

Baumhauer, Maren; Beutnagel, Britta; Meyer, Rita; Rempel, Kira

## Working Paper

# Produktionsfacherbeit in der chemischen Industrie: Auswirkungen der Digitalisierung aus Expertensicht

Working Paper Forschungsförderung, No. 144

### Provided in Cooperation with:

The Hans Böckler Foundation

*Suggested Citation:* Baumhauer, Maren; Beutnagel, Britta; Meyer, Rita; Rempel, Kira (2019) :  
Produktionsfacherbeit in der chemischen Industrie: Auswirkungen der Digitalisierung aus  
Expertensicht, Working Paper Forschungsförderung, No. 144, Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf,  
<https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:1-2019102315095964528388>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/216064>

### Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

### Terms of use:

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/de/legalcode>

# WORKING PAPER FORSCHUNGSFÖRDERUNG

---

Nummer 144, Juni 2019

## Produktionsfacharbeit in der chemischen Industrie: Auswirkungen der Digitalisierung aus Expertensicht

Maren Baumhauer, Britta Beutnagel, Rita Meyer und  
Kira Rempel

---

## **Autorinnen**

**Dr. Maren Baumhauer** – Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Berufspädagogik und Erwachsenenbildung der Leibniz Universität Hannover.

**Britta Beutnagel, M.A.** – Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Berufspädagogik und Erwachsenenbildung der Leibniz Universität Hannover.

**Prof. Dr. Rita Meyer** – Professorin für Berufspädagogik am Institut für Berufspädagogik und Erwachsenenbildung der Leibniz Universität Hannover.

**Kira Rempel, M.A.** – Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Berufspädagogik und Erwachsenenbildung der Leibniz Universität Hannover.

© 2019 by Hans-Böckler-Stiftung  
Hans-Böckler-Straße 39, 40476 Düsseldorf  
[www.boeckler.de](http://www.boeckler.de)



„Produktionsfacharbeit in der chemischen Industrie: Auswirkungen der Digitalisierung aus Expertensicht“ von Maren Baumhauer, Britta Beutnagel, Rita Meyer und Kira Rempel ist lizenziert unter

### **Creative Commons Attribution 4.0 (BY).**

Diese Lizenz erlaubt unter Voraussetzung der Namensnennung des Urhebers die Bearbeitung, Vervielfältigung und Verbreitung des Materials in jedem Format oder Medium für beliebige Zwecke, auch kommerziell. (Lizenztext: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/de/legalcode>)

Die Bedingungen der Creative-Commons-Lizenz gelten nur für Originalmaterial. Die Wiederverwendung von Material aus anderen Quellen (gekennzeichnet mit Quellenangabe) wie z. B. von Schaubildern, Abbildungen, Fotos und Textauszügen erfordert ggf. weitere Nutzungsgenehmigungen durch den jeweiligen Rechteinhaber.

**ISSN 2509-2359**

# Inhalt

1. Ausgangssituation .....	4
2. Anlage der Expertenbefragung .....	8
2.1 Auswahl der Befragungspersonen .....	8
2.2 Beschreibung des Erhebungsinstrumentes .....	11
3. Auswirkungen der Digitalisierung aus Expertensicht .....	13
3.1 Betriebliche Transformationsprozesse .....	13
3.2 Betrieb als Lernort .....	18
3.3 Positionen der (Chemie-)Sozialpartner .....	20
3.4 Einschätzungen zur Mensch-Maschine-Interaktion .....	23
4. Fazit und Ausblick .....	25
5. Literatur .....	28

# 1. Ausgangssituation

Im Zuge der Digitalisierung ist die industrielle Facharbeit branchenübergreifend einem dynamischen Wandel ausgesetzt, wobei sich Tätigkeitsbereiche und Arbeitsprozesse kontinuierlich verändern (vgl. u. a. Baethge-Kinsky et al. 2018; Hirsch-Kreinsen et al. 2018). Der Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnik in Industrieunternehmen schreitet voran, wohingegen sich intelligente, digital vernetzte Systeme und Produktionsprozesse in vielen Wirtschaftszweigen im Entwicklungsstadium befinden und noch nicht über die gesamte Wertschöpfungskette etabliert sind (vgl. Spöttl et al. 2016). In Bezug auf den wissenschaftlichen, bildungs- und arbeitsmarktpolitischen Diskurs zur Digitalisierung von Industriearbeit ist zu konstatieren, dass *soziale Folgen*, die sich aus technikinduzierten Entwicklungen in Unternehmen ergeben, derzeit weitgehend unbestimmt sind, was zu einer großen Unklarheit im Umgang mit den Herausforderungen des digitalen Wandels führt (vgl. Meyer 2019).

In der *chemischen Industrie* sind Auswirkungen der digitalen Transformation bereits heute beobachtbar, da die Branche aufgrund eines traditionell hohen Automatisierungs- und Vernetzungsgrads und der umfassenden Anwendung computergestützter Systeme als Beispiel einer hoch digitalisierten Branche gilt (vgl. Malanowski et al. 2017). Zentrale Entwicklungsprozesse zeigen sich hier vor allem im Produktionsbereich und umfassen die Integration von Informationstechnologien und die fortlaufende Vernetzung von Anlagen (vgl. Bauer 2017; Gehrke/Weilage 2018).

Eine Besonderheit der Chemieindustrie besteht darin, dass Unternehmen oftmals im Verbundprinzip von Industrieparks organisiert sind. Der Verbund ermöglicht rechtlich unabhängigen Betrieben eine Verknüpfung von Wertschöpfungsketten sowie eine Nutzung desselben Standorts und einer gemeinsamen Infrastruktur (z. B. Ver- und Entsorgung), die nicht kostenintensiv aufgebaut werden muss (vgl. Schipper 2009). Die besondere Organisationsform des Industrieparks fördert die Dynamisierung von Produktionsprozessen, die wiederum auf eine Steigerung der Effizienz zielt.

Mit einer zunehmend digitalisierten Produktion werden neue Anforderungen an Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer gestellt, die zu einer Veränderung von Qualifizierungsbedarfen führen (vgl. u. a. Abel 2018; Hirsch-Kreinsen 2017; Spöttl 2017; Windelband 2017). Diese Veränderungen lassen sich aufgrund des hohen Digitalisierungsgrads in besonderem Maße in der chemischen Industrie identifizieren. In der Branche werden mit dem Ziel einer ressourceneffizienten und nachhaltigen Ge-

staltung der Produktion betriebsübergreifend digitale Assistenzsysteme eingeführt und Produktionsanlagen automatisiert. Vor diesem Hintergrund sind Fachkräfte vermehrt mit dem Umgang komplexer Prozesse und dem Sicherstellen eines störungsfreien Produktionsablaufs konfrontiert. Dies schließt angesichts automatisierter Anlagen auch die Auswertung und die Analyse von Anlagendaten ein (vgl. Baethge-Kinsky 2019). Zukünftige Qualifikationsanforderungen sind derzeit weitgehend offen und unbestimmt, was die Branche vor die Herausforderung stellt, im Rahmen der Gestaltung des digitalen Wandels mit großen Unsicherheiten umzugehen (vgl. Meyer 2019). Die Problematik wird dadurch verstärkt, dass nur marginal empirisch gesicherte Erkenntnisse über die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Chemieindustrie vorliegen. Insofern besteht ein hoher Bedarf an systematischen Untersuchungen der betrieblichen Realität, um aktuelle und zukünftige Qualifizierungsanforderungen der Branche zu bestimmen.

Angesichts der Unbestimmtheit zukünftiger Qualifizierungsbedarfe und Kompetenzanforderungen, besteht eine zentrale Herausforderung für Betriebe darin, die Kompetenzentwicklung der Beschäftigten (z. B. durch betriebliche Weiterbildungsangebote) zu ermöglichen und sie somit auf den Umgang mit dynamischen Veränderungen im Betrieb vorzubereiten (vgl. u. a. Hirsch-Kreinsen 2017; Spöttl et al. 2016).

#### **Forschungsprojekt „Lernort Betrieb 4.0“**

Vor diesem Hintergrund werden im Rahmen des Forschungsprojekts „Lernort Betrieb 4.0“<sup>1</sup> die Auswirkungen der Digitalisierung in der chemischen Industrie auf der *Organisationsebene* (Betriebe) und auf der *Subjektenebene* (Beschäftigte) untersucht. Ziel des Projekts ist die Analyse der Verknüpfung von Arbeiten und Lernen innerhalb des Verbundprinzips von Industrieparks, um organisationale und subjektive Lern- und Entwicklungsperspektiven im Kontext der Digitalisierung zu identifizieren. Die Erkenntnisse des Projekts sollen Handlungs- und Orientierungswissen für die berufspädagogische Forschung und Praxis, die betriebliche Mitbestimmung sowie für sozialpartnerschaftliche Diskurse und Handlungsfelder bereitstellen.

Die Forschungsfragen wurden auf drei analytischen Untersuchungsebenen (Makro-, Meso- und Mikroebene) generiert: Der Einfluss von Digitalisierung auf die chemische Industrie (vgl. u. a. Hirsch-Kreinsen 2017; Spöttl/Windelband 2017) bildet auf der *Makroebene* den Kontext, in dem explizit die Frage nach der Gestaltung von Arbeiten und Lernen im Verbundprinzip von Industrieparks analysiert wird.

---

1 Das Forschungsprojekt wird durch die Hans-Böckler-Stiftung im Zeitraum 02/2018 bis 01/2020 gefördert.

Den theoretischen Bezug der *Mesoebene* bildet das Zusammenspiel von betrieblicher Organisations- und subjektiver Kompetenzentwicklung (vgl. Hiestand 2017; Meyer/Haunschild 2017; Dehnbostel 2007). Im Mittelpunkt stehen Forschungsfragen nach Unternehmensstrategien, die in den Betrieben genutzt werden, um den Anforderungen digitaler Arbeitsbedingungen zu begegnen. Zentral ist die Untersuchung der Rolle der betrieblichen Mitbestimmung im Hinblick auf digitalisierte Arbeit und Qualifizierung.

Die *Mikroebene* fokussiert die industriellen Fachkräfte und deren subjektive Lern- und Orientierungsbedürfnisse (vgl. u. a. Kutscha 2015; Meyer 2014). Im Kontext des lebenslangen Lernens gewinnen neue Lernformen an Bedeutung, die durch Fragen nach informellen und impliziten Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten jenseits institutionalisierter Lernformen in den Blick genommen werden (vgl. Meyer/Haunschild 2017).

Forschungsmethodisch werden in dem Projekt qualitative Betriebsfallstudien in ausgewählten Chemieunternehmen in Industrieparks durchgeführt. Befragt werden sowohl strategische Führungskräfte und Betriebsräte (Organisationsebene) als auch operative Führungs- und Fachkräfte im Produktionsbereich (Subjektebene).

Der Untersuchung liegt die forschungsleitende Annahme zugrunde, dass die Verknüpfung von Arbeiten und Lernen innerhalb der Organisationsform des Industrieparks maßgeblich durch am Standort ansässige Bildungsanbieter beeinflusst wird. Es wird davon ausgegangen, dass die Existenz der Bildungsanbieter das Vorhandensein einer Digitalisierungs- und damit einhergehend einer Qualifizierungsstrategie bedingt. Aus diesem Grund werden neben Chemieunternehmen auch Bildungsanbieter am Standort in den Blick genommen. Ziel ist es, Erkenntnisse über Kooperationsstrukturen zwischen Bildungsanbietern und Chemieunternehmen innerhalb der Verbundstruktur sowie deren wechselseitige Einflussmöglichkeiten zu erheben. Untersucht werden die Organisation und zentrale Aufgaben der Bildungsinstitutionen sowie deren Strategien zur Abbildung spezifischer betrieblicher Qualifizierungsbedarfe in Weiterbildungsangeboten. Dafür werden Interviews mit Verantwortlichen im Bereich Weiterbildung (z. B. Leiterinnen und Leiter, Trainerinnen und Trainer) geführt<sup>2</sup>.

Eine erste Annäherung an Fragen der Auswirkung der Digitalisierung auf die Facharbeit in der chemischen Industrie erfolgte auf der Grundlage explorativer Expertengespräche. Innerhalb dieses Working Papers wird der aktuelle Ergebnisstand des laufenden Projekts überwiegend

---

<sup>2</sup> Die Erhebung sowohl im Rahmen der qualitativen Betriebsfallstudien, als auch die Untersuchung der Bildungsanbieter wurde im Januar 2019 abgeschlossen.

deskriptiv dargestellt und es werden *exemplarisch* die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Produktionsfacharbeit in der chemischen Industrie aus Sicht der Expertinnen und Experten umrissen.



## 2. Anlage der Expertenbefragung

Im Rahmen des Projektes wurden fünf Experteninterviews mit insgesamt sieben Vertreterinnen und Vertretern aus Wissenschaft und Forschung sowie der Chemie-Sozialpartner geführt. Die Expertinnen und Experten wurden als soziale Akteure hinsichtlich ihres Spezialwissens zu Transformationsprozessen in der Chemieindustrie befragt (vgl. Bogner et al. 2014). Ziel der Erhebung war einerseits die Systematisierung des Untersuchungsfeldes und andererseits die empirische Exploration von Veränderungstendenzen beruflicher Facharbeit innerhalb der chemischen Industrie. Die Expertengespräche boten zudem die Möglichkeit, erste Feldzugänge zu den Fallunternehmen und Bildungsanbietern innerhalb der ausgewählten Industrieparks herzustellen.

### 2.1 Auswahl der Befragungspersonen

Die Akquise der Gesprächspartnerinnen und -partner erfolgte nach dem Prinzip der bewussten Fallauswahl, d. h. anhand vorab festgelegter Kriterien (vgl. u. a. Flick 2014; Schnell et al. 2018; Palys 2008). Zentrale Kriterien für die Auswahl der befragten Vertreterinnen und Vertreter aus Wissenschaft und Forschung sowie der Chemie-Sozialpartner waren:

- vielseitige *Anknüpfungspunkte des beruflichen Funktionskontextes mit* der Chemiebranche (z. B. Beratung und Begleitung von Chemieunternehmen im Rahmen der Interessenvertretung von Arbeitgeber- und Arbeitnehmerseite)
- umfassendes *branchenspezifisches* Wissen hinsichtlich der Veränderung von Facharbeit in der chemischen Industrie, der Herausforderungen der Digitalisierung für die Produktionsfacharbeit sowie der Verknüpfung von Arbeiten und Lernen im Betrieb
- *Forschungserfahrungen* im Feld (z. B. qualitative und quantitative Untersuchungen zum Einfluss der Digitalisierung auf Arbeit und Qualifikation bzw. zu technischen und organisatorischen Innovationen in der Chemiebranche)

Die ausgewählten Expertinnen und Experten wurden in persönlichen Interviews von 30 bis 75 Minuten im Zeitraum Juni bis Juli 2018 befragt. Aufgrund ähnlicher Forschungsfelder wurden die Expertengespräche mit den Vertreterinnen und Vertretern aus Wissenschaft und Forschung als Doppelinterviews geführt. Um das Ergebnis nicht zu verfälschen wurden die in den Doppelinterviews getroffenen Aussagen der Interviewpartnerinnen und -partner getrennt voneinander betrachtet. Nach vollständiger

Transkription des Datenmaterials sowie der Aufbereitung durch das Datenverarbeitungsprogramm MAXQDA, erfolgte die Auswertung angelehnt an die qualitative Inhaltsanalyse (vgl. Gläser/Laudel 2010; Bogner et al. 2014). Für diesen Analyseansatz ist die Extraktion von relevanten Informationen (auf der Grundlage des Expertenwissens) aus dem Datenmaterial zentral. Die Extraktion erfolgte anhand eines Auswertungsrasters, das ausgehend von Literaturbezügen (z. B. Veränderung von Facharbeit im Kontext der Digitalisierung) entwickelt und als Suchraster an das Material herangetragen wurde. In einem zweiten Schritt wurde das extrahierte Material in Kategorien strukturiert aufbereitet und unter Rückbezug zum Auswertungsraster literaturgestützt interpretiert.

Sämtliche Angaben, die zu einer Identifizierung der Interviewpartnerinnen und -partner führen, wurden anonymisiert. Lediglich die beruflichen Positionen bzw. Funktionskontexte wurden aufgrund der besonderen Anlage der Expertenbefragung nicht geändert. Die nachfolgende Tabelle 1 stellt eine Übersicht zu den beruflichen Funktionskontexten der Expertinnen und Experten<sup>3</sup> dar. Insgesamt wurden zwei Gespräche mit vier Vertreterinnen und Vertretern aus dem Bereich Wissenschaft und Forschung, jeweils ein Gespräch mit der Arbeitgeber- und Arbeitnehmervertretung in der Chemieindustrie sowie ein Gespräch bei einem gewerkschaftlichen Bildungsanbieter geführt<sup>4</sup>.

---

3 Um die Anonymisierung der Daten nicht zu gefährden, erfolgt eine durchgängig geschlechtsneutrale Beschreibung der beruflichen Funktionskontexte. Die Geschlechtszugehörigkeit der Befragten hat keine Relevanz für die inhaltliche Darstellung der Ergebnisse.

4 Aufgrund der explorativen Anlage der Untersuchung und der damit einhergehenden geringen Fallzahl, erhebt die nachfolgende Ergebnisdarstellung keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit der Aussagen und somit auf Repräsentativität der Befragung.

*Tabelle 1: Interviewcodes und Informationen zu den beruflichen Funktionskontexten der Befragten<sup>5</sup>*

<b>Interviewcode</b>	<b>Beruflicher Funktionskontext</b>
Exp_WF1	Universität; Institutsleitung Wirtschaftswissenschaften Forschungsschwerpunkte: Einfluss technologischer Entwicklungen auf die Chemieindustrie, Fachkräfte- und Qualifikationsbedarfe
Exp_WF2	Universität; wissenschaftliche Tätigkeit im Bereich Wirtschaftswissenschaften Forschungsschwerpunkte: Einfluss technologischer Entwicklungen auf die Chemieindustrie
Exp_WF3	Leitungsfunktion Forschungsinstitut Arbeitssoziologie Forschungsschwerpunkt: Wandel von Facharbeit im Kontext der Digitalisierung
Exp_WF4	Forschungsinstitut; wissenschaftliche Tätigkeit im Bereich Arbeitssoziologie Forschungsschwerpunkt: Digitalisierung der Arbeitswelt
Exp_AG	Leitungsfunktion Arbeitgeberverband Arbeitsschwerpunkte: Bildung, Digitalisierung und Arbeiten 4.0
Exp_AN	Leitungsposition Gewerkschaft Arbeitsschwerpunkte: Entwicklungen auf dem Arbeitsmarkt und Beschäftigungseffekte im Kontext der Digitalisierung
Exp_G	Leitungsposition gewerkschaftlicher Bildungsträger Arbeitsschwerpunkte: betriebliche Bildung sowie Veränderung von Arbeits- und Lebensbedingungen im Kontext der Digitalisierung

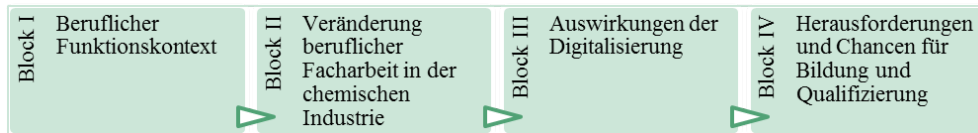
*Quelle: Eigene Darstellung.*

<sup>5</sup> Exp\_WF1 und Exp\_WF2, sowie Exp\_WF3 und Exp\_WF4 wurden jeweils als Doppelinterview geführt.

## 2.2 Beschreibung des Erhebungsinstrumentes

Das Erhebungsinstrument umfasst insgesamt vier thematische Blöcke:

Abbildung 1: Aufbau des Interviewleitfadens



Quelle: Eigene Darstellung.

Die Entwicklung der Interviewfragen erfolgte in Rückkopplung an den aktuellen Forschungsstand zu Auswirkungen der Digitalisierung in der chemischen Industrie. Der erste Themenblock greift den beruflichen Funktionskontext der Befragungspersonen auf und hat eine Verortung der Expertinnen und Experten in ihrer Organisation zum Ziel. Bereits hier wird der Fokus auf Digitalisierungsprozesse und deren Einfluss auf das Tätigkeitsfeld der Befragungsperson gerichtet. Im anschließenden Block werden spezifische Entwicklungen innerhalb der Branche thematisiert, im Mittelpunkt stehen die Veränderung von Facharbeit sowie branchenspezifische Beschäftigungseffekte in der chemischen Industrie. Ausgehend von der Facharbeit werden die Auswirkungen der Digitalisierung auf Produktionsunternehmen sowie die damit verbundenen Herausforderungen für die Akteure der betrieblichen Mitbestimmung in den Blick genommen. Ziel dieses Themenblocks ist es, Strategien bzw. Pilotprojekte der Unternehmen zu identifizieren, die Einfluss auf die Gestaltung des Wandels der Arbeit haben. Hieran schließen sich Fragen zu aktuellen Handlungsbedarfen der Unternehmen sowie der Arbeitgeber- und Arbeitnehmervertretung im Hinblick auf digitalisierte Arbeit an. In Block vier werden neue Qualifikationsanforderungen der Unternehmen sowie die Rolle von Bildungsanbietern in Industrieparks thematisiert. Im Fokus stehen vor allem neue Kompetenzanforderungen an Fach- und Führungskräfte. Abschließend werden die Expertinnen und Experten zu dem Stellenwert formaler Qualifikationen und informellen Lernens in der Arbeit sowie der Relevanz des Lernorts Betrieb im Kontext der Digitalisierung in der chemischen Industrie befragt.

Als Ergänzung der Interviewfragen wurde die *Szenario-Technik*<sup>6</sup> eingesetzt (vgl. Reibnitz 1992). Hierfür wurden den Gesprächspartnerinnen und -partnern zwei berufswissenschaftlich prognostizierte Zukunftsbilder zum Verhältnis von Mensch und Maschine in der industriellen Facharbeit (vgl. Ahrens/Spöttl 2018) vorgelegt und diskutiert. Aufgrund der dynamischen Entwicklung von intelligenten, digital vernetzten Systemen und Produktionsprozessen, sind Einschätzungen der Befragten in Bezug auf den zukünftigen Stellenwert menschlicher Arbeit für den Projektkontext besonders relevant. In der Interviewsituation wurden die Befragungspersonen dazu angeregt, eine Einschätzung zu technologischen Veränderungsprozessen und deren Auswirkungen auf die Arbeitswelt im digitalen Wandel abzugeben.

---

6 Bei der Szenario-Technik handelt sich um eine Planungsmethode, deren Ziel es ist, unternehmens-, bereichs- und personenspezifische Konsequenzen aus möglichen zukünftigen Entwicklungen abzuleiten. Hierfür werden mindestens zwei unterschiedliche in sich konsistente Zukunftsbilder entwickelt und diskutiert (Reibnitz 1992).

## 3. Auswirkungen der Digitalisierung aus Expertensicht

Die Entwicklung der chemischen Industrie zeichnet sich seit den neunziger Jahren vor allem durch umfassende Prozessoptimierung im Produktionsbereich aus. Manuell betriebene Anlagen werden sukzessive mit Hard- und Software ausgestattet. Mit der Vernetzung von technischer Steuerung, Regelung und Sicherung durch Prozessleitsysteme schreitet dieser Prozess der Automatisierung als Teilbereich der Digitalisierung bis heute voran.

Technologische Veränderungen in der Produktionsarbeit lassen sich aus Sicht der Expertinnen und Experten nicht per se der Digitalisierung zuordnen. *Digitalisierungsprozesse gehen über Automatisierung hinaus* und sind durch eine Vernetzung von Vorgängen, die eine Verknüpfung von Daten mit automatisierten Anlagen ermöglicht, gekennzeichnet. Die Nutzung von und der Umgang mit diesen komplexen Datenmengen (Big Data) sowie der damit verbundene Datenschutz, sind – neben umfassenden Prozessoptimierungen – zentrale Einflussfaktoren auf die Chemiebranche.

Die anhaltende und schrittweise vollzogene Optimierung von Produktionsanlagen führt laut der Befragten zu dem Problem, dass die Begriffe *Automatisierung* und *Digitalisierung* innerhalb der chemischen Industrie kaum voneinander abgegrenzt und oftmals synonym verwendet werden. So werden technologische Veränderungen innerhalb der Produktion häufig als Automatisierungsprozesse beschrieben, auch wenn diese über die *technologische Dimension* hinausgehen und Einfluss auf die *soziale Dimension*, also z. B. die Zusammenarbeit unter den beschäftigten Fachkräften, nehmen. Diese Unklarheit im Hinblick auf den Digitalisierungsbegriff erschwert eine Identifizierung von Ansätzen zur Gestaltung des digitalen Wandels.

### 3.1 Betriebliche Transformationsprozesse

Übereinstimmend in allen Expertengesprächen zeigt sich, dass die chemische Industrie bisher *nicht* durch eine umfassende Implementierung von Digitalisierungsstrategien gekennzeichnet ist. Insgesamt ist eine eher zögernde Umsetzung von digitalen Innovationen innerhalb der betrieblichen Praxis zu verzeichnen, die sich oftmals auf den Einsatz moderner digitaler Arbeitsmittel (wie z. B. Tablets) beschränkt. Zwar werden innovative Konzepte der Arbeits- und Organisationsgestaltung

(z. B. Smart Factory, Augmented Reality, Cyber-Physische-Systeme) pilothaft erprobt, allerdings nicht flächendeckend etabliert.

Eine Begründung für die nur zögernde Umsetzung liegt laut der befragten Expertinnen und Experten zum einen darin, dass zukünftige Entwicklungen nur schwer absehbar sind. Zum anderen wird die Implementierung von Digitalisierungsstrategien in der Regel nur dann vorgenommen, wenn sich daraus ein konkreter wirtschaftlicher Vorteil (hier: Wettbewerbs- oder Produktivitätssteigerung) für die Unternehmen ergibt.

„[...] weil wir tatsächlich in vielen Bereichen auch nicht wissen, was sich durchsetzen wird und wie sich was entwickeln wird. Aber selbst die großen Konzerne haben oft eher so einzelne Leuchtturmprojekte [...]. Also es gibt ganz wenig wirklich komplett digitalisierte Bereiche“ (Exp\_G, Z. 43–45).

Insbesondere kulturelle (z. B. lern- und kompetenzförderliche Arbeitsgestaltung) sowie arbeitsorganisatorische Veränderungen (z. B. projektformiges, abteilungs-, hierarchieübergreifendes Arbeiten) werden als entscheidende Faktoren für die Umsetzung von Digitalisierungsthemen beschrieben, stellen allerdings zugleich eine zentrale Herausforderung für Betriebe dar.

„Also meiner Ansicht nach, ist die Hauptherausforderung für die Betriebe, das was am wenigsten greifbar ist, nämlich der Kulturwandel“ (Exp\_AG, Z. 226–227).

Innovative und dynamische Veränderungsprozesse setzen eine *betriebliche* Veränderungsbereitschaft voraus. Diese ist jedoch grundsätzlich von der *individuellen* Veränderungsbereitschaft der Beschäftigten abhängig. Mit den neuen Anforderungen, die sich im Rahmen zunehmender Digitalisierung im Produktionsbereich insbesondere an Fachkräfte stellen, bedarf es aus Sicht der Befragten einer grundsätzlichen Offenheit dieser gegenüber neuen Innovationen.

„Also auch wenn die Chemie schon lange digitalisiert ist [...] wird es da auch immer wieder Innovationen, auch technische Innovationen geben und diese Fähigkeit und Bereitschaft sich auch neue Software, neue Technologien usw. anzueignen, die wird auf jeden Fall zentraler sein. Also dass man keine Scheu hat. Also an so einer Scheu scheitern wirklich ganz viele Implementationsverfahren“ (Exp\_G, Z. 231–235).

Die Einführung von digitalen Arbeitsmitteln im Unternehmen geht vor allem auf die Initiative einzelner Personen zurück. Im Hinblick auf die Implementierung von Digitalisierungsprozessen, die vielschichtige Organisationsentwicklungsschritte einschließen, indem sie die Arbeitsorganisation, die ökonomischen Zielsetzungen sowie die Anforderungen an das Personal (mit und ohne Führungsverantwortung) verändern, kommt aus

Expertensicht vor allem der *individuellen Haltung* des Führungspersonals eine entscheidende Rolle zu.

„Bei Transformationsprozessen generell, sie brauchen einfach, wenn es um Veränderung geht [...] eine bestimmte Haltung [...]. Das müssen Menschen sein an der Spitze, die bestimmte Haltungen vorgeben“ (Exp\_AG, Z. 228–232).

„Aber ich sage mal, wenn sie irgendwelche Schnarchnasen haben in den Cheftagen oder Lähmschichten, wie das genannt wird, zwischen drinnen in den Führungskräften, die sagen: ‚Ach Gott, ist doch immer gut gegangen‘, dann haben sie halt verloren“ (Exp\_AG, Z. 253–256).

Die Gestaltung des digitalen Wandels in den Betrieben vor dem Hintergrund von Effizienzsteigerung und dem Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit, macht aus Sicht der befragten Expertinnen und Experten zudem eine Veränderung des Verständnisses der *Führungsrolle* notwendig. Führungspersonal wird zum einen vermehrt damit konfrontiert, den Lernprozess der Beschäftigten anzuregen und zu begleiten, zum anderen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in die Gestaltung von Arbeitsprozessen einzubeziehen. Um dies leisten zu können, bedarf es einer Unterstützung der Kompetenzentwicklung des Führungspersonals.

„Wie wird Führung motiviert einerseits zum Lernen und wie [...] versteht sich [die Führungskraft] mehr als Coach der Prozesse. [...] Also ich finde mich nicht so sehr als Leiter, sondern als einer der einen Prozess mit denen gestaltet. So und das [...] müssen die Führungskräfte lernen, weil das natürlich eine ganze andere Kompetenz voraussetzt“ (Exp\_AN, Z. 508–513).

### **Beschäftigtenstruktur**

Die aus technologischen Entwicklungen resultierende erhöhte Komplexität von Produktionsarbeit führt dazu, dass an- und ungelernte Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer in der chemischen Industrie kaum noch vertreten sind. Dies kann auch darauf zurückgeführt werden, dass der für die Branche übliche Umgang mit Gefahrenstoffen eine qualifizierte Aus- und Weiterbildung erfordert. Laut der befragten Expertinnen und Experten kennzeichnet die Branche insgesamt eine *hochqualifizierte Beschäftigtenstruktur*, die als äußerst heterogen beschrieben werden kann.

Die fortschreitende Prozessoptimierung innerhalb der Chemieindustrie hat einen Beschäftigtenabbau in der Produktion zur Folge, der bereits seit den 1990er Jahren anhält und zu einer starken Arbeitsverdichtung für die verbleibenden Facharbeiterinnen und Facharbeiter führt.

„Wir haben natürlich schon in den ganzen vielen Jahren im Zuge der fortschreitenden Prozessoptimierung [...] in der Produktion in der Chemie eine ganze Zeit lang deutlich weniger Leute gebraucht. Das war ganz extrem in den neunziger Jahren. [...] Da ist also die Beschäftigung enorm abgebaut worden, weil



da ging es dann nur eben um Effizienz und Optimierung“ (Exp\_WF1, Z. 189–195).

Während in der Produktion der Beschäftigtenabbau derzeit stagniert, werden weitere Rationalisierungsprozesse von den Befragten vor allem in Arbeitsbereichen mit hohen Routinetätigkeiten (insbesondere in kaufmännischen Abteilungen) erwartet.

### **Auswirkungen auf die Produktionsfacharbeit**

Die zunehmende *Altersheterogenität*, die sich aus der Komplexität von Produktionsprozessen und dem anhaltenden Beschäftigtenabbau ergibt, stellt die Unternehmen der chemischen Industrie vor neue Herausforderungen. Zwischen jüngeren und älteren Beschäftigten weichen die Bedarfe, Ansprüche und Wünsche in Bezug auf Arbeitsorganisation und -bedingungen deutlich voneinander ab. Auch zeigt sich eine Differenz im Hinblick auf die Entwicklung von Kompetenzen im Umgang mit neuen Medien und Technologien sowie die Bereitschaft zur Nutzung dieser am Arbeitsplatz. Neben der Altersheterogenität werden hierfür allerdings auch individuelle Motive, wie z. B. die *Technikaffinität* der jeweiligen Fachkraft angeführt.

„[...] gerade zwischen jüngeren und älteren Beschäftigten, dass die Bedürfnisse danach, wie man, wann, wo, unter welchen Bedingungen arbeiten will, sehr unterschiedlich sind und dass auch die Fähigkeit und Bereitschaft mit neuen Technologien umzugehen sehr unterschiedlich ist. Natürlich nicht nur nach Alter differenziert“ (Exp\_G, Z. 115–120).

Die Automatisierung der chemischen Produktionsanlagen führt zu veränderten Aufgabenbereichen der Fachkräfte, sodass diese den Anlagenprozess am Computer (hier Leitstand als zentrale Schaltwarte) überwachen und steuern. Diese Verschiebung von ehemals manueller Arbeit an der Anlage zu kognitiver Arbeit im Leitstand führt zu dem Problem, dass Fachkräfte Produktionsanlagen kaum noch „händisch“ an- und abfahren müssen. Das Wissen und die Kompetenzen hierfür sind jedoch erforderlich, um z. B. bei einer Störung des Systems oder dem Ausfall einer Anlage handlungsfähig zu bleiben.

„Ein großer Problembereich mit dem Unternehmen zu kämpfen haben ist, wie halten sie Kompetenzen aufrecht, die sie für den Notfall brauchen? Also ein typisches Beispiel ist, eine chemische Fabrik wird heute im Regelfall voll automatisch gesteuert. Die Beschäftigten haben nur noch Kontrollfunktion und auch das Abfahren einer Anlage erfolgt voll automatisch. Jetzt wird die Anlage abgefahren und auf einmal besteht ein Störfall. So und was passiert dann mit der Anlage, also die Beschäftigten müssen dann noch in der Lage sein, manuell abzufahren“ (Exp\_AN, Z. 73–79).

Aus der Perspektive der Befragten sind vor diesem Hintergrund besonders jüngere Fachkräfte, die ihre berufliche Tätigkeit erst nach der Umstellung auf die computergestützte Anlagensteuerung aufgenommen haben, damit konfrontiert, sich das notwendige Wissen und Können für den manuellen Anlagenbetrieb anzueignen.

„[...] die Älteren, die die Anlagen noch aus dem FF kennen und die quasi noch in der Zeit bevor dann überall die neuen Regelungen reingesetzt worden sind [...] groß geworden sind, die kennen diese Zusammenhänge noch alle und die Jüngeren haben Probleme überhaupt im Kennenlernen“ (Exp\_WF3, Z. 253–256).

Der Erhalt und die Entwicklung von Wissen und Kompetenzen, die in unvorhersehbaren Situationen benötigt werden, stellen wiederum neue Anforderungen an die Betriebe. Trotz automatisierter Abläufe benötigen Fachkräfte eine auf Erfahrungswissen basierende Fähigkeit zur Antizipation, d. h. einen Bestand an *vorausschauendem Wissen*, um Interventionsnotwendigkeiten frühzeitig anhand des Produktionsverlaufs von Anlagen voraussagen und ggf. eingreifen zu können.

Dies lässt sich am Beispiel der *vorausschauenden Wartung* („predictive maintenance“) veranschaulichen: Ziel ist die Vermeidung von Störfällen durch die proaktive Analyse von Anlagedaten. Die Fähigkeit Anlagedaten auslesen und analysieren zu können, setzt jedoch ein spezifisches *Prozesswissen im Kontext von Digitalisierung* voraus, das sich neben dem *erfahrungsbezogenen* und *handlungspraktischen Wissen* vor allem durch abstrakte *Wissensbestände* auszeichnet. Die Facharbeit in der chemischen Industrie wird also grundsätzlich um eine *theoretisch-analytische Wissensdimension* erweitert. Die Entwicklung dieser setzt wiederum gehobene Formen von Qualifizierung voraus.

„[...] das, was heute gefragt ist, auch auf Ebene der Facharbeit, eben dieses Wissen um Grundlagen des ‚Warum‘. Warum verhalten sich Prozesse auf einem theoretisch analytischen Level so, wie sie sich verhalten? Wie kann ich dann, mit dem Ziel der Optimierung, des Verbesserns von Prozessen, komplexer werdender Prozesse, da noch intervenieren und eingreifen?“ (Exp\_WF4, Z. 180–184).

Die Entwicklung und Förderung von Kompetenzen, die im Störfall benötigt werden, kann entweder durch die Nutzung von Simulationssoftware oder den regelmäßigen manuellen Betrieb der Anlagen sichergestellt werden.

„Wir haben [...] ernsthaft darüber diskutiert, ob sie [die Betriebe] nicht ganz bewusst Phasen einschieben, in den sie z. T. die Anlagen wieder von Hand abfahren und anfahren lassen, damit die jüngeren Kollegen wieder ein Gefühl dafür kriegen. Also [...] im Prinzip an der Stelle waren immer so zwei Modelle im

Raum. Einmal, wir lösen das über Simulationssoftware [...]“ (Exp\_WF3, Z. 256–261).

Der Einsatz einer Simulationssoftware ist derzeit ein vor allem im Rahmen von Pilotprojekten verfolgter Ansatz der Unternehmen, um Wissensstrukturen aufzubauen sowie Kompetenzen zu entwickeln und aufrecht zu erhalten. Im Fall eines Geräte- oder Anlagenausfalls soll auf der Grundlage der erprobten Simulationsprozesse die Handlungsfähigkeit der Fachkräfte gewährleistet werden.

Aufgrund der zunehmenden Komplexität der Arbeitsprozesse steigt aus Sicht der Expertinnen und Experten die Relevanz von eigenständigem sowie eigenverantwortlichem Arbeiten. Dies stellt erhöhte Anforderungen an die *Selbstorganisation* der Fachkräfte. In diesem Zusammenhang wird auch die *überfachliche Kompetenzentwicklung* (u. a. soziale und personale Kompetenzen, Interdisziplinarität, Internationalität) herausgestellt. Vor allem *kooperative Arbeitsformen* und damit verbunden die *Kommunikations- und Teamfähigkeit* der Beschäftigten erhalten hier eine neue Bedeutung.

„Natürlich bleibt das fachliche Wissen, aber andere Kompetenzen gewinnen eben an Bedeutung. Das sind vor allen Dingen die berühmten sozialen und persönlichen Kompetenzen, [...] Teamarbeit, das ist ein altes Thema, aber das gewinnt einfach deutlich an Relevanz“ (Exp\_AG, Z. 90–96).

## 3.2 Betrieb als Lernort

Vor dem Hintergrund der Unbestimmtheit zukünftiger Qualifikationsanforderungen schreiben die befragten Expertinnen und Experten *dem Lernen im Prozess der Arbeit* im Rahmen der Digitalisierung einen hohen Stellenwert zu. Die zunehmende Komplexität beruflicher Aufgabenstellungen führt zu einem erhöhten Bedarf an Lernangeboten, die direkt an den Bedarfen des Betriebs und der Beschäftigten orientiert sind. Dies erfordert besondere betriebsspezifische Konzepte zur Gestaltung und Organisation von Lern- und Reflexionsprozessen. Die Implementierung lern- und kompetenzförderlicher Arbeitsstrukturen bildet nach Einschätzung der Expertinnen und Experten eine besondere Herausforderung, da in vielen Betrieben ein nur marginales Bewusstsein über die Notwendigkeit von Konzepten für eine lern- und kompetenzförderliche Arbeitsgestaltung vorhanden ist.

„Die Frage ist ja tatsächlich, wie können wir den Lernort Betrieb im Sinne arbeitsplatznahen Lernens [...] im Kontext von Digitalisierung nutzen [...] sozusagen lernförderliche Arbeitsgestaltung als bewusstes Element von betrieblicher Organisation“ (Exp\_WF3, Z. 621–627).

Die Experteninterviews zeigen, dass berufliches Lernen vornehmlich „on the Job“ und damit jenseits pädagogisch organisierter Lernkonzepte erfolgt. Aktuell „schulen“ Unternehmen lediglich kurzfristige und vor allem anwendungsnahe Lösungen, innerhalb derer sich Lernprozesse reaktiv nach technologischen Veränderungen richten. Folglich stellen die Qualifizierungen eine betrieblich orientierte Anpassung zum Erhalt der Beschäftigungsfähigkeit der Fachkräfte dar. Betriebliche Konzepte, die auf die individuelle Kompetenzentwicklung der Produktionsfachkräfte im Umgang mit den Anforderungen digitaler Transformationsprozesse zielen, liegen bisher kaum vor.

„Meine Wahrnehmung [...] ist, es gibt eine neue Maschine und dann wird darauf gelernt, trainiert. On-the-Job im Regelfall, und dann läuft das. Und bei einer lernförderlichen Arbeitsgestaltung müsste man ja eigentlich viel umfänglicher rangehen“ (Exp\_AN, Z. 439–442).

Die Entwicklung und Weitergabe von erfahrungsbasiertem Wissen erfolgt in der Regel informell bzw. unbewusst durch Nachahmung. Diese informellen Lernprozesse könnten durch die Unternehmen gezielt gefördert und durch organisierte Lernmöglichkeiten ergänzt werden. Nach Expertenmeinung werden die Aneignungsprozesse jedoch vermehrt in die Selbstorganisation der Beschäftigten verlagert. Dies führt zu dem Problem, dass die Lernprozesse der Produktionsfachkräfte von betrieblicher Seite kaum begleitet und unterstützt werden.

„[...] vieles Lernen ist ja informell, also und ich würde sagen, insbesondere das, was wir sozusagen als Erfahrungswissen... und Weitergabe von Erfahrungen erfolgt in aller Regel informell. Durch über die Schulter gucken, dass man nachahmt, das ausprobiert und das zumindest, ich würde sagen, ohne dass einem von Beiden bewusst sein muss, dass das sich gerade um Lernprozesse handelt. Das ist aber so die eine Geschichte. Klar sagen die Betriebe immer gerne: „Ja unsere Leute können ja mal informell lernen““ (Exp\_WF3, Z. 646–652).

Individuelle, flexible und betriebsspezifische Lernmöglichkeiten bedürfen einer *zeitnahen* Entwicklung, um den Bedarfen – sowohl von Seiten der Betriebe, als auch der Beschäftigten – gerecht zu werden. Angesichts der fortlaufenden Prozessoptimierung in der Chemieindustrie und der voranschreitenden Etablierung technologischer Neuerungen, stellt dies eine besondere Herausforderung an *Bildungsanbieter*. Diese werden damit konfrontiert den aktuellen Einfluss der Digitalisierung auf die Produktion, die Entwicklung neuer Technologien, die speziellen Lernorte sowie die individuellen Bedarfe der Branche in pädagogischen Konzepten zu verankern. Die Konzeption und Durchführung von Bildungsangeboten, die den betrieblichen Bedarfen entsprechen, erfordert eine konti-

nuierliche Prozessorientierung, um Passungsproblemen resultierend aus der Schnelllebigkeit von Qualifizierungsbedarfen entgegenzuwirken.

„Also dieses, wir erstellen einen Katalog und der bleibt dann zehn Jahre mehr oder weniger unverändert [...], das wird, glaube ich, immer weniger werden und es wird immer stärker darauf ankommen sich [...] genau an den tatsächlichen Bedürfnissen vor Ort anzupassen“ (Exp\_G, Z. 290–294).

Aus der Perspektive der Befragten sollten neue Möglichkeiten des digitalen Lehrens und Lernens die Chance eines individualisierten, auf die Bedarfe des Unternehmens und der Beschäftigten zugeschnittenen Aufbaus und einer zeitlichen sowie räumlichen Unabhängigkeit beinhalten. Als Beispiele hierfür werden die Entwicklung von Datenbanken mit Lernvideos zur Anlagenbedienung, die Nutzung von Simulationssoftware und die Etablierung von unternehmensinternen E-Learning Plattformen genannt.

### 3.3 Positionen der (Chemie-)Sozialpartner

Ein besonderes Merkmal der Chemieindustrie gegenüber anderen Branchen ist die enge sozialpartnerschaftliche Zusammenarbeit der Tarifvertragsparteien. Arbeitgeberverband und Gewerkschaft sehen sich gemeinsam in der Verantwortung, den digitalen Wandel in der Branche unter Wahrung der jeweiligen Interessen nachhaltig zu gestalten. So wird im Rahmen verschiedener Initiativen und branchenspezifischer Studien (z. B. work@industry 4.0; Chemie 4.0)<sup>7</sup> an einem *gemeinsamen* Verständnis von „digitaler Transformation“ gearbeitet, um Erkenntnisse über die Auswirkungen auf die Arbeitswelt zu gewinnen und eine Offenheit für Veränderung und Technologieakzeptanz in der Chemieindustrie zu fördern. Übergeordnetes Ziel ist die konsensuelle politische Positionierung und die Erarbeitung von Handlungsperspektiven und Anknüpfungspunkten für den weiteren sozialpartnerschaftlichen Dialog (vgl. BAVC/IG BCE 2018; VCI et al. 2018).

Der kaum prognostizierbare Verlauf von digitalen Transformationsprozessen stellt eine Herausforderung sowohl für die Unternehmen und Beschäftigten als auch die Arbeitgeber- und Arbeitnehmervertretung dar. Trotz des engen Dialogs der Sozialpartner zeigen sich im Hinblick auf

---

<sup>7</sup> „work@industry 4.0“ ist eine Initiative des BAVC und der IG BCE, um gemeinsame politische Positionen zu identifizieren und Handlungsempfehlungen im Kontext des digitalen Wandels zu diskutieren. Flankierend dazu analysiert der VCI in der Studie „Chemie 4.0 – Wachstum durch Innovation in einer Welt im Umbruch“ Veränderungsprozesse in der chemischen Industrie und legt einen Fokus auf den Einfluss von Innovationen auf die zukünftige Entwicklung der Branche.

die Handlungsansätze des digitalen Wandels divergierende Interessenlagen: Die Gestaltungsansätze des Arbeitgeberverbands beziehen sich in erster Linie auf die *ökonomische Dimension* des Wandels (z. B. Innovation, digitale Infrastruktur) innerhalb von Unternehmen, während die der Gewerkschaften die *soziale Dimension* der Digitalisierung (z. B. Vereinbarkeit Beruf und Familie, Entscheidungsspielräume des Betriebsrats und der Beschäftigten) betonen.

Im Mittelpunkt der Diskurse des Arbeitgeberverbands steht die effektive Nutzung neuer Technologien im Betrieb. Vor diesem Hintergrund liegt ein besonderer Fokus auf der Entwicklung von praktischen Handlungsempfehlungen, die auf eine Unterstützung der Implementierung neuer Formen digitaler Arbeitsorganisation zielen. Grundlage dieser Handlungshilfen sind Problemstellungen der betrieblichen Praxis, die innerhalb thematischer Arbeitsgruppen diskutiert und in anwendungsorientierte Instrumente für die Unternehmen überführt werden.

Einen zentralen Handlungsansatz, um Beschäftigte auf den Umgang mit steigenden Anforderungen am Arbeitsplatz vorzubereiten, sieht der Arbeitgeberverband in „Anpassungs- oder Modernisierungsqualifizierungen“, womit eine „Anpassung“ des Wissens und Könnens der Beschäftigten an betriebliche Bedarfe durch Weiterbildungsangebote gemeint ist. Diese Qualifizierungsmaßnahmen entsprechen jedoch keiner formalen Höherqualifizierung, sodass eine veränderte entgeltliche Eingruppierung der Arbeitnehmerinnen und -nehmer trotz erweiterter Qualifikation nicht für gerechtfertigt erachtet wird.

„[...] der Veränderungsbedarf nimmt zu, die Geschwindigkeit nimmt zu und was wir jetzt brauchen ist eigentlich sowas wie Anpassungsqualifizierungen [...]. Technologischer Wandel, Anlagen ändern sich, also muss ich mich auch anpassen, also eigentlich modernisieren, Modernisierungsanpassung, sowas in der Art [...]. Das ist uns deswegen wichtig, ist kein Geheimnis, weil da immer auch die Entgeltfrage aufgeworfen wird. Also sobald man von einer Aufstiegsqualifizierung oder so spricht, dann geht es auch um mehr Geld in der Regel. Andere Eingruppierungen, deswegen verwenden wir hier gern den Begriff der Anpassungsqualifizierung“ (Exp\_AG, Z. 368–378).

Demgegenüber stehen aus gewerkschaftlicher Perspektive die Förderung von Sicherheit, Teilhabe und guten Arbeitsbedingungen für Beschäftigte innerhalb der Branche, die mit hochgefährlichen Stoffen arbeitet, im Mittelpunkt. Einen zentralen Handlungsansatz der Arbeitnehmervertretung zur aktiven Gestaltung des digitalen Wandels bildet die Aufklärung über Mitbestimmungsrechte und Handlungsspielräume der Betriebsräte. Einen besonderen Schwerpunkt stellt hier die Information über formalrechtlich geregelte Strukturen der betrieblichen Mitbestimmung auf betrieblicher Ebene sowie die Bestärkung von Betriebsräten in

der Nutzung dieser dar. Hierfür wird eine kontinuierliche Beratungs- und Bildungsarbeit der Gewerkschaften als besonders relevant eingeschätzt.

„Da ist dann die Frage, inwieweit sind da Betriebsräte in diese Prozesse wirklich eingebunden oder wird nicht erst der Prozess entschieden und dann die Umsetzung. [...] Ja und selbst, wenn ich dann einen guten Betriebsrat hätte, der sagt: ‚Ich muss da dran‘, gibt es natürlich so ein bisschen Probleme auch mit seiner Mannschaft. Dann muss die Mannschaft schon ein hohes Vertrauen in dich haben“ (Exp\_AN, Z. 204–217).

Die Entwicklung einer Digitalisierungsstrategie mit klaren Zieldimensionen für unterschiedliche Unternehmensbereiche wird sowohl von der Arbeitgeber- als auch der Arbeitnehmervertretung als wichtig hervorgehoben. Mit Blick auf eine Ausweitung formalrechtlicher Regelungen, die Möglichkeiten zur Einflussnahme von Betriebsräten auf Transformationsprozesse festlegen, unterscheiden sich die Positionen der Sozialpartner allerdings deutlich. Während die gewerkschaftliche Seite die Ausweitung der Mitbestimmungsrechte zum Schutz der Beschäftigten begrüßt, befürchtet die Arbeitgebervertretung darin ein Hindernis für dynamische Prozesse der Organisationsentwicklung.

„Mitbestimmung ist wichtig, ist gelebte Demokratie am Arbeitsplatz [...]. Aber muss es auch funktionieren [...]. Digitalisierung sollte nicht zum Anlass genommen werden jetzt Mitbestimmungsrechte auszuweiten. Also wir glauben die Kultur der Mitbestimmung ist sehr stark ausgeprägt und auch rechtlich toll abgesichert. Betriebsverfassungsgesetz usw., da braucht nicht noch mehr oben drauf. Das würde das Ganze erschweren“ (Exp\_AG, Z. 332–343).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass sich die Positionen der Arbeitgeber- und Arbeitnehmervertretung trotz der engen sozialpartnerschaftlichen Zusammenarbeit, insbesondere im Hinblick auf die *ökonomische* und *soziale* Dimension des digitalen Wandels, unterscheiden. Während die Arbeitgebervertretung technikinduzierte Entwicklungen im Betrieb als Ausgangspunkt für deren Gestaltung setzt, vertritt die Arbeitnehmervertretung die Position, dass mögliche *soziale Folgen* neuer Technologien im Betrieb bereits vor deren Implementierung Beachtung finden müssen. Mit Blick auf die Arbeitsschwerpunkte und Initiativen der Interessenvertretungen findet jedoch ein gemeinsamer Dialog statt, um Gestaltungs- und Handlungsansätze für digitale Transformationsprozesse zu erarbeiten.

### 3.4 Einschätzungen zur Mensch-Maschine-Interaktion

Die zukünftige Entwicklung der Arbeit im Kontext der Digitalisierung ist derzeit weitgehend offen. In qualifikatorischer Perspektive prognostiziert die berufswissenschaftliche Forschung zwei Entwicklungsszenarien (vgl. Ahrens/Spöttl 2018): In einem *Werkzeugszenario* entwickeln sich im Rahmen der Digitalisierung Expertensysteme mit einem Werkzeugcharakter, die die qualifizierten Fachkräfte bei ihrer Arbeit unterstützen. Mitgestaltungsmöglichkeiten bleiben in diesem Szenario erhalten und „Qualifikationen auf Fachkräfteniveau erfahren eine Aufwertung“ (ebd. S. 181). Dem gegenüber steht ein *Automatisierungsszenario*, in dem es zu „Einschränkungen des Gestaltungsspielraums für Fachkräfte und Entwertung deren Qualifikationen durch das Vordringen intelligenter, sich selbst steuernder Technologien bei Anlagen und Maschinen“ (ebd. S. 181) kommt. Unter Rückbezug auf diese beiden Zukunftsbilder wurden gemeinsam mit den Expertinnen und Experten Entwicklungsperspektiven für das Verhältnis zwischen Mensch und Maschine diskutiert.

Übereinstimmend halten die befragten Expertinnen und Experten ein Spannungsverhältnis von Unterstützung und Steuerung durch komplexe technologische Systeme, welches sich in bestimmten Teilbereichen der chemischen Industrie in unterschiedlicher Ausprägung zeigt, für wahrscheinlich. Somit wird sowohl das Automatisierungs- als auch das Werkzeugszenario als denkbar für die zukünftige Entwicklung der Mensch-Maschine-Interaktion eingestuft.

Im Kontext der Digitalisierung zeigt sich, dass Produktionsfachkräfte vermehrt *Kontrollfunktionen* einnehmen, d. h. Anlagen überwachen und im Störfall eingreifen. Die *Problemlösekompetenz* der Fachkräfte steht hier im Mittelpunkt. Insofern wird die Substitution von eintönigen und repetitiven Arbeitstätigkeiten als Chance von Digitalisierungsprozessen gesehen.

Aus der Expertenperspektive von Wissenschaft und Forschung werden die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Entwicklung von Arbeit und Erwerb trotz ihrer restriktiven Tendenzen keineswegs als grundsätzlich negativ beschrieben. So liegen laut der Befragten die Grenzen der Automatisierung einerseits im Erreichen einer höchstmöglichen Effizienzsteigerung der Unternehmen und andererseits im individuellen Erfahrungs- und Prozesswissen sowie den komplexen Fähigkeiten und Fertigkeiten der Fachkräfte, da diese nicht in Algorithmen überführt werden können.



„In meinen Augen tendiert Technik zu einer restriktiven Variante, also in der Tendenz, was da möglich ist [...] Gut, diese technischen Möglichkeiten finden ihre Grenzen in wirtschaftlichen, sonst welchen anderen Logiken, aber in der Tendenz würde ich sagen, dass sie eher zu dem Automatisierungsszenario neigt“ (Exp\_WF4, Z. 751–756).

Von Seiten des Arbeitgeberverbandes wird die chemische Industrie als eine hochentwickelte Branche beschrieben, in der Automatisierung im Hinblick auf den Erhalt von Wettbewerbsfähigkeit und Internationalität der Unternehmen einen besonderen Stellenwert einnimmt. Diese Entwicklung der Automatisierung wird allerdings nicht im Gegensatz zu einer Werkzeugfunktion von Technologien gesehen, vielmehr wird eine *Parallelität beider Szenarien* als wahrscheinlich erachtet. Der Einsatz automatisierter Maschinen dient demnach primär als körperliche Entlastung für den Menschen, sodass automatisierte Arbeit durchaus positiv bewertet wird.

„Also es gibt, glaube ich, Bereiche, wo wir Menschen noch brauchen, auch mit einer gewissen körperlichen, physischen Arbeit und wo wir dann möglichst viel Assistenz brauchen, um diese Menschen zu entlasten [...]. Automatisierung ist aber nicht im Widerspruch dazu, im Gegenteil, also die Chemie ist heute schon eine hoch automatisierte Branche, wahrscheinlich wird sie sich noch ein Tick weiter automatisieren lassen und dann ist es auch gut so, finde ich, weil das hebt ja auch Effizienzgewinne, macht uns wettbewerbsfähiger wieder international, das ist eine schöne Sache“ (Exp\_AG, Z. 539–548).

Aus gewerkschaftlicher Perspektive ist die Organisation von Arbeit, die sich beispielsweise in der Gestaltung von lernförderlichen Arbeitsbedingungen zeigt, entscheidend für deren zukünftige Entwicklung. Da die Arbeitsorganisation unternehmensspezifisch definiert wird, sind kommende Veränderungsprozesse grundsätzlich betriebsspezifisch in den Blick zu nehmen.

„Ich glaube, also ich halte beides für realistisch. Das ist eine Frage der Arbeitsorganisation [...] Also ich bin nicht davon überzeugt, dass wir alle diese Supervisoren werden, sondern das wird sicherlich die geben auch, die mit Computern in einer passiven Rolle zusammenarbeiten. Aber das wird auch nicht flächendeckend sein, sondern das wird sehr betriebsspezifisch sein unterschiedlich“ (Exp\_AN, Z. 457–462).

## 4. Fazit und Ausblick

In allen Experteninterviews zeigt sich ein übereinstimmendes Bewusstsein darüber, dass die digitale Transformation *gestaltbar* ist und sowohl auf der technologischen, als auch der sozialen Ebene *gestaltet werden muss*. Die bestehende Unschärfe des Digitalisierungsbegriffs sowie Unsicherheiten innerhalb der Unternehmen im Hinblick auf (zukünftige) technologische Entwicklungen erschweren allerdings eine Identifizierung von konkreten Handlungsansätzen. Da die Implementierung von Digitalisierungsstrategien in der chemischen Industrie derzeit weitgehend eine Leerstelle bildet, besteht eine zentrale Herausforderung für Betriebe in der *strategischen Verankerung* von Digitalisierungsthemen sowie einer daraus resultierenden strukturierten Planung und Gestaltung des Wandels.

Im Zuge technologischer Veränderungen im Rahmen von Prozessoptimierung zeigen sich in der Chemieindustrie seit den 1990er-Jahren Auswirkungen in der Beschäftigtenstruktur. Rationalisierungs- und Substitutionsprozesse haben zur Folge, dass an- und ungelernte Beschäftigte heute kaum mehr vertreten sind und die Branche durch eine hochqualifizierte und altersheterogene Belegschaft gekennzeichnet ist.

Grundsätzlich weisen die Entwicklungstendenzen in der chemischen Industrie eine paradoxe Struktur auf: Einerseits werden Anlagen und Module umfassend automatisiert, sodass der Mensch nur im Störfall eingreifen muss und ein monotoner Arbeitsplatz entsteht, andererseits benötigen diese Arbeitsplätze hochqualifiziertes Personal mit weitreichendem Prozesswissen und technischem Verständnis. Der Erhalt von Wissen und Kompetenzen für den Störfall stellt eine Hauptherausforderung des digitalen Wandels für Betriebe dar.

Aus der Umstellung von manuellen Tätigkeiten an Produktionsanlagen hin zu computergestützter Arbeit im Leitstand ergibt sich einerseits eine *physische Entlastung* für die Fachkräfte, andererseits eine Steigerung der Komplexität von Arbeitsaufgaben, die eine *Erhöhung kognitiver Anforderungen* zur Folge hat. Damit gehen – wie sich tendenziell bereits in den Fallstudien andeutet – veränderte Belastungsfaktoren am Arbeitsplatz einher. Die bereits automatisierten Produktionsanlagen werden in der Branche unter Einbeziehung von Big Data Analysen miteinander vernetzt. Im Umgang mit komplexen Anlagedaten benötigen Fachkräfte eine umfassende Antizipationsfähigkeit und Problemlösekompetenz, um Interventionsnotwendigkeiten im Anlagenprozess zu erkennen und angemessen eingreifen zu können. Zudem ist ein spezifisches Prozesswissen notwendig, das durch die Kombination von handlungspraktischen und abstrakten Wissensbeständen gekennzeichnet ist.

Dies bedeutet eine Erweiterung der Facharbeit in der Branche um eine *theoretisch-analytische Wissensdimension*, die wiederum anspruchsvolle Qualifizierungsformen voraussetzt.

Die veränderten Tätigkeits- und Anforderungsprofile der Produktionsfachkräfte fordern neben fachlichen vermehrt auch überfachliche Kompetenzen von den Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern. Gerade im Hinblick auf diese *betrieblichen Qualifikations-* und *individuellen Entwicklungsbedarfe* schreiben die Expertinnen und Experten der Verknüpfung von Arbeiten und Lernen eine neue Bedeutung zu. Die Entwicklung und Implementierung von lern- und kompetenzförderlichen Arbeitsstrukturen bietet Potenziale, arbeitsintegriertes Lernen als konstitutiven Bestandteil digitalisierter Industriearbeit zu nutzen – auch im Umgang mit der zunehmenden Entgrenzung von Arbeits- und Lernorten (vgl. u. a. Ahrens 2018; Cernavin 2018; Dehnbostel 2018, Guggemos et al. 2018).

Die Verantwortung für Lernprozesse liegt, aufgrund einer sich wandelnden Arbeitswelt, zunehmend in der *Eigenverantwortung der Fachkräfte*. Vor diesem Hintergrund bedarf es der Entwicklung individueller, flexibler und betriebsspezifischer Lernmöglichkeiten, um die Beschäftigten sowohl auf die steigende Komplexität von Arbeitsprozessen, als auch auf den Umgang mit Unbestimmtheit im digitalen Wandel vorzubereiten.

Erste empirische Ergebnisse der Betriebsfallstudien bestätigen, dass Prozesse in der chemischen Industrie im Zuge der Digitalisierung komplexer werden. Es zeigt sich allerdings eine deutliche Diskrepanz zwischen Anspruch und Wirklichkeit: Aktuelle Digitalisierungsdebatten heben oftmals grundsätzlich vorhandene technologische Möglichkeiten und damit verbundene restriktive Tendenzen hervor. Veränderungen, die tatsächlich im Produktionsbereich erkennbar sind, liegen in der Chemieindustrie jedoch derzeit weit unterhalb dieser technologischen Möglichkeiten. So dient zunehmende Automatisierung beispielsweise nicht als Möglichkeit zur Substitution menschlicher Arbeitskraft, sondern vielmehr als Mittel zur Präzision und Standardisierung von Anlagenprozessen.

Aussagen der befragten Fachkräfte belegen, dass Tätigkeiten *kognitiv* anspruchsvoller werden und die Relevanz kooperativer Arbeitsformen im Umgang mit zunehmend vernetzten Systemen steigt. Dies führt zu einer neuen Rolle der operativen Führung, die zum einen hohe fachliche Kompetenzen entwickeln muss, um Verantwortung für das Funktionieren vielfältiger komplexer Prozesse übernehmen zu können. Zudem sind Führungs- und Kommunikationskompetenzen gefordert, um die Schichtmitarbeiterinnen und -mitarbeiter innerhalb dieser Prozesse angemessen unterweisen und in Problemsituationen unterstützen zu können. Aufgrund der besonderen Relevanz eines umfassenden Anlagen-

und Prozesswissens der operativen Führungskräfte kommt ihnen vermehrt auch eine Multiplikatorenfunktion zu, im Rahmen derer sie ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern das notwendige Wissen und Können zum Betrieb moderner Anlagen vermitteln.

Auch eine hohe Bedeutung des Betriebs als Lernort zeigt sich in den durchgeführten Betriebsfallstudien. Der Umgang mit Störfällen und unvorhersehbaren Situationen bildet einen besonderen Lernanlass für die Produktionsfachkräfte. Die Frage inwiefern die *Digitalisierung ein Qualifizierungsthema* darstellt, bleibt zu diskutieren und wird im weiteren Verlauf des Forschungsprojekts umfassend untersucht.

## 5. Literatur

- Abel, J. (2018): Kompetenzentwicklungsbedarf für die digitalisierte Arbeitswelt. FGW Studie Digitalisierung von Arbeit 09. Düsseldorf, [http://www.fgw-nrw.de/fileadmin/user\\_upload/FGW-Studie-I40-09-Abel-komplett-web.pdf](http://www.fgw-nrw.de/fileadmin/user_upload/FGW-Studie-I40-09-Abel-komplett-web.pdf) (Abruf am 05.03.2019).
- Ahrens, D. (2018): Lernmöglichkeiten in vermeintlich lernfeindlichen Arbeitsumgebungen. In: Denk-doch-MAL.de. Das Online Magazin, H. 2, S. 1–6, <http://denk-doch-mal.de/wp/daniela-ahrens-lernmoeglichkeiten-in-vermeintlich-lernfeindlichen-arbeitsumgebungen/> (Abruf am 20.03.2019).
- Ahrens, D./Spöttl, G. (2018): Industrie 4.0 und Herausforderungen für die Qualifizierung von Fachkräften. In: Hirsch-Kreinsen, H./Ittermann, P./Niehaus, J. (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. 2. Auflage. Baden-Baden: Nomos, S. 185–203.
- Baethge-Kinsky, V. (2019): Digitalisierung in der industriellen Produktion und Facharbeit: Gefährdung 4.0? In: Mitteilungen aus dem SOFI 13, H. 30, S. 2–5.
- Baethge-Kinsky, V./Marquardsen, K./Tullius, K (2018): Perspektiven industrieller Instandhaltungsarbeit. In: WSI Mitteilungen 71, H. 3, S. 174–181.
- Bauer, W. (Hrsg.) (2017): Digitalisierung und Arbeitswelt in Chemie und Pharma Baden-Württemberg. Studie zu Ist-Zustand und Erwartungen. Stuttgart, [https://www.chemie.com/fileadmin/user\\_upload/content/chemie\\_com\\_news/studie\\_digitalisierung\\_arbeitswelt\\_chemie\\_pharma\\_baden-wuerttemberg.pdf](https://www.chemie.com/fileadmin/user_upload/content/chemie_com_news/studie_digitalisierung_arbeitswelt_chemie_pharma_baden-wuerttemberg.pdf) (Abruf am 05.03.2019).
- Bundesarbeitgeberverband Chemie e. V./Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie (Hrsg.) (2018): work@industry4.0, Dialog der Chemie-Sozialpartner zur Arbeit der Zukunft, <https://work-industry40.de> (Abruf am 04.04.2019).
- Bogner, A./Littig, B./Menz, W. (2014): Interviews mit Experten. Eine praxisorientierte Einführung. Wiesbaden: Springer.
- Cernavin, O. (2018): Ansätze für eine lernförderliche Arbeitsgestaltung 4.0. In: Arbeit. Zeitschrift für Arbeitsforschung, Arbeitsgestaltung und Arbeitspolitik 27, H. 4, S. 295–315.
- Dehnbostel, P. (2018): Lern- und kompetenzförderliche Arbeitsgestaltung in der digitalisierten Arbeitswelt. In: Arbeit. Zeitschrift für Arbeitsforschung, Arbeitsgestaltung und Arbeitspolitik 27, H. 4, S. 269–294.

- Dehnbostel, P. (2007): Lernen im Prozess der Arbeit. Münster: Waxmann.
- Flick, U. (2014): An Introduction to Qualitative Research. 5. Auflage. Los Angeles u. a.: Sage.
- Gehrke, B./Weilage, I. (2018): Branchenanalyse Chemie. Der Chemiestandort Deutschland im Spannungsfeld globaler Verschiebungen von Nachfragestrukturen und Wertschöpfungsketten. Study 395 der Hans-Böckler-Stiftung. Düsseldorf, [https://www.boeckler.de/pdf/p\\_study\\_hbs\\_395.pdf](https://www.boeckler.de/pdf/p_study_hbs_395.pdf) (Abruf am 20.03.2019).
- Gläser, J./Laudel, G. (2010): Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse. 4. Auflage. Wiesbaden: VS.
- Guggemos, M./Jacobs J. C./Kagermann, H./Spath, D. (Hrsg.) (2018): Die digitale Transformation gestalten: Lebenslanges Lernen fördern. Empfehlungen des Human-Resources-Kreises von acatech und der Jacobs Foundation sowie der Hans-Böckler-Stiftung. München, [https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/10/acatech\\_DISKUSSION\\_LebenslangesLernen\\_WEB-1.pdf](https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/10/acatech_DISKUSSION_LebenslangesLernen_WEB-1.pdf) (Abruf am 20.03.2019).
- Hiestand, S. (2017): BITs & BIER- Eine empirische Analyse im Brauwesen und in der IT-Branche zur Verknüpfung individueller Kompetenz- und betrieblicher Organisationsentwicklung. München: Mering.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2017): Industrie und Arbeit 4.0: Entwicklungstrends und Gestaltungsperspektiven. In: Vassiliadis, M. (Hrsg.): Digitalisierung und Industrie 4.0. Technik allein reicht nicht aus. Hannover, S. 117–135.
- Hirsch-Kreinsen, H./Ittermann, P./Niehaus, J. (Hrsg.) (2018): Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. 2. Auflage. Baden-Baden: Nomos.
- Kutscha, G. (2015): Erweiterte moderne Beruflichkeit – Eine Alternative zum Mythos „Akademisierungswahn“ und zur „Employability-Maxime“ des Bologna-Regimes. In: bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online 29, S. 1–22, [http://www.bwpat.de/ausgabe29/kutscha\\_bwpat29.pdf](http://www.bwpat.de/ausgabe29/kutscha_bwpat29.pdf) (Abruf am 12.03.2019).
- Malanowski, N./Niehaus, J./Awenius, M. (2017): Digitalisierung in der Chemischen Industrie. In: Vassiliadis, M. (Hrsg.): Digitalisierung und Industrie 4.0. Technik allein reicht nicht. Hannover, S. 137–160, [https://epaper.bw-h.de/igbce/M-Vassiliadis\\_Digitalisierung\\_u\\_Industrie\\_4\\_0/html5.html#1](https://epaper.bw-h.de/igbce/M-Vassiliadis_Digitalisierung_u_Industrie_4_0/html5.html#1) (Abruf am 05.06.2019).

- Meyer, R. (2019): „Beruflichkeit 4.0“ – Qualifizierung für die Arbeit von heute und morgen. Herausforderungen und Handlungsoptionen. In: Kohlrausch, B./Schildmann, C./Voss, D. (Hrsg.): Neue Arbeit – neue Ungleichheiten? Folgen der Digitalisierung. Weinheim. In Veröffentlichung.
- Meyer, R. (2014): Berufsorientierung im Kontext des lebenslangen Lernens – berufspädagogische Annäherungen an eine Leerstelle der Disziplin. In: bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online 27, S. 1–21, [http://www.bwpat.de/ausgabe27/meyer\\_bwpat27.pdf](http://www.bwpat.de/ausgabe27/meyer_bwpat27.pdf) (Abruf am 12.03.2019).
- Meyer, R./Haunschild, A. (2017): Individuelle Kompetenzentwicklung und betriebliche Organisationsentwicklung im Kontext moderner Beruflichkeit – berufspädagogische und arbeitswissenschaftliche Befunde und Herausforderungen. In: bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online 32, S. 1–20, [http://www.bwpat.de/ausgabe32/meyer\\_haunschild\\_bwpat32.pdf](http://www.bwpat.de/ausgabe32/meyer_haunschild_bwpat32.pdf) (Abruf am 15.03.2019).
- Palys, T. (2008): Purposive sampling. In Given, L. M. (Hrsg.) The Sage Encyclopedia of Qualitative Research. Methods. 2. Auflage. Los Angeles: Sage, S. 697.
- Reibnitz, U. von (1992): Szenario-Technik. Instrumente für die unternehmerische und persönliche Erfolgsplanung. 2. Auflage. Wiesbaden: Gabler.
- Schipper, J. (2009): Betriebliche Mitbestimmung im Industriepark. Baden Baden: Nomos.
- Schnell, R./Hill, P. B./Esser, E. (2018): Methoden der empirischen Sozialforschung. 11. Auflage. Oldenbourg: De Gruyter.
- Spöttl, G. (2017): „Beruflich-betrieblicher Bildungstyp“ – ein Leitmodell für Industrie 4.0? In: bwp@Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online 32, S. 1–20, [http://www.bwpat.de/ausgabe32/spoettl\\_bwpat32.pdf](http://www.bwpat.de/ausgabe32/spoettl_bwpat32.pdf) (Abruf am 05.03.2019).
- Spöttl, G./Windelband, L. (Hrsg.) (2017): Industrie 4.0: Risiken und Chancen für die Berufsbildung. Bielefeld: Bertelsmann.
- Spöttl, G./Gorltd, C./Windelband, L./Grantz, T./Richter, T. (2016): Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie. Eine bayme vbm Studie. München, [https://www.baymevbm.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Bildung/2016/Downloads/baymevbm\\_Studie\\_Industrie-4-0.pdf](https://www.baymevbm.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Bildung/2016/Downloads/baymevbm_Studie_Industrie-4-0.pdf) (Abruf am 21.03.2019).
- Windelband, L. (2017): Industrie 4.0 – Auswirkungen auf die berufliche Bildung in der M+E Industrie. In: Becker, M./Dittmann, C./Gillen, J./Hiestand, S./Meyer, R. (Hrsg.): Einheit und Differenz in den gewerblich-technischen Wissenschaften. Berlin: LIT, S. 228–245.

Verband der chemischen Industrie e. V./Bundesarbeitgeberverband  
Chemie e. V./Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie  
(Hrsg.) (2018): Chemie3. Die Nachhaltigkeitsinitiative der deutschen  
Chemie, <https://www.chemiehoch3.de/home.html> (Abruf am  
10.04.2019)



---

Durch Digitalisierung verändern sich Arbeitsanforderungen und Tätigkeitsbereiche naturwissenschaftlich-technischer Berufe. Damit einher geht ein Wandel betrieblicher Qualifizierungsbedarfe, der Unternehmen und Beschäftigte vor neue Herausforderungen stellt. Das Working Paper liefert Erkenntnisse zu den Auswirkungen der Digitalisierung auf die chemische Industrie aus Expertenperspektive. Ein besonderer Fokus liegt auf der Veränderung von Facharbeit im Produktionsbereich, auf der Gestaltung des Lernorts Betrieb vor dem Hintergrund technologischer Innovation sowie auf den Positionen und Handlungsansätzen der Sozialpartner.

---