

Peter Ittermann, Martin Eisenmann

Hybride Dienstleistungen und Wandel der Arbeit

Herausforderungen und Perspektiven in der Logistik

Soziologisches Arbeitspapier Nr. 50/2017

Herausgeber
Prof. Dr. H. Hirsch-Kreinsen
Prof. Dr. J. Weyer
JProf. Dr. M. Wilkesmann

Hybride Dienstleistungen und Wandel der Arbeit

Herausforderungen und Perspektiven in der Logistik

Peter Ittermann, Martin Eisenmann

Arbeitspapier Nr. 50 (November 2017)

ISSN 1612-5355

Bericht des Forschungsprojektes
Innovationslabor „Hybride Dienstleistungen in der Logistik“



Herausgeber:

Prof. Dr. Hartmut Hirsch-Kreinsen
JProf. Dr. Maximiliane Wilkesmann
Lehrstuhl Wirtschafts- und Industriesoziologie
is@wiso.tu-dortmund.de
www.wiso.tu-dortmund.de/IS

Prof. Dr. Johannes Weyer
Fachgebiet Techniksoziologie
johannes.weyer@tu-dortmund.de
www.wiso.tu-dortmund.de/TS

Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
Technische Universität Dortmund
D-44221 Dortmund

Ansprechpartnerin:

Britta Tusk, e-mail: is.wiso@tu-dortmund.de

Die Soziologischen Arbeitspapiere erscheinen in loser Folge. Mit ihnen werden Aufsätze (oft als Preprint), sowie Projektberichte und Vorträge publiziert. Die Arbeitspapiere sind daher nicht unbedingt endgültig abgeschlossene wissenschaftliche Beiträge. Sie unterliegen jedoch in jedem Fall einem internen Verfahren der Qualitätskontrolle. Die Reihe hat das Ziel, der Fachöffentlichkeit soziologische Arbeiten aus der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Technischen Universität Dortmund vorzustellen. Anregungen und kritische Kommentare sind nicht nur willkommen, sondern ausdrücklich erwünscht.

ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Projektbericht werden aktuelle Entwicklungen in der Logistik im Zuge der vierten industriellen Revolution und der damit verbundenen Digitalisierung von Wertschöpfungsnetzwerken und logistischen Tätigkeiten aufgegriffen. Die Branche der Logistik nimmt zahlreichen Stimmen in der laufenden Debatte zufolge eine Schlüsselrolle bei der Umsetzung von Industrie 4.0-Lösungen ein. Dies wirft Fragen nach der Digitalisierung industrieller und logistischer Prozesse und den Folgen für Logistikarbeit auf. Mit der Entwicklung und Implementierung digitaler Technologien und den entsprechenden innovativen Geschäftsmodellen gehen mitunter erhebliche Veränderungen in den Arbeits- und Organisationsstrukturen einher. Diese Entwicklungen sind bei der Umsetzung so genannter hybrider Dienstleistungen in der Logistik zu beobachten. Die Arbeiten des Forschungsbereiches Industrie- und Arbeitsforschung richten sich auf diese technologischen Innovationen und hybriden Dienstleistungen und verfolgen u.a. im Forschungsprojekt „Innovationslabor - Hybride Dienstleistungen in der Logistik“ die Frage, welche Konsequenzen für die Arbeit sich aus der vernetzten Interaktion von Menschen und Technik in Industrie und Logistik ergeben.

Der Fokus des Arbeitspapiers liegt auf den Entwicklungsperspektiven von Logistikarbeit in ihren vielfältigen Facetten und Erscheinungsformen, die sich aus einer fortschreitenden Digitalisierung ergeben können. Er greift zunächst die schwierige Konturierung einer Querschnitts- und Wachstumsbranche auf, die quer zu traditionellen Wirtschaftszweigsystematiken definiert wird. Anschließend werden Entwicklungstrends der Digitalisierung in der Logistik 4.0 kritisch reflektiert. Daran anknüpfend werden die mitunter widersprüchlichen Trendbestimmungen zum Wandel der Logistikarbeit vorgestellt. Abschließend werden einige zentrale Herausforderungen bei der Gestaltung guter Arbeit unter den Bedingungen der Digitalisierung in der Logistik benannt.

Abstract

The main topic of this paper is the current development of logistics in the wake of the fourth industrial revolution and the digitalization of value chain processes as well as logistic activities. Many experts therefore consider a key role of the digitization of logistics in the implementation of Industry 4.0. However, there is agreement that the consequence of the digitization of value chains, the implementation of digital technology (software and hardware) as well as the corresponding innovative business models also causes considerable changes in the work and organizational structures. These changing trends of hybrid services in logistics represent an important subject in the research project "Innovationslabor - Hybride Dienstleistungen in der Logistik" of the TU Dortmund. Initially, the focus of this paper is on logistics as a cross-sector and growth sector in terms of its economic development and employment structure. In addition to the "logistics industry", the paper also analyses the effects of digital transformation on logistical employment. The conceptual basis is the socio-technical approach, which, as an analytical framework, is capable of capturing and analyzing logistical value-chain-systems as interdependent subsystems.

Inhalt

ZUSAMMENFASSUNG	4
1. Einführung: Arbeit und Logistik im digitalen Wandel	6
2. Alles fließt: Logistik als Querschnitts- und Wachstumsbranche.....	8
2.1 Umsatz und Beschäftigung – Eckdaten der Logistikbranche	10
2.2 Einfacharbeit und Fachkräftemangel in der Logistik.....	13
3. Hybride Dienstleistungen: Logistik als „bewegende Instanz“ der Industrie 4.0.....	16
4. Reorganisation und Perspektiven von Logistikarbeit	19
5. Adaptiv, ganzheitlich, partizipativ: Konturen eines Leitbildes digitaler Arbeit	25
6. Fazit	30
Literatur	32
Seit 2009 erschienene soziologische Arbeitspapiere.....	44

1. Einführung: Arbeit und Logistik im digitalen Wandel

Unter den Stichworten Digitalisierung und Industrie 4.0 werden gegenwärtig grundlegend neue Modelle von smarter industrieller Produktion und unternehmensnaher Dienstleistung diskutiert. Die Industrie-4.0-Debatte hat in den vergangenen Jahren eine nahezu unüberschaubare Flut von Publikationen, Präsentationen, Messen und Konferenzen produziert; eine Vielzahl an Forschungsinitiativen und -programmen richten sich auf verschiedene Aspekte der Thematik wie Technologieentwicklung, Geschäftsmodelle, Datensicherheit oder Zukunft der Arbeit. Die Debatte ist eingebettet in grundsätzliche Diskurse zur Digitalisierung ökonomischer und sozialer Prozesse, die unter den Begriffen „Internet der Dinge“ oder „cyber-physische Systeme (CPS)“ auf neue Vernetzungen von digitaler und realer Welt in Anwendungsbereichen wie Wohnen, Gesundheit, Erziehung, Verkehr oder Produktion abzielen. Wenngleich der „Hype“ um Industrie 4.0 in verschiedenen Positionen kritisch betrachtet wird und sich zahlreiche disruptive Prognosen bislang als wenig begründet erwiesen, scheint doch unbestritten, dass die Digitalisierung tiefgreifende Veränderungen in den industriellen Wertschöpfungsprozessen (Produktion, Logistik, Geschäftsmodelle, Organisation, Arbeit etc.) auslösen kann.

In diesem Kontext sind Vernetzung und horizontale Integration Schlüsselbegriffe der Industrie 4.0-Debatte und zielen auf weitgehend autonome und selbstorganisierte Prozessabläufe über betriebliche Grenzen hinweg. Durch die Nutzung intelligenter Technologien und Assistenzsysteme sowie neuen Kooperationsformen aus den sozialen Netzwerken sollen Interaktionskontexte entstehen, die Menschen, Waren, Objekte, Services und Technologien zu smarten Produktionssystemen verbinden. Eine zentrale Rolle in der digitalen Wirtschaft wird der Branche der Logistik zugeschrieben. In der Logistik wird die Entwicklung „hybrider Dienstleistungen“ forciert, die neue Hardware- und Softwarelösungen verknüpfen und mit innovativen Geschäftsmodellen kombinieren. Bei der Entwicklung hybrider Dienstleistungen kommt nicht nur technologischen Innovationen eine wesentliche Bedeutung zu. Es ergeben sich darüber hinaus arbeits- und organisationsbezogene Herausforderungen, die die Rolle des Menschen in der Logistik und seiner Interaktion mit der Technik verändert: Im Kontext dieser Entwicklung soll sich die Interaktion von Mensch und Maschine der

Kommunikation zwischen menschlichen Akteuren immer stärker annähern. So gilt es bereits heute als technologisch möglich, Maschinen mit Sprachbefehlen oder Gesten zu steuern (bspw. pick-by-vision oder autonome Flurförderzeuge). Zukünftig sollen Mitarbeiter¹ in der Logistik jedoch nicht nur mit Robotern, sondern auch mit einfachen cyber-physischen Systemen wie (intelligenten) Regalen, Containern oder fahrerlosen Fahrzeugen wie Flurförderfahrzeugen oder industriellen Drohnen interagieren. Dieser technologische Entwicklungsschub würde offensichtlich zahlreiche Konsequenzen nach sich ziehen: Er wirft Fragen nach neuen Mustern der Arbeitsorganisation, nach technologischer und menschlicher Kontrolle, nach der Verteilung von menschlicher und maschineller Verantwortung und nach der Datenerfassung und -nutzung in Arbeits- und Leistungserstellungsprozessen in der Logistik auf.

Der vorliegende Beitrag richtet sich auf die Entwicklungsperspektiven von Logistikarbeit in ihren vielfältigen Facetten und Erscheinungsformen, die sich aus einer fortschreitenden Digitalisierung ergeben (können). Er greift zunächst die schwierige Konturierung einer Querschnittsbranche auf, die quer zu traditionellen Wirtschaftszweigsystematiken definiert wird. Anschließend werden Entwicklungstrends der Digitalisierung und die aktuelle Debatte zur "Logistik 4.0" kritisch reflektiert. Daran anknüpfend werden die zahlreichen, mitunter widersprüchlichen Trendbestimmungen zum Wandel der Logistikarbeit in unterschiedlichen Szenarien vorgestellt. Abschließend werden einige zentrale Herausforderungen bei der Gestaltung guter Arbeit unter den Bedingungen der Digitalisierung in der Logistik benannt.

¹ Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird die männliche Sprachform verwendet. Diese ist im Sinne der sprachlichen Vereinfachung als geschlechtsneutral zu verstehen.

2. Alles fließt: Logistik als Querschnitts- und Wachstumsbranche

Der Begriff der Logistik ist mehrdeutig. Logistik kann als Wissenschaftsdisziplin, Aktivität oder Branche betrachtet werden: Als anwendungsorientierte *Wissenschaftsdisziplin* analysiert und modelliert die Logistik „arbeitsteilige Wirtschaftssysteme als Flüsse von Objekten (v.a. Güter und Personen) in Netzwerken durch Zeit und Raum und liefert Handlungsempfehlungen zu ihrer Gestaltung und Implementierung“ (Delfmann et al. 2011, S. 2). Das wissenschaftliche Erkenntnisinteresse richtet sich dabei auf die Organisation und Steuerung der Netzwerke und Materialflüsse.

Als *Aktivität* umfasst Logistik „die Aktivitäten des Transportierens („Transfer“ von Objekten im Raum), des Umordnens, Umschlages, der Kommissionierung („Veränderung der Ordnungen von Objekten“) und des Lagerns („Transfer von Objekten in der Zeit“) von Gütern und Materialien in der gesamten Wirtschaft in Industrie, Handel und Dienstleistungsbereich: TUL-Logistik. [...]“ (Schwemmer 2016, S. 35). Logistik wird in dieser Lesart als ein Bündel von Tätigkeiten der Planung, Durchführung und Kontrolle von Material- und Informationsflüssen innerhalb und zwischen Unternehmen betrachtet (Baumgarten 2004, S. 2). Sie umfasst demnach nicht nur die rein operativen Funktionen, sondern ebenso planende und administrative Tätigkeiten, die für das Supply Chain Management inner- und zwischenbetrieblich erforderlich sind (vgl. auch Kübler et al. 2015, S. 12). Das Repertoire logistischer Aktivitäten kann insofern in unterschiedliche Teilsegmente gegliedert werden. In einer betrieblichen Perspektive lassen sie sich entlang des Produktions- oder Wertschöpfungsprozesses (vgl. Baumgarten 2000, S. 3) benennen: Hierzu zählen Beschaffungs-, Produktions-, Distributions-, Entsorgungs- und Verkehrslogistik. Diese Ausprägungen der Intralogistik fokussieren insbesondere auf die „Organisation, Durchführung und Optimierung innerbetrieblicher Materialflüsse in Unternehmen der Industrie, des Handels und in öffentlichen Einrichtungen.“ (ten Hompel et al. 2011). Davon zu unterscheiden ist der Warentransport außerhalb des Unternehmens bzw. zwischen Unternehmen und Kunden, der über Speditionen abgewickelt wird.

Als *Branche* ist die Logistik mit den gängigen Wirtschaftszweigsystematiken nur bedingt kompatibel und anhand von üblichen Branchenmerkmalen nur unzureichend charakterisiert (vgl. u.a.:

Buck/Wrobel 2015; Schwemmer 2016; Kübler et al. 2015). Logistik wird als ein produktionsnahes Wirtschaftssegment und als ein „Bindeglied globaler Wertschöpfungsketten“ (Pfeiffer 2016, S. 198) beschrieben. In der gängigen Klassifikation der Wirtschaftszweige des Statistischen Bundesamtes (WZ08) umfasst der „Abschnitt H – Verkehr und Lagerei“ zahlreiche Logistikdienstleistungen. Jedoch enthält dieser Abschnitt zum einen viele wirtschaftliche Aktivitäten, die nicht der Logistik im o.g. Sinne zuzuordnen sind (z.B. Tätigkeiten wie Betrieb von Bahnhöfen, Häfen und Flughäfen, Parkplätzen und Parkhäusern sowie Vermietung von Fahrzeugen mit Fahrer oder Bedienungspersonal), zum anderen weisen auch andere Wirtschaftszweige mitunter bedeutende Anteile an logistischen Tätigkeiten im Sinne der o.g. TUL-Aktivitäten auf. Logistikdienstleistungen werden zum einen innerhalb eines Industrie-, Handels- oder Dienstleistungsunternehmens (insourced) erbracht und zum anderen als (dauerhafte) Dienstleistung von externen Sach- und Dienstleistern (u.a. Transport- und Verkehrsunternehmen, Kontraktlogistikdienstleister) übernommen (outsourced). Die Logistik ist im Gegensatz z.B. zum Maschinenbau oder zur Gesundheitswirtschaft als branchen- und unternehmensübergreifendes Wirtschaftssegment charakterisiert, das sich über „Querschnittsfunktionen“ definiert (Kübler et al. 2015, S. 12ff.; Lasch 2012, S. 12; BVL 2008, S. 4).

Eine besondere Bedeutung kann der Kontraktlogistik zugeschrieben werden (vgl. dazu insbesondere Buck/Wrobel 2015, S. 8ff.). Der Begriff bezeichnet die Übernahme von logistischen Dienstleistungen durch Speditionen oder andere Logistikdienstleister, die durch Verträge bzw. Kontrakte für eine gewisse Laufzeit geregelt ist. Vorliegenden Berechnungen zufolge erzielte die Kontraktlogistik mit ca. 90 Mrd. Euro im Jahr 2013 rund 40 Prozent des Gesamtumsatzes der Logistikbranche (ebd., S. 9). Davon entfielen rund 65 Mrd. Euro auf den Bereich der industriellen Kontraktlogistik. Im Zeitraum von 2011 bis 2013 ist das Marktvolumen der „insourced“ Dienstleistungen von 75 Prozent auf knapp 50 Prozent gesunken (Kille/Schwemmer 2012, S. 53 und Kille/Schwemmer 2014/2015, S. 60) und es ist der Anteil der fremdvergebenen Logistikdienstleistungen erheblich angestiegen. Im gleichen Zeitraum ist das Marktvolumen der Dienstleistungen, die an industrielle Kontraktlogistikdienstleister vergeben werden, von 25 Prozent auf 50 Prozent gestiegen. Vorliegenden Schätzungen zufolge können der Kontraktlogistik rund 550.000 Beschäftigte zugerechnet

werden. Jeweils die Hälfte davon sind bei Logistikdienstleistern sowie in Industrie und Handel tätig. Das Beschäftigungsfeld ist von einer hohen Dynamik geprägt, so dass Aufträge aus Industrie und Handel zunehmend an die spezialisierten Dienstleister vergeben werden.

Dienstleistungen der Kontraktlogistik werden insbesondere von der Lebensmittelindustrie (22%) und der Automobilindustrie (19%) nachgefragt (Buck/ Wrobel 2015, S.15). Kontraktlogistikdienstleister übernehmen hierbei zunehmend Tätigkeiten, die sich auf den Produktionsprozess richten und über logistische Dienstleistungen hinausgehen: So werden z.B. in der Automobilproduktion die benötigten Teile von den Logistikdienstleistern nicht nur angeliefert, sondern auch montiert. Das Identifizieren von produktionsbezogenen Tätigkeiten, die zusammen mit den logistischen Dienstleistungen als Leistungsbündel erbracht werden, zählt zum Kerngeschäft der Kontraktlogistiker. Zu diesen Leistungsbündeln zählt auch der reibungslose Ablauf bzw. die ständige Verfügbarkeit und pünktliche Bereitstellung der fehlerfrei konfektionierten und „just-in-sequence“ gelieferten Montageteile in den Produktionsprozess des Automobilherstellers.

2.1 Umsatz und Beschäftigung – Eckdaten der Logistikbranche

Die weitgehende Unbestimmtheit der Logistik als Branche erschwert die Identifizierung und Darstellung von Eckdaten der wirtschaftlichen Entwicklung und des Beschäftigungsvolumens erheblich. Dennoch ist ein genereller Überblick erforderlich, um den Stellenwert und die Entwicklung der Logistik in Deutschland einordnen zu können. Die meisten der vorliegenden Analysen von Umsatz- und Beschäftigtendaten bedienen sich Hilfskonstruktionen, um die Konturen der Querschnittsbranche nachzuzeichnen. Der Selbstdarstellung des Bundesverbandes Logistik (BVL 2017, Online) zufolge zählt die Logistik – branchenübergreifend – zu den führenden Wirtschaftsbereichen in Deutschland. Die Zahl der Unternehmen, die logistische Dienstleistungen ausführen, wird auf ca. 60.000 Unternehmen beziffert (ebd.). Mit Logistikdienstleistungen wurde im Jahre 2017 branchenübergreifend ein Umsatz von 263 Milliarden Euro erwirtschaftet, der Gesamtumsatz ist in den letzten Jahren stetig angestiegen (vgl. Tabelle 1). Die Logistik kann demnach als Wachstumsbranche bezeichnet werden. Rund die Hälfte der logistischen Aktivitäten besteht in der Bewegung von Gü-

tern durch Dienstleister; die andere Hälfte entfällt auf die Planung, Steuerung und Umsetzung von Logistik innerhalb von Unternehmen.

Tabelle 1: Umsatzentwicklung in der Logistik, 2013–2016

	2013	2014	2015	2016	2017
Umsatz	241 Mrd. €	246 Mrd. €	253 Mrd. €	258 Mrd. €	263 Mrd. €

Quelle: eigene Darstellung; Daten (u.a.) aus BVL 2017: <https://www.bvl.de/service/zahlen-daten-fakten/umsatz-und-beschaeftigung>²

Zur Beschäftigungssituation in der Logistik liegen ebenfalls kaum verlässliche Daten vor. Aktuelle Zahlen fußen auf Berechnungen, die auf kombinierten Datensätzen basieren. So wird für 2016 eine Gesamtzahl von rund drei Mio. Beschäftigten, die sich aus direkten und indirekten Logistikbeschäftigten³ zusammensetzen, errechnet (Schwemmer 2016, S. 47ff.; Kübler et al. 2015, S. 42; Pieringer 2015). Gegenüber 2013 bedeutet das einen Anstieg um ca. sieben Prozent (vgl. Tabelle 2). Nach den Daten von Kübler et al. (2015, S. 10) sind rund die Hälfte (53%) der Beschäftigten in Lager- und Umschlagberufen tätig, rund ein Viertel in Transport- und Zustellberufen (26%) und 21 Prozent in kaufmännischen und Verwaltungsberufen.

² Basis der Tabelle 1 sind die Berechnungen von Kille/Schwemmer (2014/2015) und Schwemmer (2016); aufgrund von Änderungen in der Schätzmethode sind die Umsatzangaben nur begrenzt vergleichbar.

³ Indirekte Logistikbeschäftigte sind nach Schwemmer (2016, S. 52) bspw.: Unternehmer, Wirtschaftsprüfer, Rechnungskaufleute, Bürofach- und Bürohilfskräfte, Unternehmensberater etc.

Tabelle 2: Beschäftigungsentwicklung in der Logistik im Zeitraum 2013–2016

	2013	2014	2015	2016
Sozialversicherungspflichtige Beschäftigte in der Logistik (in Mio.)	2,44	2,48	2,58	2,95

Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus Kübler et al., 2015, S. 42f.; Schwemmer, 2016, S. 52; BVL Pressemitteilungen (2017)

Eigene Berechnungen auf der Basis der Klassifikation der Berufe (KldB) und den Angaben der Beschäftigungsstatistik (Bundesagentur für Arbeit 2017) ergeben für 2016 rund 2,7 Mio. Beschäftigte in der Berufshauptgruppe 51 (Verkehrs- und Logistikberufe)⁴. Diese Daten umfassen sozialversicherungspflichtige und geringfügige Beschäftigung. Die Verkehrs- und Logistikberufe würden demzufolge neben Berufen in der Unternehmensführung/-organisation (5,0 Mio.), Verkaufsberufen (3,0 Mio.) und medizinische Gesundheitsberufen (2,8 Mio.) zu den größten Berufsgruppen in Deutschland zählen. Angesichts der skizzierten Abgrenzungsschwierigkeiten können diese Angaben jedoch allenfalls einer groben Einordnung dienen. Ein genauerer Blick auf die Berufsklassifikation (3- und 4-Steller-Ebene) zeigt, dass die Berufe in der Lagerwirtschaft (BUG 5131) eine Kerngruppe unter den Verkehrs- und Logistikberufen darstellen. Mit rund 1,6 Mio. Beschäftigten (ca. 1,3 Mio. sozialversicherungspflichtige und 308.000 geringfügige Beschäftigte) umfassen diese Berufe über 60 Prozent aller Beschäftigten der Berufshauptgruppe (vgl. Tabelle 3). Andere Berufsgruppen wie Technischer Betrieb, Überwachung und Wartung oder Kaufleute in Verkehr und Logistik haben in quantitativer Hinsicht eine erhebliche geringere Bedeutung.

⁴ Weitere 1,4 Mio. Beschäftigte, denen logistische Tätigkeiten zugeordnet werden können, sind in der Berufshauptgruppe 52 (Führer/innen von Fahrzeug- und Transportgeräten) (Bundesagentur für Arbeit 2017).

Tabelle 3: Beschäftigte* in Verkehrs- und Logistikberufen (BHG 51) 2016 (in Tsd.) nach Berufsgruppen

Berufsgruppe	2016
Technischer Betrieb Eisenbahn, Luft, Schiffsverkehr (511)	23,1
Überwachung, Wartung, Verkehrsinfrastruktur (512)	39,2
Lagerwirtschaft, Post, Zustellung, Güterumschlag (513)	2.296
<i>dar.: Berufe in der Lagerwirtschaft (5131)</i>	<i>1.640</i>
Servicekräfte im Personenverkehr (514)	62,6
Überwachung und Steuerung des Verkehrsbetriebs (515)	55,5
Kaufleute - Verkehr und Logistik (516)	197,1
Gesamt	2.674

Quelle: eigene Berechnung nach KldB und Bundesagentur für Arbeit (2017); *sozialversicherungspflichtige und geringfügige Beschäftigte, gerundete Werte

2.2 Einfacharbeit und Fachkräftemangel in der Logistik

Die Branche der Logistik gilt als Domäne so genannter „Einfacharbeiten“ (Abel et al. 2015, Hirsch-Kreinsen 2017) und weist einen hohen Anteil von Un- und Angelerntentätigkeiten auf. Einfacharbeit kann als Tätigkeit bezeichnet werden, die keine einschlägige Berufsausbildung verlangt und nach kurzen Qualifizierungs- oder Einarbeitungsprozessen ausgeführt werden kann. Einfacharbeiten finden sich in vielen Bereichen der Logistik, u.a. als Lieferantendienste, innerbetriebliche Transportarbeiten, Kommissionierung, Verpackungsarbeiten und Entsorgungsdienste (vgl. auch Dregger et al. 2017). Dieses Tätigkeitssegment ist in der Logistik ein wichtiges Einsatzfeld für geringqualifizierte Beschäftigte; in der gesamten Branche ist fast ein Drittel der Beschäftigten ohne Berufsabschluss. Mit rund 1,6 Mio. Erwerbstätigen (2016) in „Helferberufen“ (KldB) stellen die Verkehrs- und Logistikberufe (noch vor den Reinigungsberufen) das größte Beschäftigungsfeld für Geringqualifizierte in Deutschland dar (vgl. Tabelle 3). In der Lagerwirtschaft sind fast drei Viertel aller Beschäftigten (72,3%) in Helferberufen tätig.

In enger Verbindung mit dem hohen Anteil an Einfacharbeitern im Bereich der Logistik stehen auch überdurchschnittlich hohe Anteile an Leiharbeitnehmern: Aktuellen Daten der Bundesagentur für Arbeit (2017a) zufolge waren Ende 2016 im Segment der Berufe in der Lagerwirtschaft u.ä. rund 241.000 Personen und somit fast ein Viertel aller Leiharbeitnehmer insgesamt beschäftigt (vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4: Leiharbeitnehmer nach den zentralen Tätigkeitsfeldern 2016 (nach Berufsgruppen)

	In Tsd.	In %
1. Lagerwirtschaft, Post, Zustellung, Güterumschlag (513)	241,2	24,3
<i>dar. Berufe in der Lagerwirtschaft (5131)</i>	<i>237,7</i>	<i>23,9</i>
2. Metallbearbeitung (242)	101,7	10,2
3. Maschinenbau- und Betriebstechnik (251)	59,8	6,0
4. Büro und Sekretariat (714)	40,5	4,1
5. Metallbau und Schweißtechnik (244)	36,1	3,6
6. Kunststoff- u. Kautschukherstellung/-verarbeitung (221)	31,9	3,2
7. Gastronomie (633)	25,2	2,5
Sonstige	456,4	46,0
Gesamt	992,8	100

Quelle: eigene Berechnung nach KdIB (2010) und Bundesagentur für Arbeit (2017a): Leiharbeitnehmer und Verleihbetriebe (Monatszahlen und Jahreszahlen), 31.12.2016, Nürnberg

Darüber hinaus spielen auch qualifizierte Facharbeiten in der Logistik eine wichtige Rolle: Typische Berufsbilder sind Fachkraft für Lagerlogistik, Logistikkaufleute, Disponenten, Hafenfacharbeiter, Berufskraftfahrer sowie zahlreiche höherqualifizierte Berufe der Logistik. Jedoch ist die Branche seit einigen Jahren durch einen Fachkräftemangel gekennzeichnet, der sich u.a. im Segment der Transportlogistik abzeichnet (Kübler et al. 2015, S. 64f.). Nach einer Umfrage des BVL (2017) unter Logistikunternehmen sehen 93 Prozent der Befragten einen mitunter deutlichen Fachkräfte-

mangel. Aufgrund des Fehlens qualifizierter Bewerber bleiben viele Ausbildungsstellen unbesetzt: 38 Prozent der Logistikunternehmen gaben darin an, ausgeschriebene Ausbildungsplätze nicht besetzen zu können. Darüber hinaus beklagen 80 Prozent der Logistikdienstleister einen Rückgang an adäquaten Bewerbern. Den befragten Logistikunternehmen zufolge fehlen insbesondere Fahrer und Zusteller, IT-Fachkräfte, Disponenten sowie qualifiziertes Lagerpersonal (ebd., S. 1ff.). Der Anteil von hochqualifizierten Beschäftigten in der Logistik (z.B. Logistikplaner im Industrial Engineering) ist in den letzten Jahren angewachsen, fällt jedoch verglichen mit der Gesamtbeschäftigung sehr gering aus (Kübler et al. 2015, S. 63f.).

Mit dem Trend des Fachkräftemangels in der Logistik eng verbunden ist der Trend des demographischen Wandels und der zunehmenden Alterung der Belegschaft.⁵ Schätzungen zufolge sind rund die Hälfte (48%) der Beschäftigten in der Logistik 45 Jahre und älter. Kübler et al. (2015, S. 61f.) gehen in ihrer Analyse von einer Zuspitzung des Fachkräftemangels aus, der auf die Überalterung in der Erwerbsgesellschaft zurückzuführen ist. Einem geringen Anteil von acht Prozent der Logistikbeschäftigten, die unter 25 Jahren alt sind, stehen 34 Prozent an über 50-jährigen Beschäftigten gegenüber. Die 25 – 50 Jahre alten Beschäftigten machen einen Anteil von knapp 60 Prozent an der gesamten Logistikbeschäftigung aus. Diese Entwicklung forciert zum einen die Bestrebungen, Arbeitsplätze mit geringqualifizierten Beschäftigten zu besetzen, zum anderen die Suche der Betriebe nach alternativen (Automatisierungs-)Lösungen und autonomen Systemen im Zuge der Digitalisierung.

⁵ Deutliche Hinweise auf den Trend einer zunehmenden Alterung in der Erwerbstätigenstruktur liefern auch die Daten des Mikrozensus' (2016, S. 83ff.).

3. Hybride Dienstleistungen: Logistik als „bewegende Instanz“ der Industrie 4.0

Das Schlagwort Industrie 4.0 steht in seiner weiten Verwendung für eine technologieinduzierte und -zentrierte Vision zukünftiger Automatisierung und Vernetzung industrieller Produktionssysteme. Durch eine hochflexible Verknüpfung und Synchronisierung der durch das Internet vernetzten Datenebene mit realen Fabrikabläufen sollen sich grundlegend neue Potenziale für die Planung, die Steuerung und die Organisation von Produktions- und Wertschöpfungsprozessen eröffnen (Kagermann et al. 2011; Forschungsunion/acatech 2013; Reinhart et al. 2013; BMWi 2015; Schlund et al. 2014). Der Stellenwert der Industrie 4.0 als Produktionswelt von morgen ist derzeit jedoch noch nicht absehbar. Nicht zuletzt die Unternehmen aus dem klein- und mittelbetrieblichen Segment verweisen auf erhebliche Umsetzungsbarrieren cyber-physischer Systeme und zukünftige Probleme in der Vernetzung von Mensch, Technik und Organisation (FIR 2013). So ist gegenwärtig offen, inwieweit sich die Produktion in Richtung digitaler „Informationsfabriken“ (Stark et al. 2015) verändern und Wandlungsprozesse bisheriger Produktionsstrukturen anstoßen wird.

In großer Übereinstimmung wird in der laufenden Debatte auf die Logistik als eine der zentralen Anwendungsdomänen und Schlüsselbranchen der Industrie 4.0 verwiesen. So wird die Logistik als die „bewegende Instanz der vierten industriellen Revolution“ charakterisiert (BVL 2016, S. 5; vgl. auch ten Hompel 2015; Pfeiffer 2016; Dregger et al. 2017). Die Neugestaltung digitaler Wertschöpfungsketten, die „smarte“ Optimierung von Produktion, produktionsnahen Diensten und Vertrieb sowie die zunehmende Individualisierung von Produkten führten zur erheblichen Aufwertung der verbundenen Funktionen logistischer Dienstleistungen (Dregger et al. 2017, S. 11). Die Digitalisierung in der Logistik äußere sich in der erfolgreichen Anwendung von zentralen Schlüsseltechnologien: Hierzu zählen u.a. automatisiertes Fahren, Sensorik, Prozessautomation, digitale Assistenzsysteme, Augmented Reality und (autonome) Transportroboter (ebd., S. 18ff.). Heutger et al. (2014) sehen zentrale Herausforderungen der Digitalisierung in der Lagerwirtschaft, etwa in der Kommissionierung mit Datenbrillen als „pick-by-vision“, der zwischenbetrieblichen Logistik, Linienverkehr und Transport sowie der „last-mile delivery“. Das Spektrum der technischen Umsetzungs-

möglichkeiten bei der Erbringung von Dienstleistungen in der Logistik ist sehr vielfältig (Tüllmann et al. 2017, S. 1). Autonom fahrende Fahrzeuge, „pickende“ Roboter, die an Lagerregalen klettern und hybride Drohnen, die sowohl rollen als auch fliegen können und so die Inventur übernehmen, gehören demnach in der Logistik 4.0 bereits zum Alltag und sind nur eine Auswahl für anwendungsfähige 4.0-Technologien.

Eng damit verbunden sind neue Geschäftsmodelle und Netzwerkorganisationen in der Logistik 4.0. So soll sich das Leistungsportfolio von Unternehmen auf vielen Ebenen grundlegend verändern, und es entstehen neue Geschäftsmodelle, neue Produkte, neue Märkte und eine neue Form der Wertschöpfung. Unternehmen der Logistik werden zu umfassenden Lösungsanbietern, basierend auf einer intelligenten Verknüpfung von Hardware- und Softwarekomponenten mit neuen Geschäftsmodellen. Wirtschaftliche Ziele der neuen Geschäftsmodelle sind eine höhere Ressourceneffizienz, flexiblere Logistikprozesse, höhere Kundenbindung und eine größere Transparenz, die allerdings auch Fragen der Datennutzung und -sicherheit aufwirft. Im Zentrum stehen so genannte hybride Dienstleistungen:

Diese „bezeichnen Leistungsbündel aus einem Produkt und ergänzenden Mehrwertdienstleistungen, ermöglicht durch das Zusammenspiel von innovativer Technik und neuartiger Software. Die Ergänzung durch ein geeignetes Geschäftsmodell komplettiert die hybride Dienstleistung und stellt eine konsequente Orientierung an den (zukünftigen) Bedarfen der Kunden sicher. Die damit einhergehenden Veränderungen bedürfen häufig einer Reorganisation der betrieblichen Leistungserstellungsprozesse und stellen erhöhte Handlungsanforderungen an alle beteiligten Personen und Organisationen im Wertschöpfungsnetzwerk.“ (Tüllmann et al. 2017, S. 5)

So werden z.B. im Fall eines Unternehmens der Hebe- und Fördertechnik die Geräte mit entsprechender Sensorik und einem Modul ausgestattet. Dieses sendet Daten bzgl. des aktuellen Gerätezustandes, Wartungs- u. Messinformationen an einen Server, um diese auszuwerten und für den zukünftigen Betriebsablauf zu nutzen. Durch den Einsatz des intelligenten Systems können neue Geschäftsmodelle (wie „pay per hour“ oder „pay per use“) umgesetzt werden. In der Folge können

sich die Anforderungen an die Servicemitarbeiter hinsichtlich der Flexibilisierung und Organisation von Arbeit sowie Qualifizierungsmaßnahmen erheblich verändern.

Ausdrucksformen von hybriden Dienstleistungen verbreiten sich auch in der Kontraktlogistik. Sie umfassen weitgreifende Produktionsschritte im Wertschöpfungsprozess, so dass Tätigkeiten, die zur Kernkompetenz der Auftrag gebenden Unternehmen (bspw. Achsvormontage) zählten, immer häufiger von externen Logistikdienstleistern übernommen werden. In diesem Kontext geraten traditionelle Branchenabgrenzungen zunehmend auf den Prüfstand.

Mit solchen digitalen Technologien gehen mitunter große Anforderungen an die zukünftige Zusammenarbeit und Kommunikation von Mensch und Technik einher. Es stellen sich Fragen nach der Reichweite der Kategorien zur Beschreibung des potentiellen Aktivitäts- und Autonomieniveaus von Maschinen, der hybriden Handlungsträgerschaft und der neuen Interaktionsformen zwischen Mensch und Technik hinsichtlich der Entscheidungs-, Handlungs- und Verantwortungszuschreibung (vgl. Rammert 2016, S. 24ff.; vgl. auch Onnasch et al. 2016, S. 3ff.). Die Aufgaben und die Funktionen der Beschäftigten in der Logistik werden somit neu definiert. Hieran schließen zahlreiche Fragen nach der Reichweite der eingesetzten Technologien, nach den Auswirkungen auf die Organisation von Arbeit sowie nach den neuen Qualifikationsanforderungen an (vgl. Hirsch-Kreinsen 2014, S. 13ff.; Ittermann et al. 2016, S. 14ff.; Windelband 2016, S. 16ff.).

4. Reorganisation und Perspektiven von Logistikarbeit

Mit den Herausforderungen und Perspektiven von Logistikarbeit unter den Bedingungen der Digitalisierung haben sich bislang allenfalls vereinzelte Studien aus ingenieurs- und sozialwissenschaftlichen Disziplinen befasst, obwohl generell in den Debatten „eine hohe Betroffenheit durch den Wandel im Zuge von Industrie 4.0 angenommen wird“ (Pfeiffer 2016, S. 212). So haben die konkreten Auswirkungen der neuen Technologien und der Reorganisation betrieblicher Leistungserstellungsprozesse auf die Industrie- und Logistikarbeit in den einschlägigen Positionspapieren, Trendbestimmungen und technologiezentrierten Gestaltungsperspektiven zumeist eine randständige Bedeutung. Umfassende empirische Erhebungen liegen gegenwärtig nicht vor. Zudem zeigt die Durchsicht der derzeit vorliegenden Publikationen und Trendbestimmungen in der Summe ein uneinheitliches Bild. Idealisierenden Zukunftsvisionen von Industrie- und Logistikarbeit stehen eher pessimistische Trendaussagen gegenüber (vgl. auch Kirchner 2016). Einige Bestandsaufnahmen beschreiben positive Effekte der Digitalisierung in der Logistik, indem „der menschlichen Arbeit eine höherwertige Stellung als bisher zugewiesen wird“ (Dregger et al. 2017, S. 14) und neue Beschäftigungsperspektiven im Zuge der Digitalisierung entstehen. Andere Stimmen hingegen warnen vor enormen Substitutionseffekten durch neue Technologien und Automatisierung, die die Bereiche der Logistikarbeit betreffen oder beschreiben Szenarien „unmenschlicher Cyberfabriken“ (vgl. Lars Windelband in: VDI nachrichten 2015, S. 6).

Beschäftigungseffekte: Einige einschlägige und vielfach diskutierte Studien sehen erhebliche Rationalisierungspotentiale im Sinne einer zukünftigen Substitution von menschlicher Arbeit durch Digitalisierung und Computerisierung (u.a. Frey/Osborne 2013; Bowles 2014; Brzeski/Burk 2015; Berger/Frey 2015). Zudem könnten nicht mehr wie in der Vergangenheit kurzfristige Arbeitsplatzverluste langfristig durch neue Beschäftigungsmöglichkeiten kompensiert werden (Brynjolfsson/McAfee 2014). Die Studien betonen dabei, dass insbesondere gering qualifizierte Arbeiten in Produktion und Logistik gefährdet sind. Andere Autoren betrachten die skizzierten Szenarien zur weitreichenden Substitution von Arbeit durch Technik hingegen mit Skepsis (z.B. Autor 2015; Bonin et al. 2015, Pfeiffer/Suphan 2015, Hirsch-Kreinsen 2017). Nach den Ergebnissen einer Fraun-

hofer IAO-Studie (Spath et al. 2013, S. 46f.) geht die überwiegende Mehrheit der Industrieunternehmen davon aus, dass die menschliche Arbeit in der Produktion und Logistik in den nächsten Jahren bedeutsam bleiben wird (u.a. ten Hompel et al. 2016).

Mensch-Technik-Interaktion: Ein weiteres Themenfeld der einschlägigen Studien der Logistik 4.0-Debatte richtet sich auf die Mensch-Technik-Interaktion und insbesondere auf die Funktionszuschreibungen des technischen und personellen Systems (Grote 2015; IML 2017). Im Kern wird auf eine zunehmende Verschränkung und Integration natürlicher und virtueller Realitäten verwiesen, die über traditionelle Konzepte der Mensch-Technik-Interaktion hinausgehen und neue Lösungen erforderlich machen (Botthoff/Hartmann 2015, S. 162). In den Mittelpunkt rückt die Frage, wie die Fähigkeiten und Handlungsspielräume der Systeme gestaltet und „die jeweils als autonom bezeichneten Akteure Mensch und Maschine nutzbringend miteinander interagieren können“ (Trenkle/Furmans 2017, S. 48). In einer eher technikzentrierten Perspektive wird dabei eine weitreichende Automatisierung angestrebt, die zentrale Steuerungsfunktionen dem ‚CPS‘ überträgt. In einer stärker arbeitsorientierten Perspektive steht hingegen die Fachkraft in der Industrie im Zentrum, die das CPS lenkt (vgl. Windelband/Dworschak 2017). Hier hat die Facharbeit die Kontrolle über die digitalisierten Arbeits- und Produktionsabläufe und kann selbstständig auf das Unterstützungsangebot von Assistenzsystemen zurückgreifen. Für die Logistik bedeutet dies: „Der Mensch trifft Entscheidungen, kontrolliert, arbeitet Hand in Hand mit autonomen Robotern und ist, verbunden über seinen Avatar, ein aktives Mitglied jener virtuellen Gemeinschaft, die das Logistiksystem in Bewegung halten.“ (ten Hompel/Henke 2014, S. 616). Eng mit der Frage der Mensch-Technik-Interaktion verbunden, sind die Themen der Qualifizierung und des kontextbasierten Lernens (vgl. Lehmann 2016).

Qualifikationsanforderungen: Mit der weiteren Digitalisierung der industriellen Produktion und der Fokussierung auf wissensintensivere Bereiche werden erhebliche Veränderungen der Tätigkeits- und Qualifikationsanforderungen prognostiziert. Von zentraler Bedeutung sei der Auf- und Ausbau von IT-Kompetenzen und Prozessverantwortung in der Fertigung, Montage und Logistik, aber auch in indirekten Bereichen wie der Arbeitsvorbereitung. So gehen viele Bestandsaufnahmen davon

aus, dass in Folge der Digitalisierung und Informatisierung die Arbeits- und Produktionsprozesse anspruchsvoller, vernetzter und komplexer werden (Spath et al. 2013, S. 123; Dregger et al. 2017). Offen bleibt, ob dieser Prozess alle Beschäftigtengruppen erfasst oder eine Differenzierung zwischen komplexen Tätigkeiten mit hohen Qualifikationsanforderungen einerseits und einfachen Tätigkeiten mit niedrigem Qualifikationsniveau andererseits begünstigt. So kann der Einsatz digitaler Technologien die Automatisierung und Entwertung der Jobs mittlerer Qualifikationsgruppen deutlich forcieren (Kinkel et al. 2008; Düll 2013). Mit Blick auf die Logistik wird auf erhebliche Dequalifizierungsprozesse durch den Technologieeinsatz z.B. durch den Rückgang „eigenständiger Lösungsfindungen“ in der Kommissionierarbeit verwiesen (Maettig et al., 2015). Diese divergierenden Entwicklungsperspektiven von Tätigkeiten und Qualifikationen korrelieren zwangsläufig mit unterschiedlichen Varianten der Arbeitsorganisation.

Arbeitsorganisation: Im Kontext einer weitgehenden Dezentralisierung bisheriger Unternehmensstrukturen und neuen Vernetzungen entlang der Wertschöpfungsketten stellen sich Fragen nach der Gestaltung der Arbeitsorganisation (Forschungsunion/acatech 2013). Die Annahme ist, dass die bisherigen Organisations- und Personaleinsatzstrukturen umgebaut, dezentralisiert und flexibilisiert werden (z.B. Spath et al. 2013; Bauernhansl 2014; BMWi 2015). Der Wandel von Leistungserstellung und Wertschöpfungsstrukturen in Produktion und Logistik hinterfragen die bisherigen Formen überbetrieblicher Arbeitsteilung und des Outsourcings, so dass der internetbasierte Einbezug unternehmensexterner Akteure in die Wertschöpfung an Bedeutung gewinnt (vgl. auch Leimeister/Zogaj 2013; Benner 2014). Die Pole des Spektrums divergierender Entwicklungsperspektiven der Arbeitsorganisation, die in Wissenschaft und Praxis diskutiert werden, können idealtypisch als „Upgrading“ und „Polarisierung“ bezeichnet werden (vgl. Hirsch-Kreinsen/Ittermann 2017). Ein generelles Upgrading basiert auf der Annahme, dass in Folge der Digitalisierung von Produktion und Logistik die Arbeitsprozesse anspruchsvoller und komplexer werden. Der Kern der Polarisierungsthese hingegen ist, dass sich eine Schere zwischen komplexen Tätigkeiten mit hohen Qualifikationsanforderungen einerseits und einfachen Tätigkeiten mit niedrigem Qualifikationsniveau andererseits öffnet, der sich auch in der Arbeitsorganisation widerspiegelt. Mittlere Qualifikations-

gruppen verlieren in dieser Perspektive an Bedeutung, da durch den Einsatz digitaler Technologien eine Automatisierung und Entwertung der Jobs mittlerer Qualifikationsgruppen Platz greifen werde (Kinkel et al. 2008; Düll 2013).

Einfacharbeit: Ein besonderes Augenmerk richtet sich auf Entwicklungsperspektiven von Einfacharbeit in der Logistik. Die oben angeführten Daten zeigen, dass in vielen Logistikbereichen die Anteile der un- und angelernten Beschäftigten besonders hoch sind. Hier werden zum einen erhebliche Substitutionsrisiken durch Digitalisierung konstatiert. Umfassende Arbeitsplatzverluste können vor allem im Segment geringqualifizierter und standardisierter Tätigkeiten in der Logistik (Kommissionier- und Lagerarbeiten, Transport etc.) anfallen. Zum anderen können die smarten Produktionssysteme der Industrie 4.0 durchaus Perspektiven für industrielle Einfacharbeit in Produktion und Logistik bieten (vgl. Lehmann 2016). Durch Automatisierung von gefährlichen und ergonomisch belastenden Tätigkeiten, Upgrading von unterkomplexen Aufgaben, Stabilisierung von erforderlichen industriellen „Einfacharbeitsnischen“ und das Kreieren von neuen Einfachtätigkeiten werden die Konturen dieses Beschäftigungssegments insgesamt neu gezogen. Dies schließt auch die Förderung geringqualifizierter Tätigkeiten ein, wenn etwa der Einsatz von Assistenzsystemen oder Tablets in der Lagerwirtschaft zu schnell erlernbaren Tätigkeiten und qualifikatorischen Aufwertungen führt oder altersgerechte bzw. inklusive Arbeitsplätze entstehen (z.B. Niehaus 2017; Neumann 2015).

Die kurze Bilanzierung zeigt, dass unterschiedliche Entwicklungsperspektiven der Arbeit in Produktion und Logistik unter den Bedingungen der Digitalisierung möglich sind. Welche dieser Perspektiven zukünftig Realität werden, ist derzeit noch nicht absehbar. In hochgradig zugespitzter Form können die skizzierten Trendaussagen zu unterschiedlichen Entwicklungsszenarien des möglichen Entwicklungsverlaufes von Industrie- und Logistikarbeit verdichtet werden (Ittermann/Niehaus 2017): Das Szenario *Substitution der Arbeit* geht davon aus, dass mit digitalen Technologien dauerhaft erhebliche Freisetzungspotenziale verbunden sind. Diesem Szenario zu Folge kommt es zu einer massiven Ersetzung von Arbeiten in der Logistik durch autonome Systeme in den Bereichen Lagerhaltung, Kommissionierung und Transport. In dem Szenario *Upgrading von Arbeit* steigen die

Anforderungen an ein arbeitsplatzübergreifendes Verständnis von Arbeitsprozessen und es profitieren alle Beschäftigtengruppen von der Automatisierung bzw. Digitalisierung der Arbeit. In der Logistik findet eine weitreichende Aufwertung von Arbeit statt, die durch Vernetzung von Komponenten sowie den komplementären Einsatz der Assistenzsysteme vielfältiger wird. Im Szenario *Polarisierung von Arbeit* sind vor allem Tätigkeiten mittleren Qualifikationsniveaus durch Substitution bedroht. Auf einer oberen dispositiven Ebene arbeiten ebenso viele hochqualifizierte Experten (Ingenieure und Facharbeiter mit Zusatzqualifikation, Supply Chain Manager etc.) wie auf der unteren ausführenden Ebene angelernte Fachkräfte in der Logistik. Letztlich verweist das Szenario *Entgrenzung von Arbeit* auf die sukzessive Auflösung traditioneller Grenzziehungen im Hinblick auf Arbeitsorganisation und Personaleinsatz, die mit zunehmender Dezentralisierung und Flexibilisierung von Arbeit verbunden sind. Das Arbeitsverhältnis in der Logistik wird zunehmend – wie auch der hohe Anteil der Leiharbeit in der Logistik zeigt – zum temporären Arbeitseinsatz entlang der Wertschöpfungsketten und der Transport- und Lieferantendienstleistungen.

Bei der Skizzierung der Szenarien handelt es sich um eine zugespitzte, idealtypische Darstellung. Die Szenarien werfen Fragen nach Plausibilitäten, Eintrittswahrscheinlichkeiten und ihren Konsequenzen auf (vgl. auch Krzywdzinski 2016). In der (betrieblichen) Realität stellen sich die Herausforderungen der ‚digitalen‘ Produktions- und Arbeitsgestaltung in höchst unterschiedlicher Weise. Technologieintensitäten, Betriebsgrößen, Spezifika von Dienstleistungen, Branchenzugehörigkeiten, Konkurrenzsituationen oder besondere Kundenanforderungen sind wichtige Einflussgrößen für den konkreten Stellenwert von Logistik 4.0 und digitaler Arbeit. So unterscheiden sich z.B. die Anforderungen und Tätigkeitseinhalte in den einzelnen Feldern der Logistik mitunter erheblich oder es bestehen verschiedene Handlungsoptionen zwischen klein- und mittelbetrieblich strukturierten Bereichen und den Großunternehmen der Transport- und Logistikbranche. Insbesondere für KMU ergeben sich hohe Anforderungen an finanzielle und personelle Ressourcen sowie Erfordernisse technologischer und organisatorischer Kompetenzen (vgl. Icks et al. 2017; Abel/Wagner 2017).

Somit lassen sich mit Blick auf die vorgestellten Szenarien in der Realität je nach Anforderungen der Betriebe und Wertschöpfungsprozesse zahlreiche ‚Hybridformen‘ erwarten, die letztlich auch

für eine ungleichzeitige Diffusion von Digitalisierungsprozessen in der Logistik und mehr noch in ihren einzelnen Subbranchen stehen. Allein dieser Umstand spricht gegen eindeutige soziale Folgen und Konsequenzen für die Logistikarbeit. Vielmehr stellen die jeweiligen Systemkontexte konkrete Anforderungen an situationsspezifisches Handeln, das sich an einem Leitbild guter digitaler Arbeit orientiert.

5. Adaptiv, ganzheitlich, partizipativ: Konturen eines Leitbildes digitaler Arbeit

Die vorstehenden Ausführungen zeigen, dass die Realisation einer „humanorientierten Logistikarbeit“ (Dregger et al. 2017, S. 34) unter den Bedingungen einer fortschreitenden Digitalisierung kein Selbstläufer ist. Vielmehr erfordern sie einen humanzentrierten Gestaltungsansatz und eine strategische Wahl zwischen den verschiedenen Entwicklungspfaden von Logistikarbeit. Eine solche Perspektive beansprucht z.B. das Zukunftsbild der „Social Networked Industry“ (ten Hompel et al. 2016; Tüllmann et al. 2017). In diesem Bild soll der Mensch in das Zentrum von Produktion und Logistik gerückt werden. In industriell ausgerichteten Formen sozialer Netzwerke kooperieren Menschen und cyberphysische Systeme miteinander und vernetzen sich und Unternehmen auf der horizontalen Ebene. Soziale Ziele werden mit der „sozialverträglichen Gestaltung und Organisation digitalisierter Arbeit und durch neue Arbeits- und Lebensmodelle“ (Tüllmann et al. 2017, S. 2) verfolgt. Zudem sollen neuartige Arbeitssysteme u.a. leistungsgeminderte Beschäftigte von belastenden Tätigkeiten entlasten und dafür sorgen, „dass sie qualifizierte Arbeiten übernehmen bzw. dass Tätigkeitseinschränkungen berücksichtigt werden können“ (ebd., S. 4).

Die Umsetzung eines solchen Leitbildes digitaler Arbeit ist indes voraussetzungsvoll. Einen prominenten Stellenwert in der Industrie 4.0-Debatte hat der Ansatz des sozio-technischen Systems (Trist/Bamforth 1951; Sydow 1985; Ittermann et al. 2016), der gleichermaßen technologische, organisatorische und arbeitsbezogene Faktoren der Systemgestaltung in den Blick nimmt und diese in einen gesellschaftlichen Kontext einbettet. Zu den wesentlichen Grundprinzipien des Ansatzes zählten Trist und Bamforth (1951) verantwortliche Autonomie der Arbeitsteams, Anpassungsfähigkeit und Flexibilität, ganzheitliche Aufgabenzuschnitte sowie die Bedeutsamkeit der Tätigkeiten. In dieser Perspektive kann ‚Logistik 4.0‘ als sozio-technisches System, aus interdependenten technologischen, organisatorischen und personellen Teilsystemen begriffen werden. Die zentralen Gestaltungsräume sind weniger die Funktionsweisen der einzelnen Teilsysteme, sondern konkret geht es um die Auslegung der funktionalen Beziehungen bzw. der Schnittstellen zwischen technischem, menschlichem und organisationalem System (Hirsch-Kreinsen et al. 2016). Für deren konkrete

Ausgestaltung spielen neben funktionalen und ökonomischen Erfordernissen vor allem die normativen Vorgaben über humanorientierte Arbeit sowie divergierende soziale und arbeitspolitische Interessenlagen eine wichtige Rolle. Davon ausgehend können als Gestaltungsherausforderungen die folgenden Leitkriterien guter digitaler Arbeit benannt werden, die auch auf die Logistik sowie auf logistische Wertschöpfungsketten übertragbar sind (vgl. Hirsch-Kreinsen 2017a).

Als Kriterien für die Gestaltung der neuen Formen der *Interaktion zwischen Mensch und Technik* lassen sich ‚Adaptivität‘ und ‚Komplementarität‘ benennen: *Adaptivität* umfasst dabei Aspekte einer ergonomisch orientierten Anpassung von digitalen Systemen an spezifische Arbeitsbedingungen und Belastungen bzw. eine beanspruchungsoptimale Gestaltung von Industrie 4.0-(Logistik-)Systemen z.B. in der Intralogistik (Rinkenauer et al. 2017, S. 9). Darüber hinaus ist eine intelligente Anpassungsfähigkeit der Informations- und Assistenzsysteme an jeweils unterschiedliche Qualifikationsniveaus erforderlich. Zudem wird die Frage aufgeworfen, inwieweit durch den Einsatz von Assistenzsystemen das schwer explizierbare Erfahrungswissen von Beschäftigten gesichert werden kann. Bei der *Komplementarität* geht es um eine flexible situationsspezifische Funktionsteilung zwischen Mensch und Maschine und um die Voraussetzungen für eine hinreichende Transparenz und Kontrollierbarkeit des Systems durch die Beschäftigten. So ist es bereits betriebliche Realität, dass intelligente Maschinen autonom Bestellungen durchführen: In der Lagerwirtschaft kann der „in Zukunft selbstständig Ersatzteile bestellen, der Gabelstapler. Der stellt fest: Ich habe hier ein Problem, da ist irgendetwas kaputt bei mir [...]“. (Betriebsratsvorsitzender Logistikunternehmen) Dieses verändert die Interaktion von Mensch und Technik; die Entscheidungskompetenzen müssen sich in spezifischer Weise zwischen der neuen Technik und dem Menschen neu einspielen. Relevante Gestaltungsaspekte sind eine sichere Mensch-Technik-Interaktion durch intuitiv bedienbare und schnell erlernbare Anlagen sowie situationsspezifische Zugänge zu digitaler Information in Echtzeit. Als Beispiel für die neue Interaktion von Mensch und Technik in der logistischen Dienstleistung können die intelligent vernetzten Hebe- und Förderfahrzeuge genannt werden, die erst gestartet werden können, sofern Sicherheitsfragen beantwortet wurden: „[...] direkt für einen Staplerfahrer, das heißt, der muss bestimmte Fragen beantworten, bevor er das Gerät überhaupt

starten kann. Sind die Reifen in Ordnung? Ist die Schaltung in Ordnung, hat der Leckagen, irgendetwas? Und erst, wenn er alles mit Ja anklickt, erst dann kann er das Gerät starten.“ (Betriebsratsvorsitzender Logistikunternehmen)

Mensch-Technik-Interaktion in der Fahrzeug- und Hebetechnik

Im Bereich der Hebe- und Fördertechnik forciert ein Hersteller die Implementierung von hybriden Dienstleistungen in Kombination von geeigneter Soft- und Hardwarelösung mit einem innovativen Geschäftsmodell. Der Anbieter übernimmt die Instandhaltung (Inspektion, Wartung, Instandsetzung, Verbesserung) der diversifizierten Produktpalette an Gabelstaplern. Die Geräte werden mit neuster Sensorik und Aktorik zur Messung von Parametern hinsichtlich des Gerätezustandes ausgerüstet sowie mit einem Modul ausgestattet, das die Daten zum Zustand des Fahrzeugs oder Wartungs-/Inspektions- und Instandsetzungsinformationen übermitteln und mit den Servicemitarbeitern kommunizieren kann. Dabei werden intensive Qualifizierungsmaßnahmen erforderlich, das Handlungsniveau der Maschinen wird autonomer (autonome Bestellauslösung der Stapler) und die Anforderungen an die Mitarbeiter in der Interaktion mit der Technik steigen.

Die leitenden Kriterien für die Gestaltung von Tätigkeiten an der *Schnittstelle Mensch und Organisation* können durch die Stichworte Ganzheitlichkeit und Dynamik von Tätigkeiten und Personaleinsatz zusammengefasst werden. Das Kriterium der *Ganzheitlichkeit* stellt auf die Vollständigkeit von Tätigkeiten in doppelter Hinsicht ab: Zum einen soll eine Tätigkeit nicht nur ausführende, sondern auch dispositive (organisierende, planende und kontrollierende) Aufgaben umfassen. Zum anderen zielt dieses Kriterium auf eine angemessene, belastungsreduzierende Mischung von mehr oder weniger anspruchsvollen Aufgaben. Darüber hinaus ist Ganzheitlichkeit der Tätigkeiten die zentrale Voraussetzung für hohe Regulations- und Handlungsspielräume sowie die Selbstorganisation von Arbeit. Bei der Dynamik von Tätigkeiten (*Polyvalenz*) geht es um arbeitsorganisatorische Möglichkeiten für einen systematischen Aufgabenwechsel, um Lernprozesse zu ermöglichen und zu fördern. Hier finden auch (altbewährte) Methoden des systematischen Arbeitsplatzwechsels („Job Rotation“) in den Unternehmen Anwendung, z.B. Wechsel zwischen Bandarbeit, Kommissionieren,

Gabelstapler fahren. Zum zweiten fördern die neuen Social-Media-Funktionen die interdisziplinäre Kommunikation und Kooperation zwischen verschiedenen spezialisierten Beschäftigten und damit die Steigerung der Innovationsfähigkeit der Arbeit und das Finden neuer Lösungen. Im Kontext nur wenig strukturierter Arbeitsformen wird auch der Einsatz von Mitarbeitern mit unterschiedlichen Fähigkeiten und Leistungsvoraussetzungen möglich. Deutlich wird damit, dass die Umsetzung dieser Kriterien eine qualifikatorisch aufgewertete und flexibel integrative Arbeitsorganisation erfordert. Diese ist durch eine lockere Vernetzung unterschiedlich qualifizierter, aber gleichberechtigt agierender Beschäftigter in horizontaler wie auch vertikaler Dimension gekennzeichnet.

Reorganisation der Arbeit in der Intralogistik eines Lebensmittelherstellers

In einem Unternehmen der Lebensmittelherstellung, das Fleischwaren an Handelsketten vertreibt, werden im intralogistischen Bereich an den Linien für vakuumierte Stückware RFID-Chips eingeführt, die in den Etiketten der Waren integriert sind. Auf diesen Chips sind zahlreiche Informationen hinsichtlich der Istzustände, wie zu Form, Farbe, Gewicht und Temperatur sowie Spedition, Kunde etc. gespeichert. Zum anderen wird ein kompatibles Assistenzsystem, bestehend aus einem Auslesegerät in Kombination mit zwei fest installierten Tablets an den Stückwarenlinien implementiert, auf denen die einzelnen Bestellungen sowie die Sollzustände der Waren gespeichert sind. Mit der Einführung des RFID- und Assistenzsystems gehen bei dem Lebensmittelhersteller auch arbeitsorganisatorische Veränderungen einher. Zum einen werden bei der Technikeinführung innerbetriebliche Qualifizierungen durch geänderte Kompetenzanforderungen notwendig, um die Beschäftigten an die digitale Technologie heranzuführen. Zum anderen sollen in einer ganzheitlichen Betrachtung der Kommissionstätigkeiten operative und dispositive Aufgaben zusammengefasst werden.

Als ein zentrales Gestaltungskriterium für die *Schnittstelle zwischen Organisation und Technologie* ist die weitreichende Einführung von *dezentralen Systemen* anzusehen. Damit sollen die Gestaltungspotenziale der neuen ausgeprägt dezentralen digitalen Technologien insbesondere in Prozessen der Logistik und überbetrieblichen Vernetzung organisatorisch genutzt werden. Durch selbstorganisierte, d.h. autonome Produktions- und Logistiksysteme eröffnen sich neuartige Möglichkeiten, die technisch-organisatorischen Voraussetzungen für die angeführten neuen Formen flexibel

integrierter und innovativer Arbeit zu schaffen. Dezentrale Systeme sind zudem eine wichtige organisatorische Voraussetzungen für die verstärkte Öffnung von Unternehmen nach außen und für eine intensiviertere Service- und Kundenorientierung sowie für den Wandel von Geschäftsmodellen. Hier liegen Herausforderungen in den Aspekten der Sicherheit, Speicherung und Nutzbarkeit von Daten. Ein weiteres unverzichtbares Gestaltungskriterium ist eine möglichst weitreichende *Partizipation* der betroffenen Beschäftigten und ihrer Interessenvertretungen an der Gestaltung und Einführung der digitalen Systeme. Durch die Beteiligung der Beschäftigten können deren Erfahrungen und Prozesswissen in die System- und Arbeitsgestaltung eingebracht werden; zugleich erhöhen weitgefassete Partizipations- und Mitbestimmungsstrukturen die Akzeptanz und Mitwirkung von Beschäftigten und ihren Interessenvertretungen.

Dezentrale Lösungssysteme in der Transportlogistik

Ein Dienstleister im Bereich der Transportlogistik greift zur internen und unternehmensübergreifenden Vernetzung der Supply Chain und zur Kommunikation mit Kunden sowie mit den eigenen Beschäftigten auf die Implementierung eines sozialen Unternehmensnetzwerkes zurück. Dieses Online-Tool vernetzt Kunden, Fahrer und Disponent auf intelligente Weise über Apps auf ihren smarten Endgeräten bzw. Notebooks oder PCs. Die Disponenten und Fahrer haben so die Möglichkeit der digitalen Erfassung und Dokumentation (in eine z.T. cloudbasierte Datenbank) relevanter Informationen zu den Transportladungen auf den LKWs. Gleichzeitig erhalten die Kunden über das onlinebasierte Dash-Board die Möglichkeit des Abrufens von Lieferterminen, Lieferzeitpunkt, Lieferverzögerungen, Liefergut und den Ausführenden, sodass die Lieferungen der Güter und Waren „just in time“ und transparent erfolgen. Über die Funktion des Track und Trace ist es möglich, den genauen Ort der Transporte zu bestimmen. Unterschriften zum Warenübergang, zum Liefer- oder Annahmeverzug etc. werden digital erfasst und sind unmittelbar in digitaler Form über das Dashboard abrufbar. Mit der Einführung des sozialen Unternehmensnetzwerkes und der dezentral eingesetzten Assistenzsysteme gehen zum einen arbeitsorganisatorische Umstrukturierungen hinsichtlich der erweiterten Handlungs- und Entscheidungsspielräume bei Erfassung und Dokumentation der transportrelevanten Informationen einher. Zum anderen werden Daten zu logistischen Prozessen transparenter und für unternehmensexterne Akteure zugänglich.

6. Fazit

Der vorgestellte Gestaltungsansatz basiert auf der idealtypischen Zuspitzung einer humanzentrierten Perspektive und ist in einen Kontext mit anderen Leitbildern der digitalisierten Produktion und Logistik einzuordnen. Welche der Perspektiven sich in der jeweiligen betrieblichen Realität durchsetzt, hängt von zahlreichen Kontextfaktoren ab. Jedoch: Die vorliegenden Gestaltungsoptionen relativieren die Sichtweise von einem mehr oder weniger deterministischen Verhältnis zwischen technologischer Entwicklung in Produktion und Logistik und ihren sozialen Konsequenzen. Sie werfen die Frage nach einem Forschungs- und Gestaltungsansatz auf, der die neuen Gestaltungsmöglichkeiten humanorientierter, ‚digitaler‘ Arbeit betont (Hirsch-Kreinsen/Ittermann 2017). Indes machen die Befunde ebenso deutlich, dass die Realisation von humanzentrierten Formen der Logistikarbeit im Zuge der Digitalisierung einer ‚social networked industry‘ kein Selbstläufer ist. In der Praxis lassen sich mit Blick auf die vorgestellten Szenarien zur digitalen Industrie- und Logistikarbeit zahlreiche Hybridformen erwarten, die den jeweiligen Anforderungen der Betriebe und Produktionsprozessen entsprechen und letztlich auch für eine ungleichzeitige Diffusion von Industrie 4.0 und Logistik 4.0 stehen. Um die Gestaltungsmöglichkeiten für gute digitale Arbeit zu nutzen, ist die Perspektive einer anspruchsvollen, belastungsarmen, selbstorganisierten und partizipationsorientierten Arbeit für unterschiedliche Beschäftigten- und Qualifikationsgruppen erforderlich. In der Logistik kann diese die Attraktivität des Tätigkeitsfeldes erhöhen und die Probleme des aktuellen Fachkräftemangels verringern.

Abschließend lassen sich einige Anforderungen zur Realisierung formulieren: Die Akzeptanz von digitalen Logistiksystemen und den damit verbundenen Gestaltungsperspektiven der Arbeit sowohl auf Seiten der Belegschaften als auch ihrer Interessenvertretungen, kann gefördert werden, wenn u.a. Befürchtungen wegen möglicher Beschäftigungsverluste, neuer Belastungen und Leistungsanforderungen sowie der erhöhten Kontrollierbarkeit von Arbeit thematisiert werden. Für politische Akteure, Verbände und Arbeitswissenschaften stellen sich die Fragen, wie die Arbeit in Produktion und Logistik in der Zukunft aussehen soll und welche flankierenden bzw. regulierenden Maßnahmen hierfür erforderlich sind. Dies betrifft u.a. die derzeitigen Aus- und Weiterbildungsstrukturen

der Logistikberufe, arbeitsrechtliche Themenstellungen und – nicht zuletzt – Aspekte der Leistungserfassung und des Datenschutzes. Abzusehen ist, dass zahlreiche Anstrengungen der Akteure in Wirtschaft, Politik und Wissenschaft erforderlich sein werden, um das skizzierte Leitbild einer künftigen Arbeitswelt in Produktion und Logistik Realität werden zu lassen.

Literatur

- Abel, J./Hirsch-Kreinsen, H./Ittermann, P. 2014: Einfacharbeit in der Industrie. Strukturen, Verbreitung und Perspektiven. Berlin
- Abel, J./Wagner, P.S. 2017: Industrie 4.0: Mitarbeiterqualifizierung in KMU. In: wt – Werkstattstechnik online, Jg. 107 (2017), H. 3, S. 134–140
- Ahrens, V. 2015: Industrie 4.0: Chancen und Risiken. Präsentation Nordakademie 2014. Elmshorn
- Apitzsch, B./Ruiner, C./Wilkesmann, M. 2016: Traditionelle und neue intermediäre Akteure in den Arbeitswelten hochqualifizierter Solo-Selbstständiger. In: Industrielle Beziehungen, Jg. 23 (2016), H. 4, S. 477–497
- Ashton, K. 2009: That 'Internet of Things' Thing. In the real world, things matter more than ideas. In: RFID Journal, 22.06.2009, S. 1
- Autor, D. 2015: Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. In: Journal of Economic Perspectives, Vol. 29 (2015), Issue 3, S. 3–30
- Autor, D./Dorn, D. 2013: The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market. In: American Economic Review, Vol. 103 (2013), Issue 5, S. 1553–1597
- Bainbridge, L. 1983: Ironies of Automation. In: Automatica, Vol. 19 (1983), No. 6, S. 775–779
- Bauernhansl, T. 2014: Die Vierte Industrielle Revolution – Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma. In: Bauernhansl, T./ten Hompel, M./Vogel-Heuser, B. (Hg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien, Migration. Wiesbaden, S. 5–35
- Baumgarten, H. et al. 2000: Trends und Strategien in der Logistik 2000: eine Untersuchung der Logistik in Industrie, Handel, Logistik-Dienstleistung und anderen Dienstleistungsunternehmen, S. 1-74.
- Baumgarten, H. et al. 2004: Supply Chain Steuerung und Services. Logistik -Dienstleister managen globale Netzwerke – Best Practice, Springer Verlag, Heidelberg/ Berlin. 1-28.
- BCG – Boston Consulting Group (Hg.) 2015: Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. München u.a.O.
- Benner, C. (Hg.) 2014: Crowd Work – Zurück in die Zukunft. Frankfurt/M.

- Berger, T./ Frey, C.B. 2015: Industrial Renewal in the 21st Century: Evidence from US Cities, in: "Regional Studies 2015", Internet: https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/regional_studies_industrial_renewal.pdf [zuletzt aufgesucht 10.11.2017].
- BITKOM 2015: Digitalisierung bietet Chancen für flexibles Arbeiten. Berlin
- BMAS – Bundesministerium für Arbeit und Soziales 2017: Weissbuch Arbeiten 4.0. Berlin
- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung 2014: Industrie 4.0. Innovationen für die Produktion von morgen. Berlin
- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung 2016: Zukunft der Arbeit. Innovationen für die Arbeit von morgen. Bonn
- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung 2017: Fortschritt durch Forschung und Innovation. Bericht zur Umsetzung der Hightech-Strategie. Berlin
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2014: Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2015: Industrie 4.0 und Digitale Wirtschaft. Impulse für Wachstum, Beschäftigung und Innovation. Berlin
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2017: Ministererklärung: G20 Digital Economy Ministerial Declaration - Shaping Digitalisation for an Interconnected World. Berlin
- Boes, A./Kämpf, T./Langes, B./Lühr, T. 2014: Informatisierung und neue Entwicklungstendenzen von Arbeit. In: Arbeits- und Industriesoziologische Studien (AIS), Jg. 7 (2014), H. 1, S. 5–23
- Böhle, F. 2017: Digitalisierung braucht Erfahrungswissen. In: DENK-doch-MAL.de, Nr. 01 (2017). Frankfurt/M.
- Bonin, H. 2015: Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland, in: ZEW, 2015, Internet: www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/Forschungsberichte/fb-455.pdf, [zuletzt aufgesucht 29.06.2017]
- Botthof, A./Hartmann, E.A. (Hg.) 2015: Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin/Heidelberg
- Bowles, J. 2014: The computerisation of European jobs – who will win and who will lose from the impact of new technology onto old areas of employment? Internet: bruegel.org/nc/blog/detail/article/1394-the-computerisation-of-european-jobs/ [zuletzt aufgesucht am 12.04.2017]

- Brandt, A./Polom, L./Danneberg, M. 2016: Gute Digitale Arbeit. Auswirkungen der Digitalisierung im Dienstleistungsbereich. WISO Diskurs, Nr. 16/2016. Bonn
- Brödner, P. 2015: Industrie 4.0 und Big Data – wirklich ein neuer Technologieschub? In: Hirsch-Kreinsen, H./Ittermann, P./Niehaus, J. (Hg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Baden-Baden, S. 231–250
- Brynjolfsson, E./McAfee, A. 2014: The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. New York/London
- Brzeski, C./Burk, I. 2015: Die Roboter kommen. Folgen für den deutschen Arbeitsmarkt. INGDiBa Economic Reserach. Frankfurt/M. u.a.O.
- Bsirske, F. 2016: Digitalisierung und Beschäftigung: Prognosen und Perspektiven. In: Schröder, L./Urban, H.-J. (Hg.): Gute Arbeit. Digitale Arbeitswelt – Trends und Anforderungen. Frankfurt/M., S. 61–72
- Buck, M./ Wrobel, H. 2015: Branchenanalyse Kontraktlogistik Eine Markt- und Beschäftigungsanalyse in Deutschland, Hans-Böckler-Stiftung (HBS) (Hg.), Working Paper Wirtschaftsförderung Nummer 003, Dezember 2015, S. 5–25.
- Bundesagentur für Arbeit 2011: Klassifikation der Berufe 2010 – Band 1: systematischer und alphabetischer Teil mit Erläuterungen, Nürnberg.
- Bundesagentur für Arbeit 2017: Beschäftigte nach Berufen (KIdB 2010). Quartalszahlen, Nürnberg
- Bundesagentur für Arbeit 2017a: Leiharbeitnehmer und Verleihbetriebe. Monatszahlen und Jahreszahlen, Nürnberg.
- BVL 2008: Logistik [lo´gistik] - die ganzheitliche Planung, Steuerung, Koordination, Durchführung und Kontrolle aller unternehmensinternen und unternehmensübergreifenden Güte rund Informationsflüsse, in: Journalist, Mai 2008, Medienfachverlag Rommerskirchen GmbH (Hg.), Remagen.
- BVL 2015: Auswirkungen der Digitalisierung auf die Arbeitsplätze im Wirtschaftsbereich Logistik, Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V. (Hg.), Bremen.
- BVL-Pressemitteilung 2016: Den Wandel gestalten: Impulse für die Logistikpraxis - 33. Deutscher Logistik-Kongress vom 19. bis 21. Oktober in Berlin, BVL Online, Internet: <https://www.bvl.de/presse/meldungen/meldungen-2016/den-wandel-gestalten-impulse-fuer-die-logistikpraxis>, [zuletzt aufgesucht am 10.11.2017]

- BVL 2016: Logistik als Wissenschaft – zentrale Forschungsfragen in Zeiten der vierten industriellen Revolution, Bremen.
- BVL 2017: Fachkräftemangel in der Logistik – Eine Umfrage der Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V., Bremen.
- BVL 2017 (Online): Logistikumsatz und Beschäftigung. Bedeutung der Logistik für die deutsche Wirtschaft, Link: <https://www.bvl.de/service/zahlen-daten-fakten/umsatz-und-beschaeftigung>, [zuletzt aufgesucht 27.11.2017]
- Carstensen, T. 2016: Social Media in der Arbeitswelt. Herausforderungen für Beschäftigte und Mitbestimmung. Bielefeld
- Collins, R. 2014: Das Ende der Mittelschichtarbeit: Keine weiteren Auswege. In: Wallerstein, I./Collins, R./Mann, M./Derluguian, G./Calhoun, C. (Hg.): Stirbt der Kapitalismus? Fünf Szenarien für das 21. Jahrhundert. Frankfurt/M./New York, S. 49–88
- DECHEMA (Hg.) 2016: Modular Plants. Flexible chemical production by modularization and standardization – status quo and future trends. Frankfurt/M.
- Delfmann, W. et.al. 2011: Positionspapier zum Grundverständnis der Logistik als wissenschaftliche Disziplin, in: „Flexibel – sicher – nachhaltig“, Thomas Wimmer, Tino Grosche (Hg.), DVV Media Group GmbH, Hamburg, 2011, S. 262-274.
- Dengler, K./ Matthes, B. 2015: Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt. Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland. IAB Forschungsbericht 11/2015. Nürnberg
- DIHK – Deutscher Industrie und Handelskammertag 2016: Wirtschaft digital: Perspektiven erkannt, erste Schritte getan. Das IHK-Unternehmensbarometer zur Digitalisierung. Berlin
- Dombrowski, U./Riechel, C./Evers, M. 2014: Industrie 4.0 – Die Rolle des Menschen in der vierten industriellen Revolution. In: Kersten, W./Koller, H./Lödding, H. (Hg.): Industrie 4.0. Wie intelligente Vernetzung und kognitive Systeme unsere Arbeit verändern. Berlin, S. 129–153
- Dombrowski, U./Wagner, T. 2014: Arbeitsbedingungen im Wandel der Industrie 4.0. Mitarbeiterpartizipation als Erfolgsfaktor zur Akzeptanzbildung und Kompetenzentwicklung. In: ZWF, Jg. 109 (2014), H. 5, S. 351–355
- Dregger, J. et al. 2017: Logistikarbeit in NRW: Technologische Perspektiven, mögliche Konsequenzen für die Arbeit und Handlungsempfehlungen - Kurzexpertise, S. 10–34.
- Düll, N. 2013: Collective wage agreement and minimum wage in Germany, in: European Employment Observatory Ad hoc request“, Februar 2013.

- Europäische Kommission 2017: Digitising European Industry – The National Initiatives. Internet: ec.europa.eu/futurium/en/content/digitising-european-industry-catalogue-initiatives [zuletzt aufgesucht am 12.04.2017]
- FIR 2013: Untersuchung 2013. Produktion am Standort Deutschland. Management-Summary. Aachen
- Forschungsunion 2012a: Im Fokus: Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Handlungsempfehlungen zur Umsetzung. Berlin
- Forschungsunion 2012b: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Vorabversion. Berlin
- Forschungsunion/acatech 2013: Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Frankfurt/M.
- Frey, C.B./Osborne, M.A. 2013: The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? Oxford Martin School Working Paper, September (2013), No. 18
- Frey, C.B./Osborne, M.A. 2017: The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? In: Technological Forecasting & Social Change, Vol. 114 (2017), Issue 1, S. 254–280
- Furmans, K./Trenkle, A. 2017: Der Mensch als Teil von Industrie 4.0: Interaktionsmechanismen bei autonomen Materialflusssystemen, in: „Handbuch Industrie 4.0 Bd.3 - Logistik“, Vogel-Heuser, B. Bauernhansl, T./ten Hompel, M. (Hg.), Wiesbaden, S. 45–60.
- Gebhardt, J./Grimm, A./Neugebauer, L.M. 2015: Entwicklungen 4.0 – Ausblicke auf zukünftige Anforderungen an und Auswirkungen auf Arbeit und Ausbildung. In: Journal of Technical Education, Jg. 3 (2015), H. 2, S. 45–61
- Gill, H. 2006: NSF Perspective and Status on Cyber-Physical Systems. Internet: varma.ece.cmu.edu/CPS/Presentations/gill.pdf [zuletzt aufgesucht am 12.04.2017]
- Goos, M./Manning, A. 2007: Lousy and lovely jobs: The rising polarization of work in Britain. In: The Review of Economics and Statistics, Vol. 89 (2007), Issue 1, S. 118–133
- Grote, G. 2009: Die Grenzen der Kontrollierbarkeit komplexer Systeme. In: Weyer, J./Schulz-Schaeffer, J. (Hg.): Management komplexer Systeme: Konzepte für die Bewältigung von Intransparenz, Unsicherheit und Chaos. München, S. 149–168

- Henke, M./ten Hompel, M. 2014: Logistik 4.0, in: Bauernhansl, T./ten Hompel, M./Vogel-Heuser, B. (Hg.) (2014): „Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien, Migration.“, Wiesbaden, S. 615–624.
- Heutger, M. et al. 2014: Self-Driving Vehicles in Logistics – A DHL perspective on implications and use cases for the logistics industry, DHL Trend Research, M. Heutger (Hg.), S. 3–11 u. S. 18 – 32.
- Hinrichsen, S./Jasperneite, J. 2013: Industrie 4.0 – Begriff, Stand der Umsetzung und kritische Würdigung. In: Betriebspraxis & Arbeitsforschung, Jg. 6 (2013), H. 216, S. 45–47
- Hirsch-Kreinsen, H. 2014a: Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“. Soziologisches Arbeitspapier, Nr. 38. Dortmund
- Hirsch-Kreinsen, H. 2014b: Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“. In: WSI-Mitteilungen, Jg. 67 (2014), H. 6, S. 421–429
- Hirsch-Kreinsen, H. 2016a: Industrie 4.0 als Technologieversprechen. Soziologisches Arbeitspapier, Nr. 46. Dortmund
- Hirsch-Kreinsen, H. 2016b: Digitalisierung und Einfacharbeit. WISO Diskurs, Nr. 12/2016. Bonn
- Hirsch-Kreinsen, H. 2017: Digitalisierung industrieller Einfacharbeit. In: Arbeit, Jg. 26 (2017), H. 1, S. 7–32
- Hirsch-Kreinsen (2017a): Sozio-technische Gestaltungsoptionen für Industriearbeit 4.0. Expertise. Dortmund und Darmstadt (unveröff. Manuskript)
- Hirsch-Kreinsen, H./ Ittermann, P. 2017: Drei Thesen zu Arbeit und Qualifikation in Industrie 4.0, In: G. Spöttl/L. Windelband (Hg.): "Industrie 4.0. Risiken und Chancen für die Berufsbildung". Reihe "Berufsbildung, Arbeit und Innovation", Bd. 44, Bielefeld, S. 131–151
- Hoffmann, R./Suchy, O. 2016: Aussichten für die Arbeit der Zukunft. Working Paper der Hans-Böckler-Stiftung, Nr. 013 (2016). Düsseldorf
- Howaldt, J./Kopp, R./Schultze, J. 2015: Zurück in die Zukunft? – Ein kritischer Blick auf die Diskussion zur Industrie 4.0., in: Hirsch-Kreinsen, H./Ittermann, P./Niehaus, J. (Hg.) „Digitalisierung industrieller Arbeit.“, Baden-Baden, S. 251–268
- Huchler, N. 2016: Die ‚Rolle des Menschen‘ in der Industrie 4.0 – Technikzentrierter vs. humanzentrierter Ansatz. In: AIS-Studien, Jg. 9 (2016), H. 1, S. 57–79

- Hüther, M. 2016: Digitalisierung: Systematisierung der Trends im Strukturwandel – Gestaltungsaufgabe für die Wirtschaftspolitik. IW Policy Paper, Nr. 15/2016. Köln
- Icks, A./ Schröder, C./Brink, S./Dienes, C./Schneck, S. 2017: Digitalisierungsprozesse von KMU im Produzierenden Gewerbe. IfM-Materialien Nr. 255. Bonn
- Ittermann, P. 2014: Stellenwert und Entwicklungsperspektiven von Einfacharbeit in der deutschen Wirtschaft. In: Lange, J. (Hg.): Wirtschaftsförderung und Arbeitsförderung Hand in Hand? Kooperationsstrategien zur Arbeitskräftesicherung. Rehburg-Loccum, S. 27–40
- Ittermann, P./Niehaus, J./Hirsch-Kreinsen, H. 2015: Arbeiten in der Industrie 4.0 – Trendbestimmungen und arbeitspolitische Handlungsfelder. Study der Hans-Böckler-Stiftung. Düsseldorf
- Ittermann, P./Niehaus, J./Hirsch-Kreinsen H. et al. 2016: Social Manufacturing and Logistics Gestaltung von Arbeit in der digitalen Produktion und Logistik; Arbeitspapier Nr. 47., S. 13ff.
- Ittermann, P./Niehaus, J. 2017: Industrie 4.0 und Wandel von Industriearbeit – revisited. in H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann, J. Niehaus (Hg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Konsequenzen. 2. Auflage. Nomos Verlag, Baden-Baden. i.E.
- Kagermann, H. 2014: Chancen von Industrie 4.0 nutzen. In: Bauernhansl, T./ten Hompel, M./Vogel-Heuser, B. (Hg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien, Migration. Wiesbaden, S. 603–614
- Kagermann, H./Lukas, W.-D./Wahlster, W. 2011: Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. In: VDI nachrichten, 1. April 2011, Nr. 13, S. 2
- Kille, C./Schwemmer, M. 2014/ 2015: Die Top 100 der Logistik: Marktgrößen, Marktsegmente, Marktführer, Fraunhofer SCS (Hg.), Hamburg: DVV Media Group, S. 1–132
- Kille, C./Schwemmer, M. 2012/ 2013: Die Top 100 der Logistik 2012/2013: Marktgrößen, Marktsegmente und Marktführer, Fraunhofer SCS (Hg.), Hamburg: DVV Media Group, S. 53f.
- Kinkel, S./Friedewald, M./Hüsing, B./Lay, G./Lindner, R. 2008: Arbeiten in der Zukunft – Strukturen und Trends der Industriearbeit. Berlin
- Kirchner, S. 2016: Besser, schlechter oder polarisiert? Universelle und regime-spezifische Trends der Arbeitsqualität in der EU-15. In: Zeitschrift für Soziologie, Jg. 45 (2016), H. 2, S. 73–90
- Kreimeier, D./Kreggenfeld, N./Prinz, C. 2015: Das Verhältnis von Technik, Arbeit und Organisation im Wandel. In: Pries, L./Urban, H.-J./Wannöffel, M. (Hg.): Wissenschaft und Arbeitswelt – eine Kooperation im Wandel. Baden-Baden, S. 169–186

- Krzywdzinski, M. 2016: Technologie, Qualifikationen und internationale Arbeitsteilung. Anmerkungen zu der Diskussion über Industrie 4.0. WZB Discussion Paper, SP III 2016-301. Berlin
- Kübler, A./ Distel, S./ Veres-Homm, U. 2015: Logistikbeschäftigung in Deutschland – Vermessung, Bedeutung und Struktur, Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Supply Chain Services (SCS), S. 10–72.
- Kuhlmann, M./Schumann, M. 2015: Digitalisierung fordert Demokratisierung der Arbeitswelt heraus. In: Hoffmann, R./Bogedan, C. (Hg.): „Arbeit der Zukunft. Möglichkeiten nutzen – Grenzen setzen.“ Frankfurt/M., New York, S. 122–140
- Kurz, C. 2014: Industrie 4.0 verändert die Arbeitswelt. Gewerkschaftliche Gestaltungsimpulse für „bessere“ Arbeit. In: Schröter, W. (Hg.): Identität in der Virtualität. Einblicke in neue Arbeitswelten und Industrie 4.0. Mössingen-Talheim, S. 106–111
- Kurz, C./Rieger, F. 2013: Arbeitsfrei: Eine Entdeckungsreise zu den Maschinen, die uns ersetzen. München
- Lasch, R. (2012): Strategisches und operatives Logistikmanagement: Distribution, Springer Fachmedien, Wiesbaden, S. 1–11.
- Lehmann, S. 2016: Arbeit 4.0: Wo bleibt der Mensch? Was Industrie 4.0 und Logistik 4.0 für die Mitarbeiter bedeuten., In: „Logistik heute 7-8/2016“, Internet: <https://www.logistik-heute.de/Logistik-News-Logistik-Nachrichten/Markt-News/15154/Was-Industrie-4-0-und-Logistik-4-0-fuer-die-Mitarbeiter-bedeuten-Arbeit-4-0->, [zuletzt aufgesucht 10.11.2017]
- Leimeister, J. M./Zogaj, S. 2013: Neue Arbeitsorganisation durch Crowdsourcing. Eine Literaturstudie. Arbeitspapier der Hans-Böckler-Stiftung, Reihe Arbeit und Soziales, Nr. 287 (Juli 2013). Düsseldorf
- Mättig, B. et al. 2015: Der Mensch in der Industrie – Innovative Unterstützung durch Augmented Reality, in: „Handbuch Industrie 4.0“, B. Vogel-Heuser et al. (Hg.), pringer-Verlag, Berlin/Heidelberg.
- Mikrozensus (2016): Bevölkerung und Erwerbstätigkeit Beruf, Ausbildung und Arbeitsbedingungen der Erwerbstätigen in Deutschland. 2015, Statistisches Bundesamt (Hg.), Wiesbaden.
- Müller-Jentsch, W. 2017: Strukturwandel der industriellen Beziehungen. ‚Industrial Citizen-ship‘ zwischen Markt und Regulierung. 2. Auflage, Wiesbaden
- Naumann, M./ Dietz, T./Kuss, A. 2017: Mensch-Maschine-Interaktion. In: Vogel-Heuser, B./ Bauernhansl, T./ten Hompel, M. (Hg.): Handbuch Industrie 4.0. Band 4, Heidelberg u.a.O., S. 201–215

- Neef, A./Burmeister, K. 2005: Die Schwarm-Organisation – Ein neues Paradigma für das e-Unternehmen der Zukunft., In: Kuhlin, B./Thielmann, H. (Hg.): Real-Time Enterprise in der Praxis. Berlin u.a.O., S. 563–572
- Neumann, H. 2015: Gute Arbeit in der Fabrik 4.0 – Der Weg von Volkswagen. In: Volkswagen AG (Hg.): Future Tracks. Konferenzdokumentation. Wolfsburg, S. 8-11
- Niehaus, J. 2017: Mobile Assistenzsysteme für Industrie 4.0. Gestaltungsoptionen zwischen Autonomie und Kontrolle. Düsseldorf
- Onnasch, L./ Maier, X./ Jürgensohn, T. 2016: Mensch-Roboter-Interaktion -Eine Taxonomie für alle Anwendungsfälle, in: „baua:Fokus“, Juni 2016, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) (Hg.), Dortmund.
- Pfeiffer, S./Suphan, A. 2015: Industrie 4.0 und Erfahrung: Statt vager Prognosen zu technologischer Arbeitslosigkeit morgen, heute das Gestaltungspotenzial der Beschäftigten nutzen und anerkennen. In: Hirsch-Kreinsen, H./Ittermann, P./Niehaus, J. (Hg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Baden-Baden, S. 205–230
- Pfeiffer, S. 2015: Warum reden wir eigentlich über Industrie 4.0? Auf dem Weg zum digitalen Despotismus. In: Mittelweg, Jg. 36 (2015), H. 6, S. 14–36
- Pfeiffer, S. 2016: Bildung und Intralogistik in der Industrie 4.0 – eine empirische Annäherung, in: „Arbeit“ (2016/ 25, 3-4), S. 195–215
- Pfeiffer, S. 2017: The Vision of “Industrie 4.0” in the Making – a Case of Future Told, Tamed, and Traded. In: Nanoethics, Vol. 11 (2017), Issue 1, S. 107–121
- Pfeiffer, S./Suphan, A. 2015: Industrie 4.0 und Erfahrung: Statt vager Prognosen zu technologischer Arbeitslosigkeit morgen, heute das Gestaltungspotenzial der Beschäftigten nutzen und anerkennen. In: Hirsch-Kreinsen, H./Ittermann, P./Niehaus, J. (Hg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Baden-Baden, S. 205–230
- Picot, A. (Hg.) 2013: Die Zukunft der Arbeit in der digitalen Welt. Reihe Münchner Kreis. München
- Plattform Industrie 4.0 2014a: Neue Chancen für unsere Produktion. 17 Thesen des Wissenschaftlichen Beirats der Plattform Industrie 4.0. Berlin
- Plattform Industrie 4.0 2014b: Industrie 4.0 – Whitepaper FuE-Themen. Stand 3. April 2014. Berlin
- Plattform Industrie 4.0 2017a: Was ist Industrie 4.0? Internet: plattform-i40.de [zuletzt aufgesucht am 12.04.2017]

- Plattform Industrie 4.0 2017b: Landkarte Industrie 4.0. Internet: plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/In-der-Praxis/Karte/karte.html [zuletzt aufgesucht am 12.04.2017]
- Pieringer, M. 2015: Wirtschaftsbereich Logistik: BVL meldet für 2015 neue Allzeit-Spitzenwerte, 29. Oktober 2015, 07:06 Uhr, Website: „Logistik heute“, Internet: <https://www.logistik-heute.de/Logistik-News-Logistik-Nachrichten/Markt-News/13764/Aktuell-rund-295-Millionen-Beschaeftigte-Umsatzerwartung-fuer-2015-etwa-240->, [zuletzt aufgesucht am 11.10.2017]
- PWC/WifOR 2016: Der Einfluss der Digitalisierung auf die Arbeitskräftesituation in Deutschland. Berufs- und branchenspezifische Analyse bis zum Jahr 2030. Düsseldorf/Darmstadt
- Rammert, W. 2016: Hybride Handlungsträgerschaft: Ein sozio-technisches Modell verteilten Handelns, in: „HerzIntelligente Objekte Technische Gestaltung – Wirtschaftliche Verwertung – Gesellschaftliche Wirkung“ acatech (2016), Otthein Herzog/ Thomas Schildhauer (Hrsg.), S. 23–34.
- Reinhart, G./Engelhardt, P./Geiger, F./Philipp, T./Wahlster, W./Zühlke, D./Schlick, J./Becker, T./Löckelt, M./Pirvu, B./Stephan, P./Hodek, S./Scholz-Reiter, B./Thoben, K./Gorltd, C./Hribernik, K./Lappe, D./Veigt, M. 2013: Cyber-Physische Produktionssysteme. Produktivitäts- und Flexibilitätssteigerung durch die Vernetzung intelligenter Systeme in der Fabrik. In: wt-online, Jg. 103 (2013), H. 2, S. 84–89
- Rinkenauer, G./Kretschmer, V./Kreutzfeldt, M. 2017: Kognitive Ergonomie in der Intralogistik. WHITEPAPER. Dortmund
- Schlund, S./Hämmerle, M./Strölin, T. 2014: Industrie 4.0 eine Revolution der Arbeitsgestaltung – Wie Automatisierung und Digitalisierung unsere Produktion verändern wird. Ulm/Stuttgart
- Schuh, G./Stich, V. (Hg.) 2013: Produktion am Standort Deutschland. Ergebnisse der Untersuchung 2013. Aachen/Frankfurt/.M.
- Schwemmer, M. (2016): Top 100 der Logistik - Marktgrößen, Marktsegmente und Marktführer, Fraunhofer SCS (Hg.), Hamburg: DVV Media Group, S. 35–44, S. 83–155.
- Spath, D./Ganschar, O./Gerlach, S./Hämmerle, M./Krause, T./Schlund, S. (Hg.) 2013: Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Stuttgart
- Spöttl, G./Gorltd, C./Windelband, L./Grantz, T./Richter, T. 2016: Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie. bayme vbm Studie. München
- Stark, R./Kim, M./Damerau, T./Neumeyer, S./Vorsatz, T. 2015: Notwendige Voraussetzungen für die Realisierung von Industrie 4.0. Ein Beitrag aus der Sicht der Industriellen Informationstechnik. In: ZWF, Jg. 110 (2015), H. 3, S. 134–141

- Statistisches Bundesamt (2008): Klassifikation der Wirtschaftszweige - Mit Erläuterungen. Wiesbaden.
- Sydow, J. 1985: Der soziotechnische Ansatz der Arbeits- und Organisationsgestaltung., Frankfurt/New York
- Syska, A./Lièvre, P. 2016: Illusion 4.0. Deutschlands naiver Traum von der smarten Fabrik. Herrieden
- ten Hompel, M. et al. 2011: Intralogistik, in: „logipedia.de: Abkürzungen, Definitionen und Erläuterungen der wichtigsten Begriffe aus Materialfluss und Logistik Link: <http://www.logipedia.de/lexikon/Intralogistik>, [zuletzt aufgesucht am 10.11.2017]
- ten Hompel, M., Henke, M. 2016: Logistik 4.0. In: Bauernhansl, T./ten Hompel, M./Vogel-Heuser, B. (Hg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien, Migration. Wiesbaden, S. 615–624
- ten Hompel, M. et al. 2016: Social Networked Industry – Für ein positives Zukunftsbild von Industrie 4.0, in: Fraunhofer-Leitprojekt E³-Produktion, Dortmund.
- ten Hompel, M. et al. 2017: Logistik als Wissenschaft – zentrale Forschungsfragen in Zeiten der vierten industriellen Revolution, In: „BVL Positionspapier des wissenschaftlichen Beirats“, Bundesvereinigung Logistik (Hg.), Bremen, Internet: <https://www.bvl.de/positionspapier-logistik40>, [zuletzt besucht am 29.09.2017]
- The Economist 2015: Digital Taylorism. 12. September 2015, S. 63
- Trist E./Bamforth K. 1951: Some social and psychological consequences of the long wall method of coal-getting., Human Relations 4 (1), S. 3–38
- Tüllmann, C./ten Hompel, M. et al. 2017: Social Networked Industry Ganzheitlich gestalten, in: „Future Challenges in Logistics and Supply Chain Management“, Ausgabe 6, Sept. 2017, ten Hompel, M./ Henke, M./ Clausen, U. (Hg.), Dortmund.
- VDI nachrichten 2015: In digitaler Welt muss Platz für Menschen sein. Interview mit Lars Windelband von W. Schmitz. 30.01.2015, Nr. 5, S. 6
- Vogler-Ludwig, K./Düll, N./Kriechel, B. 2016: Arbeitsmarkt 2030 Wirtschaft und Arbeitsmarkt im digitalen Zeitalter – Prognose 2016. Unter Mitarbeit von Vetter, T. München
- Wahlster, W. 2007: Das Digitale Produktgedächtnis: Eingebettete Systeme führen Tagebuch. In: hartung tec.News, H. 15 (2007), S. 7–9

- WEF – World Economic Forum 2016: The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. Genf
- Windelband, L. 2014: Zukunft der Facharbeit im Zeitalter „Industrie 4.0“. In: Journal of Technical Education, Jg. 2 (2014), H. 2, S. 138–160
- Windelband, L./Dworschak, B. 2015: Arbeit und Kompetenzen in der Industrie 4.0. Anwendungsszenarien Instandhaltung und Leichtbaurobotik. In: Hirsch-Kreinsen, H./Ittermann, P./Niehaus, J. (Hg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Baden-Baden, S. 71–86
- Windelband, L./Fenzl, C./Hunecker, F./Riehle, T./Spöttl, G./Städtler, H./Hribernik, K./Thoben, K.-D. 2011: Zukünftige Qualifikationsanforderungen durch das „Internet der Dinge“ in der Logistik. In: FreQueNz – Früherkennung von Qualifikationserfordernissen (Hg.): Zukünftige Qualifikationserfordernisse durch das Internet der Dinge in der Logistik. Zusammenfassung der Studienergebnisse. Bremen, S. 5–9
- Windelband, L. 2016: „Veränderungen in der Arbeitswelt, der Kompetenzen und im Lernen in der „Instandhaltung 4.0“, in: „lernen & lehren“, Elektrotechnik – Informationstechnik – Metalltechnik – Fahrzeugtechnik, Herkner, V. (Hg.), Heft 121/ 31. Jahrgang/ 1/2016, S. 16–22.
- Wolter, M.I./Mönnig, A./Hummel, M./Schneemann, C./Weber, E./Zika, G./Helmrich, R./Maier, T./Neuber-Pohl, C. 2015: Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft. IAB-Forschungsbericht Nr. 8. Nürnberg
- Zeller, B./Achtenhagen, C./Först, S. 2010: Das „Internet der Dinge“ in der industriellen Produktion – Studie zu künftigen Qualifikationserfordernissen auf Fachkräfteebene. Report FreQueNz – Früherkennung von Qualifikationserfordernissen. Bonn/Nürnberg

Seit 2009 erschienene soziologische Arbeitspapiere

Früher erschienene Arbeitspapiere sind auf der folgenden Website zu finden:

http://www.wiso.tu-dortmund.de/wiso/is/de/forschung/soz_arbeitspapiere/index.html

- | | |
|---------|---|
| 24/2009 | Jörg Abel/Hartmut Hirsch-Kreinsen/Peter Ittermann
Einfacharbeit in der Industrie. Status quo und Entwicklungsperspektiven
(Mai 2009) |
| 25/2009 | Robin D. Fink
Attributionsprozesse in hybriden Systemen. Experimentelle Untersuchung des
Zusammenspiels von Mensch und autonomer Technik
(Juli 2009) |
| 26/2009 | Hartmut Hirsch-Kreinsen
Innovative Arbeitspolitik im Maschinenbau?
(September 2009) |
| 27/2010 | Hartmut Hirsch-Kreinsen
Technological Innovation and Finance
(Oktober 2010) |
| 28/2010 | Robin D. Fink/Tobias Liboschik
Bots – Nicht-menschliche Mitglieder der Wikipedia-Gemeinschaft
(Dezember 2010) |
| 29/2011 | Jörg Abel/Peter Ittermann/Hartmut Hirsch-Kreinsen
Einfacharbeit in der Ernährungsindustrie
(Februar 2011) |
| 30/2012 | Jörg Abel/Peter Ittermann/Hartmut Hirsch-Kreinsen
Einfacharbeit in der Gummi- und Kunststoffindustrie
(Januar 2012) |
| 31/2012 | Peter Ittermann/Jörg Abel/Hartmut Hirsch-Kreinsen
Einfacharbeit in der Metallbearbeitung – Anforderungen und Perspektiven
(Februar 2012) |
| 32/2013 | Jörg Abel/Peter Ittermann/Marlies Steffen
Wandel von Industriearbeit. Herausforderung und Folgen neuer Produktionssysteme
in der Industrie
(März 2013) |
| 33/2013 | Fabian Lücke/Johannes Weyer/Robin D. Fink |

- Steuerung komplexer Systeme – Ergebnisse einer soziologischen Simulationsstudie
(April 2013)
- 34/2013 Marco Hellmann/Sarah Rempe/Jan Schlüter
Die Katastrophe der Deepwater Horizon – Eine Ursachenforschung im Kontext der
Theorie der High Reliability Organizations
(Oktober 2013)
- 35/2013 Johannes Weyer
Experimentelle Soziologie - Der Beitrag der Computersimulation zur Weiter-
entwicklung der soziologischen Theorie
(Oktober 2013)
- 36/2013 Johannes Weyer/Fabian Adelt/Robin D. Fink
Steuerung komplexer Systeme - Ein Mehrebenen-Modell von Governance
(Oktober 2013)
- 37/2013 Hartmut Hirsch-Kreinsen
Wie viel akademische Bildung brauchen wir zukünftig? Ein Beitrag zur Akade-
misierungsdebatte
(November 2013)
- 38/2014 Hartmut Hirsch-Kreinsen
Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“
(Januar 2014)
- 39/2014 Hartmut Hirsch-Kreinsen
Financialization of Innovation – the Case of the German Industrial Innovation
System
(August 2014)
- 40/2014 Katrin Hahn
Innovationsfinanzierung im Spannungsfeld von Risiko und Unsicherheit: Bremsen
die gegenwärtigen Finanzmarktbedingungen unternehmerische Innovationen?
(Oktober 2014)
- 41/2015 Daniel Ruppel
Hindernisse und Herausforderungen bei der Implementierung von Ganzheitlichen
Produktionssystemen
(Januar 2015)
- 42/2015 Johannes Weyer/Fabian Adelt/Sebastian Hoffmann
Governance of complex systems – A multi-level model
(Juni 2015)
- 43/2015 Hartmut Hirsch-Kreinsen
Digitalisierung von Arbeit: Folgen, Grenzen und Perspektiven

- (Oktober 2015)
- 44/2015 Johannes Weyer/Fabian Adelt/Sebastian Hoffmann
Achieving Sustainable Mobility
(November 2015)
- 45/2015 Johannes Weyer
Can Pilots Still Fly – Role Distribution and Hybrid Interaction in advanced auto-
mated Aircraft
(November 2015)
- 46/2016 Hartmut Hirsch-Kreinsen
Industrie 4.0 als Technologieversprechen
(Juni 2016)
- 47/2016 Peter Ittermann, Jonathan Niehaus, Hartmut Hirsch-Kreinsen, Johannes Dregger,
Michael ten Hompel: Social Manufacturing and Logistics. Gestaltung von Arbeit in
der digitalen Produktion und Logistik
(Oktober 2016)
- 48/2016 Hartmut Hirsch-Kreinsen
Industry 4.0" as Promising Technology: Emergence, Semantics and Ambivalent
Character
(Oktober 2016)
- 49/2017 Maximilian Schulz, Maximiliane Wilkesmann
Einstellung und Bewertung betrieblicher Interessenvertretung von außertariflich und
leitenden Angestellten
(April 2017)