

Technischer Ergebnisbericht zum Forschungsvorhaben

Digitalisierung der Industrie (Industrie 4.0)

**Tiefgreifender Wandel von Prozessinnovationen,
Arbeitsorganisation, Arbeitsbedingungen und Qualifizierung**

Forschungsschwerpunkt: Strukturwandel – Innovation und Beschäftigung

Laufzeit: 01.12.2015 – 30.11.2017

Projektnummer: 2015-923-1

Internetseite des Projekts: <http://www.boeckler.de/11145.htm?projekt=2015-923-1>

Projektleitung: Dr. Norbert Malanowski, VDI Technologiezentrum GmbH
Prof. Dr. Hartmut Hirsch-Kreinsen, TU Dortmund

Projektbearbeitung: Dr. Marc Awenius, VDI Technologiezentrum GmbH
Dr. Christian Krug, VDI Technologiezentrum GmbH
Jonathan Niehaus, TU Dortmund

Kontaktdaten:

VDI Technologiezentrum GmbH, VDI-Platz 1, 40468 Düsseldorf,

Web: www.vditz.de

Technische Universität Dortmund, Forschungsgebiet Industrie- und Arbeitsforschung,
Otto-Hahn-Straße 4, 44227 Dortmund

Web: www.neue-industriearbeit.de

Düsseldorf und Dortmund, 29.09.2017

Inhaltsverzeichnis

1.	Ausgangspunkt und Fragestellung	3
2.	Empirische Grundlagen.....	6
3.	Ergebnisse	7
4.	Einzelergebnisse und Publikationen.....	17
4.1	Publikationen	17
4.2	Konferenzbeiträge und Präsentationen	18
5.	Verwendete Literatur	19

1. Ausgangspunkt und Fragestellung

In der Diskussion über die Entwicklungs- und Anwendungsmöglichkeiten der Informations- und Kommunikationstechnologien wird davon ausgegangen, dass gegenwärtig ein ausgesprochener technologischer Entwicklungsschub stattfindet. Er öffnet bislang völlig neue und bisher noch unbekannte technologische Nutzungspotenziale mit geradezu disruptiven sozialen und ökonomischen Folgen. Es wird danach ein neues Zeitalter erkennbar, das im deutschen Sprachraum als „Vierte Industrielle Revolution“, „Industrie 4.0“ bzw. „Digitale Transformation“ bezeichnet wird (Forschungsunion/acatech 2013). Ohne Frage weist diese Debatte alle Merkmale eines „Hypes“ auf. Es werden spektakuläre Veränderungen, Wohlstandseffekte und Entwicklungsperspektiven prognostiziert und in der Fachöffentlichkeit, in der Politik und weit darüber hinaus wird häufig keinem anderen Thema eine so bedeutende Rolle für die zukünftige gesellschaftliche und ökonomische Entwicklung eingeräumt. Resümiert man die Debatte genauer, so finden sich jenseits aller rhetorischen Übertreibungen durchaus überzeugende Argumente dafür, dass gegenwärtig ein technologischer Entwicklungsschub Platz greift, dessen strukturelle Konsequenzen bislang kaum absehbar sind. Ausgangspunkt hierbei ist die Annahme, dass die Entwicklung digitaler Technologien ein Stadium erreicht hat, das eine völlig neue Qualität ihrer industriellen Nutzung eröffne (Hirsch-Kreinsen 2016).

Kennzeichen der Industrie 4.0 ist die systematische Integration modernster Informations- und Kommunikationstechnologien sowie Robotik in industrielle Wertschöpfungsstrukturen, mit deren Hilfe sogenannte „Smart Factories“ oder „Informationsfabriken“ (Stark et al. 2015) entstehen, in denen eine weitgehend selbstorganisierte und anpassungsintelligente Produktion möglich wird. Diese Vernetzung wird über das „Internet der Dinge“ erreicht. Das Internet der Dinge bezeichnet die Verknüpfung physischer Objekte mit einer virtuellen Repräsentation in einer internetähnlichen Struktur. Das Internet besteht demnach nicht mehr nur aus menschlichen Teilnehmern, sondern auch aus Maschinen und Werkstücken, die untereinander produktionsrelevante Daten austauschen, sogenannten cyber-physischen Produktionssystemen.

Die Digitalisierung richtet sich dabei aber keineswegs ausschließlich auf die produktionstechnische Infrastruktur. Auch die Produkte selbst befinden sich in einem digitalen Transformationsprozess. Diese Entwicklung impliziert weitreichende Veränderungen sowohl in Hinblick auf die angesprochenen Produktionsprozesse, auf Engineering- und Instandhaltungsprozesse, als auch auf die Kundenbeziehung. So versprechen digitalisierte Produkte einen gänzlich neuen Kundennutzen, mit dem sich zahlreiche vertriebs- und marketingtechnische Potentiale verbinden.

Obgleich der Industrie 4.0-Diskurs vielfach ausgesprochen informations- und kommunikationstechnisch orientiert ist, spielt in seinem Kontext die Frage, welche sozialen und ökonomischen Konsequenzen der Einsatz digitaler Technologien für Arbeit haben wird, eine zunehmend wichtigere Rolle. So werden auf der arbeits- und gesellschaftspolitischen Ebene seit längerem unter dem Label „Arbeit 4.0“ Gestaltungspotentiale und neue Regulationserfordernisse digitalisierter Arbeit kritisch diskutiert (z. B. BMAS 2017). Auch findet diese Thematik verstärkt in die Forschung Eingang und ist Gegenstand einer wachsenden Zahl von einschlägigen sozialwissenschaftlichen Publikationen (z. B. Botthof/Hartmann 2015; Pfeiffer 2015; Hirsch-Kreinsen et al. 2017).

Diese Diskussion bildet den Ausgangspunkt des Forschungsprojektes „Digitalisierung der Industrie (Industrie 4.0) – Tiefgreifender Wandel von Prozessinnovationen, Arbeitsorganisation, Arbeitsbedingungen und Qualifizierung“. Die zentralen Forschungsfragen bestehen demnach darin, (1.) welche konkreten technologischen Ansätze und Umsetzungsvorhaben mit Bezug auf Digitalisierung in der betrieblichen Praxis identifiziert werden können und, (2.) mit welchen Arbeitsfolgen diese verbunden sind. Dabei wird der Fokus auf Unternehmen aus den Branchen Chemie, Pharmazie, Kautschuk, Glas, Kunststoffverarbeitung und Keramik gelegt. Aufgrund dieser breit angelegten Zielsetzung wurde das Projekt im Rahmen einer interdisziplinären Kooperation zwischen dem VDI Technologiezentrum, Düsseldorf, und dem Forschungsgebiet Industrie- und Arbeitsforschung, Technische Universität Dortmund, bearbeitet. Das Projekt verfolgt damit folgende empirisch-analytische, konzeptionelle und arbeitspolitische Ziele:

(1) Das empirisch-analytische Ziel richtet sich auf die qualitative Analyse der Folgen der Digitalisierung für Arbeit, Organisation, Management und Mitbestimmung. Methodische Basis hierfür sind (branchen-)vergleichende Betriebsfallstudien. Berücksichtigt werden sowohl Produktions- als auch Angestelltenbereiche, insbesondere die des technischen Managements.

(2) Das konzeptionelle Ziel richtet sich auf einen empirisch fundierten Beitrag zu der Debatte um die Folgen der Digitalisierung in der Prozessindustrie. Anders als beispielsweise der Maschinen- und Anlagenbau sind die genannten Branchen im Kontext der Digitalisierung bisher kaum oder gar nicht erforscht (vgl. Malanowski/Brandt 2014).

(3) Das arbeits- und innovationspolitische Ziel besteht in einem Beitrag auf die Frage, welche Konsequenzen die Digitalisierung für die betrieblichen Interessenkonstellationen in Hinblick auf Inhalte und Strategien bei der Zusammenarbeit haben. Überdies sollen innovations- und arbeitspolitische Gestaltungskriterien und Rahmenbedingungen abgeleitet werden, die sowohl

technologische als auch soziale Innovationsprozesse im Kontext der Digitalisierung ermöglichen.

2. Empirische Grundlagen

Das methodische Vorgehen des Projekts orientiert sich an den Grundlagen qualitativer Sozialforschung und verfolgt das Ziel tiefgehender Betriebs- und Branchenstudien. Die drei zentralen Arbeitsschritte bestehen hierzu aus Recherchen und Sekundäranalysen von Brancheninformationen (1.), Interviews und Betriebsbegehungen im Rahmen von Betriebsfallstudien (2.) sowie Gesprächen mit Expertinnen und Experten aus Verbänden und der Sozialpartner (3.).

Im ersten Schritt erfolgt die Analyse von Sekundärquellen auf Basis einer systematischen Literaturlauswertung, wie wissenschaftlichen Studien, Branchenreporten sowie sogenannter grauer Literatur. Zweitens, im Zentrum des Projektes stehend, erfolgt eine qualitative Erhebung in Form von 17 Betriebsfallstudien in den Branchen Chemie (3), Pharmazie (3), Glas (3), Kautschuk (3), Keramik (2) und Kunststoffverarbeitung (3). Die Fallstudien bestehen aus Recherchen und Sekundäranalysen betrieblicher Dokumente und mehreren leitfadengestützten Interviews mit (leitenden) Angestellten bzw. übergreifenden Expertinnen und Experten aus für Digitalisierungsmaßnahmen relevanten Betriebsbereichen. Diese umfassen das technische Management (u. a. Werkleitung), den Bereich Personal, Forschung und Entwicklung, IT, Instandhaltung und den Betriebsrat. Bei der Akquise der Betriebskontakte hat die IG BCE als Kooperationspartner unterstützend mitgewirkt. Die Interviews wurden mehrheitlich in den Betrieben vor Ort geführt und von Betriebsbegehungen flankiert. Vereinzelt Interviews wurden, aufgrund der eingeschränkten Verfügbarkeit der Expertinnen und Experten, telefonisch geführt. Der Leitfaden für die Experteninterviews beruht auf offenen Fragen zu den Themenfeldern allgemeine Unternehmensentwicklung, Technisierungsstrategien, Digitalisierungsprojekte, Arbeitsfolgen (Organisation, Qualifikations- und Kompetenzenanforderungen, Arbeitsbedingungen) sowie Mitbestimmung und Interessenkonflikte. Die Interviews wurden in der Regel, nach Aufklärung und Einwilligung der Interviewpartner, mit Hilfe digitaler Diktiergeräte aufgezeichnet, transkribiert, anonymisiert und anschließend inhaltsanalytisch ausgewertet. Die Analysen wurden zunächst betriebsspezifisch und anschließend vergleichend, im Sinne von Branchenstudien, verschriftlicht. Drittens erfolgte eine qualitative Erhebung in Form von Expertengesprächen auf der intermediären Ebene von Verbänden, Gewerkschaften, Netzwerken und staatlichen Organisationen, mit denen die Ergebnisse reflektiert wurden.

Die erhobenen Daten liegen in digitaler Form vor (Audiodateien, Transkripte sowie Gesprächsprotokolle) und werden den Standards der Datensicherung entsprechend aufbewahrt. Eine Zweitnutzung ist bei den Projektleitern zu erfragen und bedarf der Einwilligung der interviewten Expertinnen und Experten.

3. Ergebnisse

Die Bedeutung von Digitalisierungsmaßnahmen für die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen am Industriestandort Deutschland hat in den vergangenen Jahren zugenommen (vgl. DIHK 2017). In den im Projekt untersuchten Betrieben spiegelt sich diese Tendenz grundsätzlich in ähnlicher Weise wider. Zentrale Unterschiede bestehen bei den gewählten Technologien, in der strategischen Herangehensweise und bei der konkreten Ausgestaltung der Einführungsprozesse sowie den Arbeitsfolgen. In Anbetracht der z.T. heterogenen Branchenanforderungen und Unternehmensprofile sollen im Folgenden die Projektergebnisse zunächst branchenspezifisch und anschließend vergleichend dargestellt werden.

Digitalisierung in der chemischen Industrie

Das Thema Digitalisierung und Industrie 4.0 besitzt einen großen Stellenwert innerhalb der untersuchten Unternehmen aus der chemischen Industrie und wird mit einer Vielzahl von technischen, strategischen, als auch arbeits- und organisationsbezogenen Potentialen verknüpft. Besonders deutlich wird dies anhand neuer multidisziplinärer Projektgruppen und Managementpositionen (Chief Digital Officer), deren langfristige Etablierung indes meist noch offen ist. Dabei geht es den Unternehmen um die strategische Rahmung und Akzentuierung von Digitalisierungsmaßnahmen, die sich mit den bislang eingeschlagenen Entwicklungspfaden und der bestehenden technischen Infrastruktur kompatibel zeigen müssen und eine „verbindende Klammer“ darstellen sollen.

Für die Betriebsräte lassen sich sowohl Kontinuitäten, als auch Diskontinuitäten ausmachen. So deuten sich bekannte Fragestellungen (Stichwort: flexible Arbeitszeiten) ebenso an wie weitgehend neue (z. B. mobile Leitwarten, Leistungskontrollen im Rahmen von EDV-Systemen, selbstfahrende Transportsysteme im Bereich der Logistik, Predictive Maintenance). Entlang dieser Themen lässt sich ein ausgeprägter Wille zur Mitbestimmung und Partizipation erkennen, der auch stark prospektive Technik(mit)gestaltung beinhaltet.

Mit Blick auf die Branche deutet sich mit der Digitalisierung in den untersuchten Großunternehmen eine Art Push für die chemische Industrie an, vor allem durch diese engagierten Vorreiter. Dieser zeigt sich darin, dass neue Unternehmenskooperationen entstehen, die vor allem auch mit Unternehmen der IKT-Branche eingegangen werden (z. B. um Datenstandards zu entwickeln und Künstliche Intelligenz zu nutzen). Die Entwicklung neuer Produkte und Geschäftsmodelle sollen dem mitunter konstatierten Innovationsstau der Chemiebranche entgegenwirken.

Und der nächste technologische Sprung steht in recht naher Zukunft bevor: Künstliche Intelligenz (KI) ist nicht mehr Science Fiction sondern findet sich bereits in den untersuchten Unternehmen der chemische Industrie und gewinnt zunehmend an Bedeutung, z. B. in der vorbeugenden Wartung (Predictive Maintenance).

Digitalisierung in der pharmazeutischen Industrie

Nach einer jeweiligen Sondierungsphase, in denen Informationen zu Digitalisierungsprojekten aus anderen Branchen und im eigenen Unternehmen gesammelt, gebündelt und für die Entwicklung einer eigenen Digitalisierungsstrategie aufbereitet worden sind, treiben die untersuchten Großunternehmen aus der pharmazeutischen Industrie ihre Digitalisierungsaktivitäten engagiert voran. Ähnlich wie in der chemischen Industrie werden diese Aktivitäten von multidisziplinär zusammengesetzten Projektgruppen aus koordiniert. Dabei geht es den untersuchten Unternehmen um die Akzentuierung von Digitalisierungsmaßnahmen, mit denen sie im stark veränderten internationalen Wettbewerb bestehen wollen.

Bei den Betriebsräten der untersuchten Unternehmen lässt sich beim Thema Digitalisierung und Industrie nach einer eher beobachtenden Phase ein starkes Engagement in Verbindung mit Mitbestimmung und (informeller) Partizipation erkennen. Eine prospektive Technik(mit)gestaltung gewinnt zunehmend an Kontur durch eigene Arbeitsgruppen, die sich mit der zukünftigen Gestaltung guter Arbeit in digitalisierten Unternehmen beschäftigen.

Mit der Digitalisierung deutet sich auch in der pharmazeutischen Industrie ein Push für neue Produkte und Geschäftsmodelle in einem Wachstumsmarkt sowie branchenübergreifende Unternehmenskooperationen an. Im Zuge des demographischen Wandels besteht neben diesen neuen Kooperationen zudem die Aufgabe darin, qualifiziertes Fachpersonal für die digitalisierte pharmazeutische Industrie aus- und weiterzubilden.

Digitalisierung in der Glasindustrie

Anders als in der chemischen und pharmazeutischen Industrie verlaufen Digitalisierungsmaßnahmen in der Glasindustrie in geringerer Intensität. Zwischen den untersuchten Betrieben zeichnet sich zudem eine deutliche Diskrepanz ab, was den innerbetrieblichen Stellenwert von Digitalisierung betrifft. Der Grund ist, dass die Thematik in zwei Betrieben vom (technischen) Management forciert und professionalisiert umgesetzt wird, während sie bei dem anderen Unternehmen aufgrund der dortigen ausgelasteten Auftragslage und insgesamt zurückhaltenden Standortinvestitionen allenfalls in Ansätzen zur Debatte steht.

Die Maßnahmen der digital-affinen Betriebe bestehen vor allem in der Integration leistungsfähiger Sensorik. Diese dient etwa dazu, den Tropfeneinfall bei der Formgebung der Glasbehälterherstellung kameragestützt aufzuzeichnen und mit Software in Echtzeit zu steuern. Über die Einbindung der Sensoren in das Intranet können aufwendige Datenauswertungen vorgenommen werden. Einen weiteren Schwerpunkt stellt die Robotik dar, insbesondere bei den untersuchten Fertigungsunternehmen von Autoglasscheiben. Ein dritter Schwerpunkt liegt im Bereich Logistik, in dem Paletten, Pakete oder einzelne Autoscheiben mittels funkender Chips, sogenannter RFID-Technik (Radio Frequency Identification), verknüpft werden, um sie zu orten und im Zentralsystem zu verbuchen. Im indirekten Wertschöpfungsbereich wie Forschung und Entwicklung, Verwaltung sowie Management kommen vor allem softwaregestützte Lösungen im Bereich Wissensmanagement wie soziale Netzwerke und Prozessdatenbanken zur intraorganisationalen Vernetzung zwischen Standorten und Kunden zum Einsatz.

Die Veränderungen bei den Arbeitstätigkeiten zeigten sich insbesondere in einer Verschiebung zu überwachenden, kontrollierenden und steuernden Tätigkeiten in der Produktion. Diese Entwicklung wirkt sich auch auf die fachlichen Anforderungen an die Beschäftigten aus. In der Gesamtschau lässt sich dabei ein Trend zur Höherqualifizierung ausmachen, der sowohl die an- und ungelerten Produktionsbeschäftigten (IT, Mechatronik) als auch Angestellte (Englisch, interkulturelle Kompetenz, Prozessverständnis) erfasst. Bei letztgenannten zeichnet sich mit den Einsatzmöglichkeiten mobiler IT eine zunehmende zeitliche und räumliche Entgrenzung der Arbeit ab, die mit steigenden Anforderungen an Selbstorganisation einhergeht. Negative Beschäftigungseffekte konnten vor allem im Segment an- und ungelerner Beschäftigter ausgemacht werden, ein Beschäftigungswachstum im Segment Hochqualifizierter, insbesondere bei Prozessingenieuren. Der Branchentrend ist insgesamt von einem sinkenden Beschäftigungsvolumen geprägt (vgl. Dispan 2013).

Digitalisierung in der Keramischen Industrie

In den untersuchten Unternehmen der Keramikindustrie wird Einfacharbeit weiter abnehmen. Wartung und Instandhaltung der automatisierten Prozesse sowie Verwaltung sind zukünftig von den Beschäftigten viel stärker zu unterstützen. Die Digitalisierung kann hier als Katalysator betrachtet werden, der einen wichtigen Stein ins Rollen gebracht hat. Am Ende hat dies auch Einfluss auf die Beschäftigung, da effizientere Prozesse weniger Ressourcen benötigen, wenngleich wiederum Fachpersonal benötigt wird, um den Digitalisierungsprozess zu gestalten. Um die Anforderungen der Digitalisierung zu erfüllen, müssen die Mitarbeiter mehr Systemverständnis und Aufgabenflexibilität mitbringen. Dies ist in den untersuchten Unternehmen bereits in der Einstellungspraxis zu beobachten. Heute werden nahezu

ausschließlich Facharbeiter rekrutiert, und die betriebliche Aus- und Weiterbildung richtet ihren Fokus auf eine vielseitige Einsatzfähigkeit der Beschäftigten. Insgesamt ist eine Verschiebung der Beschäftigungszahlen aus der Produktion in die nicht-produktiven Unternehmensbereiche zu beobachten. Insbesondere im Engineering und im Marketing wachsen die Beschäftigungszahlen, während sie in der Produktion zurückgehen.

Die Betriebsräte stehen vor der Herausforderung, dass neben dem notwendigen Systemverständnis, Akzeptanz bei den Beschäftigten für die Einführung neuer digitaler Techniken hergestellt werden muss. Mit entsprechender Aus- und Weiterbildung wird ein souveräner Umgang mit neuer digitaler Technik angestrebt. Die geht einher mit sehr harten Restrukturierungs- und Modernisierungsmaßnahmen in den untersuchten Unternehmen aus der keramischen Industrie ohne die die Betriebe nicht am Standort Deutschland hätten gehalten werden können. Für die Betriebsräte geht es darum, die großen Herausforderungen der digitalen Transformation mit Weitblick anzunehmen und zu gestalten, um langfristig Arbeitsplätze weiter zu sichern.

Digitalisierung in der Kautschukindustrie

Die Technisierungsbemühungen in der Kautschukindustrie sind vor dem Hintergrund zu sehen, dass der Automatisierungs- und Technisierungsgrad im Vergleich zu anderen Industrien auf einem eher geringen Niveau liegt. Der Maschinenbestand besteht vielfach aus zum Teil sehr alten (30-50 Jahren) und modernen Anlagen, weshalb „(p)ermanente Investitionen in technische Rationalisierungsmaßnahmen“ (Abel et al. 2012, S. 39) immer schon zum Tagesgeschäft gehören. Die in den untersuchten Betrieben analysierten Digitalisierungsmaßnahmen richten sich deshalb vorwiegend auf eine stärkere Automatisierung einzelner Produktionsschritte und Maschinen, die in Verbindung mit einer größeren datengetriebenen Transparenz eine neue Stufe der Prozessstabilität und Effizienzsteigerung erreichen sollen. Während der untersuchte Hersteller von Antriebselementen bei dieser Entwicklung noch ganz am Anfang steht, sind die Maßnahmen eines Reifenherstellers aus dem Blickwinkel einer unternehmensweiten Technisierungsstrategie zu betrachten. Dabei zeigt sich, dass in diesem Fall ein deutlich größeres Know-how sowie finanzielle Ressourcen zur Verfügung stehen.

Die systematische Erfassung und Auswertung von Produktionsdaten hat weitreichende Folgen für Arbeit. Den Analysen zufolge laufen sie sowohl auf steigende als auch fallende Anforderungen und eine engere Kontrolle der Beschäftigten in der Produktion hinaus, indem sie mehr Prozessverständnis und Bedienkompetenzen aufbringen müssen, gleichzeitig aber auch mit detaillierten Arbeitsvorgaben konfrontiert sind und die Technik aufgrund der höheren

Automatisierung weniger Eingriffsmöglichkeiten bietet. Indes müssen den Beschäftigten aber immer noch Handlungsmöglichkeiten gegeben sein, denn Kautschuk ist ein Material, das „lebt“ (Technikleiter) und auf veränderte Umwelteinflüsse wie Temperatur oder Luftfeuchtigkeit reagiert. Mit dem kontinuierlichen Personalabbau im Segment der An- und Ungelernten im Bereich Produktion und Logistik erhöht sich der Druck zur Höherqualifizierung zunehmend.

Digitalisierung in der Kunststoffverarbeitenden Industrie

In den untersuchten Betrieben aus der Kunststoffverarbeitenden Industrie finden sich zwei zentrale Entwicklungen in Verbindung mit der Digitalisierung. Einerseits wird Einfacharbeit in den Unternehmen perspektivisch weiter abnehmen. Andererseits findet an anderen Stellen (z. B. bei der Behebung kleinerer Störungen an selbstfahrenden Transportsystemen, durch speziell angelerntes Personal) eine Aufwertung von bisheriger Arbeit statt. Es zeichnet sich ein Beschäftigungsabbau bei An- und Ungelernten insbesondere im Bereich Verpackung und Lager ab. Arbeitsplätze für einfache Tätigkeiten sind hier mehr und mehr auf Nischen begrenzt. Beschäftigungsimpulse werden sich den untersuchten Betrieben zufolge bei qualifizierter Arbeit ergeben, insbesondere in der Wartung (Betriebselektrik) und in forschungs- und entwicklungsintensiven Bereichen sowie IT.

Organisationale Veränderungen äußern sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt in Form von innerbetrieblichen Reorganisationsmaßnahmen wie der Bildung von Projekt- und Arbeitsgruppen zur Digitalisierung oder einer Aufwertung der IT-Abteilungen in Hinblick auf eine stärkere Beteiligung bzw. die Führung bei neuen Projekten. Neue Managementpositionen (z. B. Chief Digital Officers), wie sie in Unternehmen der chemischen und pharmazeutischen Industrien zu finden sind, sind in den untersuchten Betrieben der Kunststoffverarbeitenden Industrie, die in Bezug auf ihre Größe eher kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sind, bislang nicht eingerichtet worden. Bei der räumlichen und zeitlichen Verteilung von Arbeit sind insbesondere bei den Angestellten und bei den Beschäftigten aus dem Bereich Wartung (Betriebselektrik) Flexibilisierungstendenzen erkennbar.

Bei der Technikeinführung kommt der Einbindung der Beschäftigten und Betriebsräte ein hoher Stellenwert zu. Die untersuchten Betriebe verfolgen einen Gestaltungsansatz, der auf einer systematischen Miteinbeziehung von komplementären Fragen zur Optimierung von Arbeit, Organisation und Technik beruht. Die Notwendigkeit zur Bereitschaft der Beschäftigten zu Veränderungen und einem intensivierten Technikumgang wird sowohl vom Management als auch von den Betriebsräten hervorgehoben. Von großer Bedeutung sind – neben informellen Absprachen in einem von Vertrauen geprägten Betriebsumfeld – Betriebsvereinbarungen zur Digitalisierung.

Branchenvergleich

Ein genereller Befund besteht darin, dass die Auswahl der zur Verfügung stehenden digitalen Anwendungsmöglichkeiten stets in enger Rückkopplung mit den vorhandenen Ausstattungen (z. B. Maschinenbestände, IT-Systeme, Datenformate) geschieht. Das begründet sich damit, dass die neuen Systeme und Anlagen überwiegend nicht im Sinne von „green fields“ neu geplant werden, sondern in bestehende und z. T. lange gewachsene Fabrikstrukturen integriert werden müssen. Dieser Umstand reduziert die Optionen von Digitalisierungsmaßnahmen und führt auch dazu, dass Schnittstellenkonflikte entstehen und Übergangs- oder Parallellösungen notwendig werden. Als Infrastruktur müssen hierzu auch oftmals Investitionen in leistungsfähigere Server sowie Breitband- und Funknetze oder architektonische Umbaumaßnahmen angestoßen werden. Es deuten sich somit mehrheitlich inkrementelle Technisierungspfade an, die beispielsweise aus der stufenweise erfolgenden Ausstattung von Produktionsmaschinen mit Sensorik und deren Einbindung in das Intranet bestehen. Diese Lösungen können aber durchaus weitreichende Effizienz- und Rationalisierungseffekte anstoßen, wie sie sich in den oben beschriebenen Fällen zeigen lassen (vgl. Malanowski/Brandt 2014). Überdies zeichnet sich eine zunehmende Verbreitung von Assistenzsystemen wie Smartphones und Tablets in fast allen untersuchten Angestelltenbereichen ab, die neue Möglichkeiten für mobiles Arbeiten bereitstellen.

Unterschiede zwischen den Betrieben bestehen vor allem in der Professionalisierung von Umsetzungsmaßnahmen. Insbesondere bei den untersuchten Betrieben aus den Branchen Chemie und Pharmazie zeigt sich, dass das Thema Digitalisierung von der Vorstandsebene gesteuert wird, indem Reorganisationsmaßnahmen wie neue Managementpositionen oder mit Digitalisierungsthemen befasste Stabsstellen eingerichtet werden. Diese Teams sind multidisziplinär besetzt und sollen nicht nur technische Initiativen, sondern auch Projekte im Bereich Wissensmanagement, Marketing, Vertrieb sowie Personal abseits etablierter Strukturen anstoßen. Hintergrund ist, dass diese Betriebe in Konzernstrukturen eingebettet sind, über vielfältige Ressourcen verfügen und Digitalisierung als übergreifende *strategische Gelegenheit* betrachten, um (globale) Wettbewerbsvorteile zu sichern. Bei den übrigen untersuchten Betrieben werden die, aus technischer Sicht betrachtet, durchaus avancierten Digitalisierungsmaßnahmen überwiegend im Rahmen langfristiger Technisierungsstrategien verfolgt und deshalb vor allem vom technischen Management verantwortet. Eine explizite „4.0-Strategie“ fehlt hierbei, was auch mit der z. T. vorhanden Skepsis gegenüber dem Schlagwort „Industrie 4.0“ zusammenhängt. Der Technikleiter eines Herstellers von Antriebselementen aus

Kautschuk bringt diese Vorgehensweise wie folgt auf den Punkt: „Das Thema Industrie 4.0 läuft bei uns halt nicht unter Industrie 4.0.“

Die Folgen für Arbeit und Organisation weisen in der Gesamtschau auf steigende fachliche und methodische Anforderungen in der Produktion hin. Der Personalleiter eines Kautschukbetriebes betont, dass Fertigkeiten im Umgang mit IKT heutzutage ein „Muss-Kriterium“ seien, womit auch Englischkenntnisse einhergingen. Das gelte gleichermaßen für fachlich Qualifizierte, bei denen v. a. mechatronische Inhalte wichtiger werden. Die Tätigkeiten in der Produktion scheinen sich den Befunden zufolge in Richtung Steuerung, Disposition und Kontrolle zu verschieben, gleichfalls bleiben aber noch viele, auch körperlich-belastende (einfache) manuelle Tätigkeiten erhalten. Für die indirekten Wertschöpfungsbereiche wie Forschung und Entwicklung, Konstruktion sowie (Personal-)Management wachsen mit der Digitalisierung die Anforderungen an Selbstorganisation sowie multidisziplinärer und interkultureller Zusammenarbeit.

In Hinblick auf die Veränderungen der Arbeitsbedingungen richtet sich ein weiterer Befund auf die zunehmende Arbeitsverdichtung, die von vielen Befragten aus unterschiedlichen Funktionsbereichen geäußert wurde. Den Aussagen zufolge ist dies auf eine Zunahme von Arbeitsaufgaben und einer kommunikationsintensiveren Zusammenarbeit sowie einer generell wahrgenommenen Beschleunigung technischer als auch unternehmerischer Entwicklungen zurückzuführen. Im Hinblick auf die ergonomische Arbeitsgestaltung ergeben sich auch Potenziale, die von Expositionszeiten (v. a. Hitze, Lärm) gekennzeichnete Produktionsarbeit wie sie in der Glasindustrie, Kunststoffverarbeitung oder Kautschukindustrie verbreitet ist durch den Einsatz von Robotik oder digitaler Technik zu reduzieren, wenngleich ihnen auch Grenzen bzw. Rentabilitätsabwägungen entgegenstehen.

Ein Beschäftigungsaufbau wird in allen untersuchten Betrieben, wenngleich auf unterschiedlichen Niveaus, in administrativen und konstruktiven bzw. forschenden Bereichen gesehen. Die Zunahme sogenannter wissensintensiver Arbeitsfelder korrespondiert in besonderem Maße mit der Forschungs- und Entwicklungsintensität der jeweiligen Standorte und verweist auf den steigenden Bedarf an fachlich und hoch qualifizierten Beschäftigten. Der Bereich Produktion, so legen es die Analysen insgesamt nahe, ist demgegenüber mehrheitlich von Beschäftigungsabbau gekennzeichnet, insbesondere im Segment an- und ungelernter Beschäftigter. Diese Entwicklung von der Verschiebung der Beschäftigungsstruktur in die indirekten, hochqualifizierten Bereiche, kann als Generaltrend der untersuchten Branchen bezeichnet werden.

Ein weiteres zentrales Abgrenzungsmerkmal zwischen den untersuchten Betrieben betrifft die Strategien bei der Technikeinführung und die Einbindung der

Beschäftigten und Betriebsräte. Zum einen sind Gestaltungsansätze zu beobachten, die auf der systematischen Miteinbeziehung von Beschäftigten und Betriebsräten beruhen. Zum anderen finden sich eher an technischen Potentialen orientierte Top-down-Strategien, die vom technischen Management forciert werden. Letztgenannte Ansätze bergen in deutlich größerem Umfang die Gefahr, dass Verunsicherungen und manifeste Akzeptanzdefizite bei den Beschäftigten entstehen, die den Verlauf der Einführungsprozesse beeinträchtigen und die Ausschöpfung der technischen Potentiale behindern können. Das Nadelöhr der Digitalisierung ist nämlich vielfach die Lern- und Veränderungsbereitschaft der Beschäftigten. Deshalb mahnen die befragten Betriebsräte eine stärkere Beteiligungskultur an, um die Akzeptanz zu steigern, und weisen auf die Notwendigkeit z. T. lange vernachlässigter Weiterbildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen hin.

Eine zentrale Strategie der Betriebsräte besteht in der Folge darin, stärker als bisher ihre Ansprüche bei der Technikeinführung zur Geltung zu bringen. Hierzu gründen sie Arbeitsgruppen zu Digitalisierung und zukünftiger Arbeit, erarbeiten „Roadmaps“ und bilden sich, insbesondere zu IT-Themen fort. Herausfordernd hierbei ist der Umgang mit einem Spannungsfeld, das sich insbesondere bei Einfacharbeitsplätzen zeigt. Einerseits versuchen die Betriebsräte nämlich einer weitreichenden Vereinfachung von Tätigkeiten entgegenzuwirken und sich für den Erhalt sowie die qualifizierte Aufwertung (einfacher) Arbeitsplätze im gewerblichen Bereich einzusetzen. Vielfach bestehe ihre Arbeit darin, sich für Investitionen in die deutschen Standorte einzusetzen, um die Beschäftigung speziell in der Produktion zu sichern. Andererseits bedeuten die angestoßenen Digitalisierungsprojekte vielfach ein mehr an Verantwortung und eine Überforderung der Beschäftigten, die mit Skepsis und Rationalisierungsängsten verbunden sind. Deshalb werden Konzepte und Ansatzpunkte gesucht, um den Beschäftigten ihre Ängste zu nehmen und sie wieder „an das Lernen heranzuführen“, wie ein befragter Betriebsrat berichtet.

Einen weiteren zentralen Stellenwert in der Betriebsratsarbeit nimmt auch die Datenschutzproblematik ein. Hierbei geht es sowohl um die Vermeidung von digitalen Einrichtungen zur Leistungs- und Verhaltenskontrolle als auch um die Regelung eines generellen datenschutzkonformen Umgangs mit betrieblicher Informationstechnik. Des Weiteren geht es den Betriebsräten auch um eine Sensibilisierung der Beschäftigten für diese Thematik. Datenschutzrechtlichen Fragen stellen sich auch bei der Nutzung von sozialen Netzwerken, die in den Betrieben von wachsender Bedeutung sind und in denen betriebsrelevantes Wissen dynamisch geteilt und Innovationsprozesse angestoßen werden sollen. Zum Teil bestehen Bedenken, inwiefern die eingepflegten Daten und Informationen zur Kontrolle genutzt werden, die eigene Stellung im Betrieb gefährden oder ggf. gar arbeitsrechtliche Konsequenzen nach sich ziehen können. Die sozialen Netzwerke bieten darüber hinaus aber auch vielfältige Möglichkeiten zur *Digitalisierung der*

Betriebsratsarbeit, indem sie zur Aktivierung und Informierung der Beschäftigten sowie bei Umfragen genutzt werden. Damit könne es auch gelingen, die eher jüngeren und mehrheitlich IT-affinen Beschäftigtengruppen sowie Angestellte für arbeitspolitische Themen anzusprechen.

In der Summe spricht deshalb vieles für eine Kontinuität der Branchenentwicklung bei Digitalisierung und Industrie 4.0 innerhalb der untersuchten Branchen. Der allgemeine Trend der Höherqualifizierung scheint sich den Befunden zufolge fortzusetzen, gleiches gilt für einen Beschäftigungsabbau zulasten einfacher Arbeitsplätze. Obgleich sich in einigen der untersuchten Betriebe auch Anhaltspunkte für strukturkonservative Tendenzen ausmachen, die auf einen Erhalt von Einfacharbeit hindeuten. Die vorliegenden Forschungsergebnisse zeigen insgesamt, dass damit keineswegs eindeutige, durch die Technologie determinierte und sich zwangsläufig durchsetzende Entwicklungsperspektive von Arbeit verbunden sind. Viel eher bieten sich den (betrieblichen) Akteuren Gestaltungsspielräume und Alternativen, wie diejenigen untersuchten Fälle instruktiv belegen, bei denen sich die Betriebsräte an den Veränderungen beteiligt und ihren Mitgestaltungsanspruch durchgesetzt haben.

Innovations- und Arbeitspolitik für Gestaltungsprozesse

Staatliche Innovationspolitik zur Digitalisierung der Industrie bzw. Industrie 4.0 kann unterstützend wirken und die lösungsorientierte prospektive Technikgestaltung als wichtiges vorausschauendes Element im Sinne eines mittelfristigen Radars nutzen, so ein weiterer Befund des Projektes (Malanowski 2017). Diverse Studien der jüngeren Arbeits- und Technikforschung weisen auf die mit den neuen digitalen Technologien angestoßenen, breitgefächerten sozialen und organisatorischen Folgen für Unternehmen und Belegschaften in der Industrie 4.0 bereits hin (vgl. Hirsch-Kreinsen et al. 2017). Diese Entwicklungen betreffen die Unternehmen und ihre Belegschaften in unterschiedlicher Weise und Ausprägung und sind von zahlreichen Faktoren und Strukturmerkmalen abhängig, wie der Unternehmensgröße, der Technologieintensität, der Rolle und Position innerhalb der Wertschöpfungsprozesse, aber auch von eingeschlagenen Pfaden der Unternehmensentwicklung und Rationalisierung sowie der Mitbestimmungs- und Organisationskultur. Der Dreiklang von Technologie, Mensch und Organisation in der Industrie gewinnt demnach für Unternehmen, Belegschaften, Betriebsräte, Gewerkschaften, Arbeitgeber und Verbände als den zentralen Innovationsakteuren zunehmend an Bedeutung. Hier setzt eine gezielte Innovations- und Arbeitspolitik für Digitalisierung der Industrie bzw. Industrie 4.0 mit dem Fokus auf Optionen und Potenziale sowie vermeidbare Barrieren und Risiken an.

Durch gezielte Innovationspolitik kann Gestaltungswissen beispielsweise im Rahmen von Branchendialogen, wie sie etwa das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) durchführt, erarbeitet werden. Beispiele für neue nachhaltige Geschäftsmodelle, gute Arbeit und notwendige Kompetenzen in der Industrie können von Unternehmen, Betriebsräten, Gewerkschaften, Verbänden und Wissenschaft in Verbindung mit zentralen Digitalisierungskonzepten und Trends gemeinsam erfasst, erarbeitet und nutzbar gemacht werden.

Auf der betrieblichen Ebene können Geschäftsführung und Betriebsräte Experimentierräume für Arbeitsorganisation, Arbeitsbelastung und Qualifizierung im digitalisierten Unternehmen gemeinsam entwickeln und erproben wie es im Weißbuch Arbeiten 4.0 des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales angeregt wird (vgl. BMAS 2017). Auf der überbetrieblichen Ebene können branchenspezifisch ganz ähnliche Experimentierräume für Arbeitsorganisation, Arbeitsbelastung und Aus- und Weiterbildung in Lernfabriken entwickelt und erprobt werden. Überdies bietet die europäische Ebene weitere Anknüpfungspunkte für ein prospektiv ausgerichtete Innovations- und Arbeitspolitik: Initiativen wie SPIRE (Sustainable Process Industry through Resource and Energy Efficiency) können ergänzt werden um die Perspektive lösungsorientierter prospektiver Technikgestaltung. Diese Perspektive, die bisher in den, unter dem Dach von SPIRE laufenden Forschungsprojekten noch zu wenig Berücksichtigung findet, kann helfen, die *Grand Challenge* Industrie 4.0 für die Arbeitswelten der Zukunft zu meistern.

4. Einzelergebnisse und Publikationen

4.1 Publikationen

Hirsch-Kreinsen, Hartmut 2017: Industrie und Arbeit 4.0: Entwicklungstrends und Gestaltungsperspektiven, in: Vassiliadis, Michael (Hg.): Digitalisierung und Industrie 4.0 – Stand und Trends in ausgewählten Branchen der IG BCE, Hannover (im Erscheinen)

Krug, Christian; Reuß, Karsten 2017: Digitalisierung in der keramischen Industrie: Erhebliche Unterschiede zwischen den Unternehmen, in: Vassiliadis, Michael (Hg.): Digitalisierung und Industrie 4.0 – Stand und Trends in ausgewählten Branchen der IG BCE, Hannover (im Erscheinen)

Malanowski, Norbert 2017: Digitalisierung in der chemischen Industrie – Technikreflexionen aus der Forschungswerkstatt, in: Decker, Michael; Lindner, Ralf; Lingner, Stephan; Scherz, Constanze; Sotoudeh, Mashid (Hg.): Grand Challenges meistern – der Beitrag der Technikfolgenabschätzung, Nomos/Edition Sigma, Berlin, (im Erscheinen)

Malanowski, Norbert; Awenius, Marc 2017: Digitalisierung in der Pharmazeutischen Industrie: Großunternehmen sind vorne mit dabei, in: Vassiliadis, Michael (Hg.): Digitalisierung und Industrie 4.0 – Stand und Trends in ausgewählten Branchen der IG BCE, Hannover (im Erscheinen)

Malanowski, Norbert; Krug, Christian 2017: Digitalisierung in der Industrie im Spiegel der prospektiven Technikgestaltung, in: Vassiliadis, Michael (Hg.): Digitalisierung und Industrie 4.0 – Stand und Trends in ausgewählten Branchen der IG BCE, Hannover (im Erscheinen)

Malanowski, Norbert; Niehaus, Jonathan; Awenius, Marc 2017: Digitalisierung in der Chemischen Industrie: Großunternehmen zeigen starkes Engagement, in: Vassiliadis, Michael (Hg.): Digitalisierung und Industrie 4.0 – Stand und Trends in ausgewählten Branchen der IG BCE, Hannover (im Erscheinen)

Malanowski, Norbert; Reuß, Karsten 2017: Digitalisierung in der Kunststoffverarbeitung: Eigene Initiativen auf der Basis fortgeschrittener Automatisierung, in: Vassiliadis, Michael (Hg.): Digitalisierung und Industrie 4.0 – Stand und Trends in ausgewählten Branchen der IG BCE, Hannover (im Erscheinen)

Niehaus, Jonathan 2017: Digitalisierung in der Glasindustrie: Der Stellenwert wird steigen, in: Vassiliadis, Michael (Hg.): Digitalisierung und Industrie 4.0 – Stand und Trends in ausgewählten Branchen der IG BCE, Hannover (im Erscheinen)

Niehaus, Jonathan 2017: Digitalisierung in der Kautschukindustrie: Beobachten und eigene Initiativen starten, in: Vassiliadis, Michael (Hg.): Digitalisierung und Industrie 4.0 – Stand und Trends in ausgewählten Branchen der IG BCE, Hannover (im Erscheinen)

Niehaus, Jonathan; Virgillito, Alfredo 2017: Wie Facebook auf Steroiden? Herausforderungen und Anwendungsempfehlungen zur betrieblichen Nutzung von sozialen Netzwerken, in: Industrie 4.0 Management, 33 (4), S. 21-24

4.2 Konferenzbeiträge und Präsentationen

Hirsch-Kreinsen, Hartmut 2017: „Arbeit und Technik 4.0: Gestaltungsperspektiven und Forschungsergebnisse“, IG BCE Forum Arbeitspolitik, 28.-29.03.2017, Bad Münde

Hirsch-Kreinsen, Hartmut 2017: „Arbeitsgestaltung – Social Manufacturing and Logistics“, Neue Formen der Mensch-Maschine-Interaktion, IG Metall Beirat Zukunft der Arbeit/IGZA, 01.-02.06.2017, Öhningen/Bodensee

Malanowski, Norbert 2016: „Digitalisierung in der Chemieindustrie“, Sozialpartnerversammlung IG BCE, VCI Nord und Chemie Nord zu Digitalisierung in der chemischen Industrie, 16.11.2016, Laatzen

Malanowski, Norbert 2016: „Industrie 4.0 meistern – Technikreflexionen aus der Forschungswerkstatt“, 7. internationale Konferenz des Netzwerks Technikfolgenabschätzung (NTA), 16.-18.11.2016, Bonn

Malanowski, Norbert 2017: „Digitalisierung der chemischen Industrie – Vorläufige Ergebnisse aus einem laufenden Forschungsprojekt“, BMWi-Branchendialog mit der chemischen Industrie, Zweiter Monitoringbericht, Mai 2017, Berlin

Malanowski, Norbert; Niehaus, Jonathan 2017: „Digitization of German chemical industry. Preliminary results from an ongoing research project“, Deutsch-Norwegische Handelskammerversammlung in Kooperation mit der Hans-Böckler-Stiftung, 27.01.2017, Düsseldorf

Niehaus, Jonathan 2017: „Digitalisierung in der chemischen Industrie“, IG BCE Forum Arbeitspolitik, 28.-29.03.2017, Bad Münde

5. Verwendete Literatur

Abel, Jörg; Ittermann, Peter; Hirsch-Kreinsen, Hartmut 2012: Einfacharbeit in der Gummi- und Kunststoffindustrie, Soziologisches Arbeitspapier, Nr. 30/2012, Dortmund

BMAS – Bundesministerium für Arbeit und Soziales 2017: Weissbuch Arbeiten 4.0, Berlin

Botthof, Alfons; Hartmann, Ernst Andreas (Hg.) 2015: Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Springer, Berlin/Heidelberg

DIHK (Hg.) 2017: Industriestandort Deutschland: Zwei Schritte vor, einer zurück. DIHK-Umfrage im Netzwerk Industrie 2017, Berlin

Dispan, Jürgen 2013: Glasindustrie in Deutschland, in: Vassiliadis, Michael (Hg.): Industriepolitik für den Fortschritt. Herausforderungen und Perspektiven am Beispiel zentraler Branchen der IG BCE, Hannover, S. 279–338

Forschungsunion, acatech 2013: Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Berlin

Hirsch-Kreinsen, Hartmut 2016: Industrie 4.0 als Technologieversprechen, Soziologisches Arbeitspapier Nr. 46/2016, Dortmund

Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Ittermann, Peter; Niehaus, Jonathan (Hg.) 2017: Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. 2. Aktualisierte und erweiterte Auflage, Nomos, Baden-Baden

Malanowski, Norbert; Brandt, Jan C. 2014: Innovations- und Effizienzsprünge in der chemischen Industrie – Wirkungen und Herausforderungen von Industrie 4.0 und Co., VDI Technologiezentrum, Düsseldorf

Pfeiffer, Sabine 2015: Industrie 4.0 und die Digitalisierung der Produktion – Hype oder Megatrend?, in: APuZ, 65 (31/32), S. 6-12

Stark, Rainer; Kim, Marcus; Damerau, Thomas; Neumeyer, Sebastian; Vorsatz, Thomas 2015: Notwendige Voraussetzungen für die Realisierung von Industrie 4.0. Ein Beitrag aus der Sicht der Industriellen Informationstechnik, in: ZWF 110 (2015) 3, S. 134-141