How to implement, conduct and evaluate mentoring projects*
Bremen, Dezember 2007, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 30** **Meike Schnitger, Lars Windelband:** *Fachkräftemangel auf Facharbeiterebene im produzierenden Sektor in Deutschland: Ergebnisse der Sektoranalyse aus dem Projekt »Shortage of Skilled Workers«*
Bremen, Februar 2008, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 31** **Meike Schnitger, Lars Windelband:** *Shortage of skilled workers in the manufacturing sector in Germany: Results from the sector analysis*
Bremen, Februar 2008, 3,- €, ISSN 1610-0875

- Nr. 32** **Joanna Schulz, Sabine Kurz, Josef Zelger:** *Die GABEK®-Methode als Ansatz zur Organisationsentwicklung*
Bremen, Februar 2008, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 33** **Simone Kirpal, Roland Tutschner:** *Berufliches Bildungspersonal: Schlüsselakteure lebenslangen Lernens*
Bremen, September 2008, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 34** **Heike Arold, Claudia Koring, Lars Windelband:** *Qualifizierungsbedarfe, -ansätze und -strategien im Secondhand Sektor – Ein Europäischer Good-Practice-Bericht*
Bremen, Oktober 2008, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 35** **Heike Arold, Claudia Koring, Lars Windelband:** *Qualification Needs, Approaches and Strategies in the Second-Hand Sector – A European Good Practice Report*
Bremen, Oktober 2008, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 36** **Lars Windelband, Judith Schulz:** *Qualifizierungs- und Personalentwicklungskonzepte zur Reduzierung des Fachkräftemangels im produzierenden Sektor*
Bremen, Dezember 2008, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 37** **Judith Schulz, Lars Windelband:** *Fachkräftemangel in der Metall- und Elektroindustrie im europäischen Vergleich*
Bremen, Dezember 2008, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 38** **Klaus Ruth, Philipp Grollmann:** *Monitoring VET Systems of Major EU Competitor Countries – The Cases of Australia, Canada, U.S.A. and Japan*
Bremen, Januar 2009, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 39** **Klaus Ruth, Philipp Grollmann:** *Monitoring VET Systems of Major EU Competitor Countries – The Cases of China, India, Russia and Korea*
Bremen, Januar 2009, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 40** **Gerald A. Straka, Gerd Macke:** *Neue Einsichten in Lehren, Lernen und Kompetenz*
Bremen, Februar 2009, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 41** **Simone Kirpal, Wolfgang Wittig:** *Training Practitioners in Europe: Perspectives on their work, qualification and continuing learning*
Bremen, Mai 2009, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 42** **Judith Schulz:** *Company-Wiki as a knowledge transfer instrument for reducing the shortage of skilled workers*
Bremen, Mai 2009, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 43** **Roland Tutschner, Wolfgang Wittig, Justin Rami (Eds.):** *Accreditation of Vocational Learning Outcomes: Perspectives for a European Transfer*
Bremen, Mai 2009, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 44** **Joanna Burchert:** *Innovationsfähigkeit und Innovationsbereitschaft an Beruflichen Schulen*
Bremen, Januar 2010, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 45** **Institut Technik und Bildung (Hrsg.):** *Bericht über Forschungsarbeiten 2008–2009*
Bremen, Juni 2010, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 46** **Christian Salewski:** *Das Management von explizitem Wissen in Forschungseinrichtungen am Beispiel des Instituts Technik und Bildung (ITB) der Universität Bremen*
Bremen, Juni 2010, 3,- €, ISSN 1610-0875

- Nr. 47** **Felix Schmitz-Justen, Falk Howe:** *Berufssituation und Herausforderungen von Berufsschullehrkräften in den Berufsfeldern Elektrotechnik und Informationstechnik*
Bremen, Juni 2010, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 48** **Peter Gerds, Georg Spöttl:** *Entwicklungstendenzen des deutschen Berufsbildungssystems und Folgerungen für die duale Ausbildung im Handwerk*
Bremen, Oktober 2010, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 49** **Roland Tutschner, Jürgen Strauß:** *Techniker/innen und Interessenvertretung – Zur Arbeitssituation und beruflichen Identität von Technikern*
Bremen, Oktober 2010, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 50** **Chee Sern Lai, Georg Spöttl, Gerald A. Straka:** *Learning with worked-out problems in Manufacturing Technology: The effects of instructional explanations and self-explanation prompts on acquired knowledge acquisition, near and far transfer performance*
Bremen, Juni 2011, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 51** **Johannes Rosendahl, Gerald A. Straka:** *Effekte personaler, schulischer und betrieblicher Bedingungen auf berufliche Kompetenzen von Bankkaufleuten während der dualen Ausbildung: Ergebnisse einer dreijährigen Längsschnittstudie*
Bremen, Juni 2011, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 52** **Georg Spöttl, Lars Windelband:** *Innovations in Vocational Education and Training a Successful Paradigm Shift within the Dual System in Germany*
Bremen, März 2013, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 53** **Roland Tutschner, Wolfgang Wittig (eds.):** *Level Assessment of Learning Outcomes in Health Care and Nursing*
Bremen, September 2013, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 54** **Joanna Burchert, Nils Petermann, Georg Spöttl:** *Aus- und Weiterbildung von Berufskraftfahrern und -kraftfahrerinnen: Empfehlungen und Stand der Umsetzung*
Bremen, Dezember 2013, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 55** **Barbara Hupfer, Georg Spöttl:** *Qualification Frameworks and the Underlying Concepts of Education and Work – Limits and perspectives*
Bremen, Mai 2014, 3,- €, ISSN 1610-0875
- Nr. 56** **Miguel Civera, Michael Gessler (Hrsg.):** *Entrepreneurship Education und Projektmanagement: Konvergenz zweier Konzepte*
Bremen, Oktober 2014, ISSN 1610-0875
- Nr. 57** **Miguel Civera, Michael Gessler (Hrsg.):** *Entrepreneurship Education and Project Management: Convergence of two Concepts*
Bremen, October 2014, ISSN 1610-0875
- Nr. 58** **Andreas Saniter, Eileen Lübcke, Joanna Burchert:** *Förderung der Fach- und Medienkompetenz im Kontext der Einstiegsqualifizierung: Eine berufswissenschaftliche Analyse am Beispiel des Programms Chance Plus bei der Deutschen Bahn*
Bremen, Januar 2015, ISSN 1610-0875
- Nr. 59** **Michael Gessler, Andreas Sebe-Opfermann:** *Entrepreneurship Education, projektmanagementbasiertes Lernen und Heuristiken*
Bremen, November 2014, ISSN 1610-0875
- Nr. 60** **Michael Gessler, Andreas Sebe-Opfermann:** *Entrepreneurship Education, Project Management Learning and Heuristics*
Bremen, November 2014, ISSN 1610-0875
- Nr. 61** **Britta Schlömer:** *Entwicklung eines Kompetenzmodells für technische Produktdesigner/-innen*
Bremen, Januar 2015, ISSN 1610-0875

- Nr. 62** **Rainer Bremer:** *Ecological education for Belarus, Russia and Ukraine: Erhebung zu Stand und Entwicklung ökologischer Bildung*
Bremen, Juli 2015, ISSN 1610-0875
- Nr. 63** **Institut Technik und Bildung (Hrsg.):** *Bericht über Forschungsarbeiten 2012 - 2014*
Bremen, Juli 2015, ISSN 1610-0875
- Nr. 64** **Andreas Saniter, Muir Houston, Karsten Krüger (Eds.):** *Patterns of cooperation between Higher Education and the World of Work*
Bremen, Dezember 2016, ISSN 1610-0875
- Nr. 65** **Daniela Ahrens, Tilman Dombrowski, Torsten Grantz, Holger Heinze, Benjamin Höhne, Bernd Kaßbaum, Sandra Kroll, Jörg Longmuß, Christian Staden:** *Herausforderungen und Chancen betrieblicher Weiterbildung in digitalisierten Arbeitswelten – Abschlussbericht des Verbundprojekts Berufliche Professionalität im produzierenden Gewerbe Autorengruppe Professio-Verbund*
Bremen, Mai 2018, ISSN 1610-0875

Bestelladresse:

*Institut Technik & Bildung – Bibliothek
Universität Bremen
Am Fallturm 1
28359 Bremen*

Professio

Berufliche Professionalität
im produzierenden Gewerbe

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

 **Universität Bremen**

IT⁺B INSTITUT
TECHNIK
UND
BILDUNG

Universität Bremen
Institut Technik und Bildung (ITB)
Am Fallturm 1
28359 Bremen

info@itb.uni-bremen.de
www.itb.uni-bremen.de