



INNOVATIONSLABOR
Hybride Dienstleistungen
in der Logistik

KONZEPTIONELLE PERSPEKTIVEN VON ARBEIT IN DER DIGITALISIERTEN LOGISTIK



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

KONZEPTIONELLE PERSPEKTIVEN VON ARBEIT

IN DER DIGITALISIERTEN LOGISTIK

HERAUSGEBER

Ralf Kopp, Peter Ittermann

Veröffentlichung des Forschungsprojektes Innovationslabor
»Hybride Dienstleistungen in der Logistik«



GEFÖRDERT VOM



Erstveröffentlichung im Soziologischen Arbeitspapier
Nr. 55/2018 (ISSN 1612-5355)

EINLEITUNG

In einer soziotechnischen Perspektive von Digitalisierung in der Industrie und „Logistik 4.0“ wird ein häufig allzu technisdeterministisches Verständnis aktueller Entwicklungsverläufe relativiert und die Notwendigkeit der komplementären Gestaltung von Technik, Organisation und Arbeit betont. Diese Sichtweise wird als wesentliche Voraussetzung der erfolgreichen Implementation innovativer Lösungen sowie der Realisierung kriterienbasierter und humanorientierter Systemgestaltung gesehen. Die Erarbeitung multidimensionaler soziotechnischer Gestaltungskriterien ist eine transdisziplinäre Herausforderung und erfordert wechselseitige Bezugnahmen, die ein geteiltes Verständnis über Spezifika und Gemeinsamkeiten des jeweiligen fachlichen Zugriffs der beteiligten Akteure verfügen.

Der Profilierung dieser Voraussetzung stellten sich die Teilnehmenden eines Expertenworkshops „Konzeptionelle Perspektiven der Arbeit in der digitalisierten Logistik“, der am 15.02.2018 im Rahmen des BMBF-Projektes „Innovationslabor Hybride Dienstleistungen in der Logistik“ vom Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML und der Technischen Universität in Dortmund durchgeführt wurde. An dem Workshop nahmen 25 Experten unterschiedlicher wissenschaftlicher Disziplinen teil, um gemeinsam die Perspektiven der Digitalisierung in der Logistik und ihre arbeits- und organisationsbezogenen Folgen zu diskutieren. Die fachlichen Beiträge und die Erkenntnisse des Workshops sind der Bezugspunkt des vorliegenden Soziologischen Arbeitspapiers.

Das Projekt Innovationslabor ermöglichte es, die ohnehin existierenden institutionellen bzw. interdisziplinären Kooperations- und Kommunikationszusammenhänge zu nutzen, um eine Positionsbestimmung vor dem Hintergrund sich zunehmend digitalisierender Arbeit in der (Intra-)Logistik vorzunehmen. Der Workshop brachte vier Konzepte bzw. Perspektiven auf Logistkarbeit zusammen, die gemeinsame (soziotechnische) Grundlagen in Bezug auf Forschungstradition und Gestaltungsvorstellungen erkennen lassen. Es sollte geklärt werden, welche gestaltungsanalytischen und -praktischen Herausforderungen sich aus der jeweiligen Perspektive ergeben. Weiterhin wurde ausgelotet, wo Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede des disziplinären Zugriffs liegen bzw. welche Ansatzpunkte zur Kooperationsvertiefung im Hinblick auf methodisch-instrumentelle wie theoretisch-konzeptionelle Entwicklung identifiziert werden können.

Der Beitrag von Prasse, Tüllmann, Nettsträter und ten Hompel vom Fraunhofer IML stellt die wesentlichen Ziele und Perspektiven des Projektes Innovationslabor vor und skizziert die Vision einer ‚Social Networked Industry‘. Die Autoren gehen von der Beobachtung aus, dass Mensch und Technik immer stärker in einem Team kooperieren werden und Prinzipien bzw. Praktiken sozialer Netzwerke immer

stärker die (zwischen-)betrieblichen Kontexte regulieren. Darauf basierend wird die Rolle einer Logistik 4.0 als „bewegende Instanz“ beschrieben und Bausteine einer Social Networked Industry aufgezeigt. Die Perspektive greift Überlegungen auf, die im Rahmen des Leitbilds des „Social Manufacturing and Logistics“ entwickelt wurden. Dieses Leitbild ist in einem vom BMWi geförderten Kooperationsprojekt von Ingenieurs- und Sozialwissenschaften entstanden (<http://www.neue-industriearbeit.de/index.php?id=6>).

Im zweiten Beitrag skizziert Hirsch-Kreinsen „Zum Konzept des soziotechnischen Systems (STS) – Bedeutung und Kritik“ werden aus industriesoziologischer Perspektive die Bedeutung des STS-Konzeptes und soziotechnischer Gestaltungsoptionen digitaler Arbeit. Insbesondere die Reichweite des STS-Konzeptes bzw. das Plädoyer für einen erweiterten Technikbegriff verweist auf theoretisch-konzeptionelle Ansatzpunkte disziplinärer wie interdisziplinärer Weiterarbeit. Der Beitrag basiert auf laufenden Arbeiten des Forschungsgebiets Industrie- und Arbeitsforschung der TU Dortmund.

Rinkenauer, Kreuzfeld, Renner und Piewan beschreiben im dritten Beitrag die arbeitspsychologische Perspektive „Kognitive Ergonomie in der Logistik“ und veranschaulichen Rolle, Methoden und Anwendungszusammenhänge. Dabei wird explizit Bezug auf die Social Networked Industry, auf STS und auf das Konzept der Workplace Innovation genommen, um Schnittmengen herauszuarbeiten. Im Rahmen des Projektes Leistungszentrum Logistik und IT untersucht das Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund kognitive Fähigkeiten und neue Formen der Belastung in Bereichen der Logistik.

Die vierte Perspektive formulieren Dhondt, Preenen, Oeij, Putnik, van der Torre und de Vroome auf Grundlage der Managementforschung unter dem Titel „Bewältigung technologischer und personeller Herausforderungen in der niederländischen Logistikbranche: Die Bedeutung von Workplace Innovation (WPI)“. Dieser Ansatz beruft sich u. a. auf moderne Soziotechnik sowie auf Erkenntnisse der Managementforschung mit Fokus auf Empowerment, Partizipation und innovativem Verhalten von Beschäftigten. Im Mittelpunkt stehen Personalprobleme der niederländischen Logistikbranche und WPI-basierte Lösungsansätze. WPI ist sehr stark durch Vertreter des niederländischen TNO-Institutes geprägt worden. Der Beitrag bietet auch einen Brückenschlag zu verstärkter deutsch-niederländischer Forschungskooperation im Logistikbereich an.

Im abschließenden Fazit von Ittermann und Kopp erfolgt eine Zusammenschau der Impulse aus den Einzelbeiträgen im Hinblick auf die eingangs aufgeworfenen Fragestellungen.

Ralf Kopp und Peter Ittermann

Dortmund, November 2018

SOCIAL NETWORKED INDUSTRY



Christian Prasse, Carina Tüllmann,
Andreas Nettsträter, Michael ten Hompel

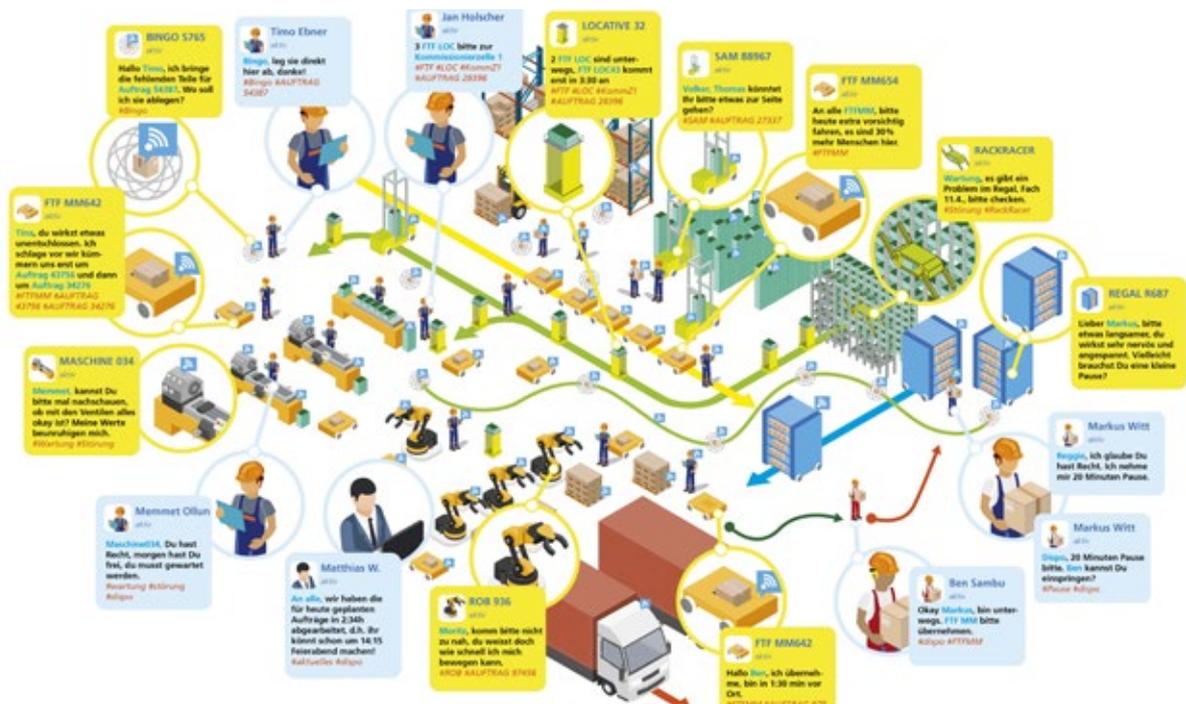


ABBILDUNG 1:
Vision der Social Networked Industry (Fraunhofer IML)

Die Social Networked Industry stellt die Zusammenarbeit zwischen Menschen und Maschinen in den Mittelpunkt der zunehmend vernetzten Wirtschaft und entwickelt Lösungen, die den Menschen dienen und Unternehmen nutzen. Das Gestaltungsprojekt „Innovationslabor Hybride Dienstleistungen in der Logistik“ hat sich zum Ziel gesetzt, eine ganzheitliche und soziotechnische Vision einer digitalen Logistik und Produktion zu entwickeln. Es berührt zahlreiche zentrale Fragestellungen der vernetzten Wirtschaft und wird als gemeinschaftliche Aufgabe von Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft verstanden. Eine der wesentlichen Erkenntnisse aus der Forschung und der betrieblichen Praxis aus den vergangenen Jahren ist, dass Komplexität und Dynamik nicht allein durch Automatisierung, also Technik, zu bewältigen sind. Die Wirtschaft braucht die optimale Verbindung von Mensch und Technik, um effizient zu sein. In der Social Networked Industry arbeiten Mensch und Technik im Team.

1 | MENSCH UND TECHNIK WERDEN ZUM TEAM

Die Veränderung unserer Wirtschaft vollzieht sich in einem atemberaubenden Tempo und ist gekennzeichnet von vielen parallelen Entwicklungen. Mit dem Zukunftsbild der Social Networked Industry werden Möglichkeiten zur Verschlinkung der Arbeitsorganisation und zur Reduzierung des Planungsaufwands aufgezeigt. Menschen werden die Technik nicht nur überwachen und kontrollieren, sondern mit ihr interagieren. Schon bald wird es als normal erscheinen, dass Menschen mit Maschinen kommunizieren wie mit Kollegen – ob per Sprache, Chat oder E-Mail. Gleichwohl gibt es auch zukünftig eine Arbeitsteilung, in der Mensch und Technik unterschiedliche Funktionen und Rollen übernehmen. Die Vision der Social Networked Industry ist, dass sie Vorzüge der Technik und die des Menschen kombiniert. Als „kognitiver Alleskönner“ punktet der Mensch insbesondere mit seiner Kreativität, Individualität und der Fähigkeit, sich flexibel und intuitiv anpassen zu können. Die Technik wiederum überzeugt vor allem bei Genauigkeit, Geschwindigkeit und Ausdauer. In der Social Networked Industry entlasten Roboter den Menschen so von fehleranfälligen und physisch anstrengenden Tätigkeiten. Der Mensch ist für Flexibilität, Kommunikation und anspruchsvolle Aufgaben zuständig. Menschen und Maschinen werden auch Verantwortung teilen und füreinander übernehmen. Der Begriff der „maschinellen Verantwortung“ charakterisiert den innewohnenden Widerspruch: Nicht nur Menschen, sondern auch Maschinen beginnen zu lernen und entwickeln individuelles Verhalten. Die Frage ist, nach welchen Normen und Richtlinien dies geschehen wird (ten Hompel 2018).

2 | BETRACHTUNGSRAUM UND TREIBER DER SOCIAL NETWORKED INDUSTRY

Logistik und Produktion von morgen werden sich mit autonomen Entitäten effizienter gestalten lassen. Das Maß der Selbstorganisation wird mit der Komplexität und Dynamik der Systeme wachsen. Die klassische Welt der Logistik mit ihren deterministischen Systemen, ihrer klassischen Algorithmik, der zentralen Steuerung, der klassischen Operations-Research-Planung und Kontroll-Steuerung bot bislang Garantien. In der neuen, nicht-klassischen Welt mit ihren stochastischen Systemen, der probabilistischen Algorithmik, der dezentralen Steuerung sowie der Ad-hoc-Planung gilt es, Unsicherheit zu managen. Dies bedeutet nichts weniger als eine kopernikanische Wende in der Logistikforschung, aber auch in der Logistik selbst.

Der Einsatz neuer Technologien verändert die Art und Weise, wie in Deutschland, in Europa und weltweit produziert und gearbeitet wird, grundlegend. Die vierte industrielle Revolution nimmt ihren Lauf. Vorreiter sind die großen Konzerne. Inzwischen kommen Industrie-4.0-Technologien zunehmend in kleinen und mitt-

leren Unternehmen an. Die Unternehmen am Standort Deutschland und in Europa stellen sich auf die neuen Verhältnisse ein, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Sie erproben neue Technologien, ermitteln die Technologieakzeptanz und projizieren die daraus resultierenden Erkenntnisse auf die Gestaltung von Produkten und Dienstleistungen.

So ändert sich in der Industrie 4.0 auch die Rolle der Logistik. Nach der technologiegetriebenen (und notwendigen) vertikalen Vernetzung von Unternehmen und Branchen gewinnt die horizontale Vernetzung, über Unternehmensgrenzen hinaus, zunehmend an Bedeutung und ermöglicht erst hochdynamische globale Wertschöpfungsnetzwerke (siehe Abbildung 2). Logistik 4.0 als bewegende Instanz wird dabei eine wichtige Rolle einnehmen. Sie sorgt nicht nur für den physischen Materialfluss, sondern sichert insbesondere den systematischen Informationsfluss (Informationslogistik) und den Geldfluss (Smart Payment, Smart Contracting) zwischen allen Partnern in horizontalen Netzen. Genau diese Wertschöpfungsnetze sind der Betrachtungsraum für die Social Networked Industry.



ABBILDUNG 2:
Die Logistik als Gegenstand der Betrachtung (Fraunhofer IML)

Die Komplexität der Logistik wächst superexponentiell. So steigt beispielsweise die logistische Datenmenge je Dekade um den Faktor 1000. Die Komplexität erhöht den Planungsaufwand massiv: In produzierenden Betrieben arbeiten heute mitunter nur noch die Hälfte der Mitarbeiter am Produkt, die andere Hälfte ist allein mit der Planung von Prozessen beschäftigt. Die hohe Komplexität geht dabei mit einer ebensolchen Dynamik einher. Diese Entwicklung zeigt sich insbesondere im E-Commerce: Zahlreiche Prognosen gehen davon aus, dass der Onlinehandel mit Wachstumsraten von jährlich über 10 Prozent weiter boomt (HDE 2018). Verbraucher werden immer onlineaffiner und müssen inzwischen nicht einmal mehr am PC sitzen, um einzukaufen. Vielmehr nehmen internetbasierte persönliche Assistenten mit Sprachsteuerung ihre Bestellungen auf. Solche

Trends aus dem B2C-Bereich erreichen immer schneller auch die B2B-Welt. Die Digitalisierung scheint die Trennlinie, die einst zwischen den Märkten verlief, aufzuheben: Technologien wie Augmented Reality und Virtual Reality, Produkte wie Drohnen und Datenbrillen verbreiten sich zeitgleich im Privaten wie in der beruflichen Welt. Die Industrie setzt mehr und mehr auf intelligente Produkte. Der kommissionierende Roboter, die denkende Palette, das sprechende Regal etc. sind längst keine Zukunftsmusik mehr. Die damit verbundene Vernetzung der virtuellen und der physischen Welt ermöglicht völlig neue Formen der Zusammenarbeit von Mensch und Technik. Eine Entwicklung sticht im Rahmen der Digitalisierung besonders heraus: das Entstehen sozialer Netzwerke. Kennzeichen von Social Media bzw. von Sozialen Netzwerken sind unter anderen die immens hohe Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung sowie die Demokratisierung von Informationsprozessen als Vorbild für die vernetzte Wirtschaft von morgen. Aus Betrachtungsrahmen und Treibern der Entwicklung leitet sich die Forschungsfrage ab: Wie können wir die Organisation von Arbeit verschlanken, wie den Planungsaufwand reduzieren? Mit der Social Networked Industry ergeben sich, unter anderem, Potenziale hierfür.

3 | DER WEG IN DIE SOCIAL NETWORKED INDUSTRY

3.1 Entwicklung eines Leitbildes

Die umfangreiche Analyse des Standes der Forschung zur Veränderung der Arbeitsprozesse und -organisation durch Digitalisierung von Hirsch-Kreinsen et al. (2018) zeigt, dass eine zuverlässige Prognose nicht möglich ist. Sowohl positive als auch negative Effekte auf Tätigkeiten, Qualifikation, Kontrollverteilung, Beschäftigung, Flexibilisierung etc. werden kontrovers diskutiert. Daraus ergibt sich zwangsläufig die Notwendigkeit im Rahmen einer konzeptionellen Perspektive, Industrie 4.0 als soziotechnisches System zu gestalten.

Genau dieser soziotechnische Systemansatz muss umfassend verfolgt werden. Die ganzheitliche Betrachtung dieses Ansatzes wurde bereits an anderer Stelle (Hirsch-Kreinsen/ten Hompel 2017; Ittermann et al. 2016) strukturiert und umfangreich beschrieben, deswegen soll im Folgenden der Fokus auf die Umsetzung einer Social Networked Industry auf Grundlage eines soziotechnischen Systems gelegt werden. Insbesondere die Bausteine und mögliche Anwendungsfälle sollen hierbei beleuchtet werden.

Die erste Version zur Notwendigkeit eines Ansatzes zu Social Manufacturing and Logistics wurde bereits 2014 von Hirsch-Kreinsen und ten Hompel in ihrem Rahmenpapier mit gleichem Titel formuliert (ten Hompel 2014). Gegenstand des Papiers ist die Beschreibung eines Forschungsprogramms zum interdisziplinären Einstieg in den komplexen und langlaufenden Prozess der Entwicklung, Diffusion und Implementation von digitalen Produktionsstrukturen. Im Rahmen des vom

Bundeswirtschaftsministerium geförderten Forschungsprojektes „Social Manufacturing and Logistics“ (SoMaLI) wurden technologische, organisatorische und soziale Herausforderungen der Industrie 4.0 untersucht und in das Leitbild „Social Manufacturing and Logistics“ überführt (Ittermann et al. 2016). Parallel hierzu wurde das Konzept einer Social Networked Industry im Rahmen des Fraunhofer Leitprojektes E3 konturiert (ten Hompel et al. 2016). Schließlich konnte das Thema im Rahmen des vom Bundesforschungsministerium geförderten Leuchtturmprojektes „Innovationslabor für Hybride Dienstleistungen in der Logistik“ erfolgreich verstetigt und interdisziplinär erweitert werden (z. B. durch Beiträge der kognitiven Ergonomie (vgl. Beitrag Rinkenauer et al. in diesem Paper). Wenn es überhaupt notwendig erscheint, die Konzepte Social Manufacturing und Social Networked Industry voneinander abzugrenzen, könnte dies über die Bezugs Ebenen erfolgen. Die Bezugsebene des soziotechnischen Leitbilds Social Manufacturing bezieht sich umfassender auf Industriearbeit der Zukunft, während Social Networked Industry stärker auf die Anwendungsdomäne Logistik und Produktion fokussiert.

3.2 Hybride Dienstleistungen

Die Social Networked Industry verändert das Leistungsportfolio von Unternehmen auf vielen Ebenen grundlegend: Neue Geschäftsmodelle, neue Produkte, neue Märkte und eine neue Form der Wertschöpfung entstehen. Die Weiterentwicklung des klassischen Geschäfts in der vernetzten Wirtschaft läuft dabei auf die Hybridisierung von Leistungen hinaus: Unternehmen werden zu umfassenden Lösungsanbietern basierend auf einer intelligenten Verknüpfung von Hardware- und Softwarekomponenten.

Hybride Dienstleistungen bezeichnen dabei 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).

Hybride Dienstleistungen werden durch die rasante Weiterentwicklung der neuen Technologien und die Durchdringung des Massenmarktes ermöglicht. Stark sinkende Preise versetzen Unternehmen in die Lage, die Technik wirtschaftlich einzusetzen. Durch die mit der Erbringung hybrider Dienstleistungen einhergehende Transformation können Unternehmen nicht zuletzt eine engere Bindung zum Kunden aufbauen und höhere Margen erzielen (Hildebrandt 2006).

Genau hieran arbeitet heute das InnoLab Projekt. Die Mission des Forschungsprojektes: Im Innovationslabor „Hybride Dienstleistungen in der Logistik“ entwickeln Wissenschaft und Wirtschaft gemeinsam technologische Innovationen für eine sozial vernetzte Industrie, nämlich die Social Networked Industry. Die Besonderheit des Innovationslabors liegt darin, dass Logistiker und Soziologen hier gemeinsam an diesen Innovationen arbeiten zum Wohl des Menschen in der sozial vernetzten Industrie.

3.3 Interdisziplinäre Zusammenarbeit

Die Digitalisierung ist über lange Zeit als technologisches Innovationsprojekt begriffen worden. Tatsächlich handelt es sich jedoch um ein wirtschaftliches und gesellschaftliches Gestaltungsprojekt. Eine Optimierung bestehender Prozesse durch digitale Technologien muss bei gleichzeitiger Stabilisierung existierender Betriebs- und Arbeitsstrukturen erfolgen. Daher wird die interdisziplinäre Zusammenarbeit ingenieurwissenschaftlicher und sozialwissenschaftlicher Disziplinen eine entscheidende Rolle für den Erfolg der Social Networked Industry spielen. Die interdisziplinäre Kompetenz von Logistikern, Wirtschaftsingenieuren, Maschinenbauern, Informatikern, Soziologen und vieler weiterer Disziplinen muss dazu gebündelt und in maßgeschneiderte, humanorientierte Konzepte überführt werden. Entwicklungsperspektiven für die vernetzte Wirtschaft müssen gleichermaßen aus logistischer, betriebswirtschaftlicher und arbeitssoziologischer Sicht analysiert und erarbeitet werden. Großforschungsprojekte wie das Innovationslabor in Dortmund oder das Future Work Lab in Stuttgart ermöglichen es, ein interdisziplinäres Netzwerk zu knüpfen, in dem Universitäten und Hochschulen, außeruniversitäre Einrichtungen und Institute sowie von Unternehmen getragene strategische Initiativen integriert sind.

So lassen sich neue Wege und Formate der Zusammenarbeit beschreiten, beispielsweise die Kombination von Methoden der Sozialforschung und der Ingenieurwissenschaften. Diese Kombination sorgt dafür, dass die technologischen Ergebnisse auf eine direkte Weise mit der soziologischen Perspektive abgeglichen und problemorientierte Entwicklungen angestoßen werden können. Nur so kann das Potenzial neuer technologischer Entwicklungen im Hinblick auf eine Social Networked Industry vollständig ausgeschöpft werden (Tüllmann et al. 2017).

4 | FÜNF BAUSTEINE DER SOCIAL NETWORKED INDUSTRY

Mit der Weiterentwicklung und dem Einsatz der fünf Bausteine Social Networks, Assistenzsysteme und Smart Devices, Mensch-Technik-Interaktion, digitale Gestaltung und horizontale Vernetzung nimmt die Zukunftsvision der Social Networked Industry Gestalt an. Diese Bausteine charakterisieren die Social Networked Industry und sind gleichzeitig wesentliche Grundlage für die Umsetzung. Jeder Baustein ist eng mit einer Forschungsfrage verknüpft, an der im Rahmen des Innovationslabors gearbeitet wird. Im Folgenden werden die Bausteine beschrieben und die jeweils damit verbundenen Forschungsfragen vorgestellt.

4.1 Soziale Netzwerke

Zentrale Forschungsfrage ist hier: Wie können sich Menschen und Technik in einem digitalen Netz organisieren? Wesentliche Aufgabe dieses Bausteines ist es, ein gemeinsames Verständnis zwischen Mensch und Technologie zu erzeugen, d. h. es geht um Kommunikation. Augenscheinlich ist dies einer der wichtigsten Bausteine der Social Networked Industry, da hier die wesentlichen Methoden und Wirkzusammenhänge verortet werden können.

Der intuitive Umgang mit sozialen Netzwerken und technischen Systemen, wie etwa Smartphones im privaten Bereich, wird schon bald den betrieblichen Alltag immer weiter dominieren. Aus diesem Grund organisieren sich in der Social Networked Industry Mensch und Technik ebenfalls über Social Networks. Diese neuartigen, betriebsübergreifenden sozialen Netzwerke bieten Unternehmen die Möglichkeit zur Steuerung komplexer Systeme mit allen Vorteilen der Technik und dem Menschen als flexiblem Alleskönner. Von sozialen Netzwerken gehen zweifelsohne auch heute bereits vieldiskutierte Gefahren aus: ob Fremdbestimmung des Menschen, Datenmissbrauch oder Sicherheitsrisiken. Es gilt auch, diese Themen bewusst zu adressieren und interdisziplinär zu gestalten.

Damit die neue Form der Kommunikation zwischen Menschen und Technik funktionieren kann, braucht es ein entsprechendes Informationsmodell, das Informationen und Metadaten sinnvoll verknüpft und kontinuierlich anpasst. Sowohl die Mitarbeiter als auch die Technik erhalten in einem Social Network eine virtuelle Entität. So kann im Profil einer einzelnen Maschine beispielsweise nachgelesen werden, welche Auslastung, Defekte, Standorte etc. sie hat. Diese erhöhte Transparenz ermöglicht eine virtuelle Kommunikation und Interaktion (Delfmann 2016).

In Abbildung 3 wird beispielhaft eine Kommunikation zwischen einem autonomen Transportfahrzeug und beteiligten Personen gezeigt. Hierbei plant ein autonomes Fahrzeug einen Transportauftrag (1). Dieser kann aufgrund eines Fehlers auf Fahrzeugseite nicht ausgeführt werden (2). Nun kommuniziert das Transportfahrzeug mit allen erforderlichen „Kollegen“, um eine Fehlerbehebung zu initiieren (3a: Instandhalter), den Auftrag umzuplanen (3b: Transportsystem) und die nachfolgenden Prozesse über die Verzögerung zu informieren (3c: Verpackung etc.).

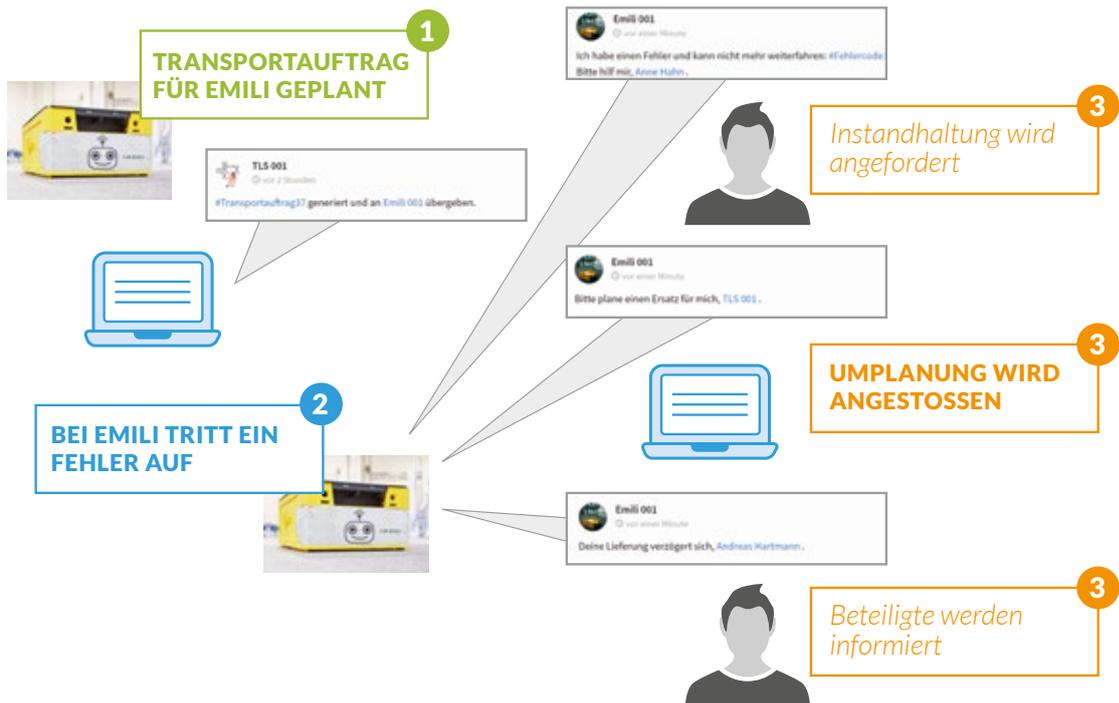


ABBILDUNG 3:

Beispielhafte Kommunikation zwischen Menschen und Maschinen in der Social Networked Industry (Fraunhofer IML)

4.2 Assistenzsysteme und Smart Devices

Zentrale Forschungsfrage ist hier: Wie kann der Mensch in digitale Prozesse eingebunden werden?

Eng mit dem Thema der Social Networks sind Assistenzsysteme und Smart Devices verknüpft. Sie statten den Menschen mit den richtigen Informationen zur richtigen Zeit aus, damit dieser eine bestimmte Entscheidung (z. B. Planung und Steuerung von Unternehmensprozessen) treffen oder eine bestimmte Tätigkeit ausführen kann. Smart Devices sind elektronische Geräte, die kabellos, mobil, vernetzt und mit verschiedenen Sensoren (z. B. Geosensoren, Gyroskopen, Temperatur oder auch Kamera) ausgerüstet sind. Hierunter fallen zum Beispiel Smartphones, Tablet-PCs und Datenbrillen. Der Kern der Forschungsaufgabe ist damit die Schaffung von individuellen und intuitiven Schnittstellen für die Menschen. Anwendungsgebiete sind dabei beispielhaft die Assistenz von digital unterstützten Prozessen bei der Montage (Arbeitsanweisungen, Kommunikation, Abstimmung der Produktionssteuerungssysteme), der Metallverarbeitung (Kopplung ERP-System, Auftragsinformationen), dem Wareneingang bzw. der Vereinnahmung von Gütern (digitalisierter Lieferschein) sowie die Erhöhung der Werkerautonomie (Entscheidungsunterstützung Auftragsreihenfolge).

4.3 Ergonomische Gestaltung

Hier ist die zentrale Forschungsfrage: Welche Formen der Mensch-Technik-Interaktion existieren in Logistiksystemen und wie werden Technikkomponenten für die sichere und adaptive physische Interaktion mit dem Menschen gestaltet? Damit diese Forschungsfrage beantwortet werden kann, muss die Entwicklung grundlegender Modelle zur Mensch-Technik-Interaktion mit einer individuellen, humanzentrierten Arbeitssystemgestaltung einhergehen. Aus diesem Grund kommt der Forschung im Bereich der Kognitiven Ergonomie eine besondere Rolle zu. Dabei steht die Ermittlung von psychischen und kognitiven Arbeitsanforderungen im Fokus, u. a. mittels psychischer und psychophysiologischer Verfahren. Ziel ist die verantwortungsbewusste Gestaltung der Mensch-Technik-Interaktion, die den Mitarbeiter nicht überfordert, sondern sinnvoll unterstützt (vgl. Rinkenauer et al. in diesem Paper).

4.4 Digitale Gestaltung

Zentrale Forschungsfrage ist hier: Wie müssen neue agile Gestaltungs- und Realisierungsprozesse für zukünftige Logistiksysteme aussehen? Neben der reinen Gestaltungsaufgabe gilt es speziell, Flexibilisierungspotenziale in Hinblick auf hochfrequente marktseitige Anpassungsbedarfe nutzbar zu machen. Denn der permanente Wandel ist eines der wesentlichen Kennzeichen der Wirtschaft der Zukunft: Sich stetig ändernde Kundenbedürfnisse, der Trend zur Individualisierung bis hin zur Losgröße eins und die Volatilität der Märkte sind nur ein Teil der Treiber. Logistiksysteme müssen so ausgelegt sein, dass agile Gestaltungs- und Realisierungsprozesse möglich sind. Dies ist Aufgabe einer digitalen Gestaltung. Das Grundkonzept hierbei ist der digitale Zwilling als digitales Abbild eines Logistiksystems mit all seinen Objekten. Er wird über Schnittstellen zum Social Network mit Echtzeitdaten versorgt und spiegelt immer den aktuellen Zustand des Systems wider. Szenarien, wie z. B. das simulierte zukünftige Verhalten eines Systems, können auf einer solchen Datenbasis „ad hoc“ bewertet werden. Solche Simulationssysteme leisten auch einen wichtigen Beitrag zur Akzeptanz neuer Technologien. Die Simulationsumgebungen ermöglichen es nicht nur den Planern, neue Vorhaben oder Änderungen im Aufbau und Ablauf vor der Umsetzung zu testen, sondern auch und gerade den Benutzern und Mitarbeitern. Sie können über die virtuelle Welt des digitalen Zwillings in die laufende Planung eingebunden werden. Im Ergebnis erhöht der digitale Zwilling die Realisierungsgeschwindigkeit der Social Networked Industry. Gleichzeitig steigt die Effizienz, da der physische Umbau und die für den Betrieb notwendige Wissensvermittlung gleichzeitig ablaufen können. Den Belangen des Menschen wird durch die rechtzeitige Einbindung ebenso Rechnung getragen.

4.5 Horizontale Vernetzung

Zentrale Forschungsfrage ist hier: Wie erfolgt zukünftig die Kooperation innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken? Die horizontale Vernetzung (wie in Abbildung 4 dargestellt) wird von verschiedenen Akteuren in einem Ökosystem ermöglicht und treibt zugleich die Entwicklungen der Social Networked Industry an. Man ist sich heute der Bedeutung der horizontalen Vernetzung bewusst. Zwar werden die Grundlagen für vernetzte digitale Services oft auch auf der vertikalen Ebene gelegt, der Schlüssel zu radikalen Innovationen liegt aber auf der horizontalen Ebene. Deswegen konzentriert sich der wesentliche Forschungsbedarf auf den Bereich der effizienten Möglichkeiten zur Intensivierung der hochdynamischen Kooperation in (globalen) Wertschöpfungsnetzwerken. Organisation und Kommunikation zwischen Standorten, Menschen und Maschinen überschreiten dabei deutlich die Unternehmensgrenzen.



ABBILDUNG 4

Horizontale Vernetzung in globalen Wertschöpfungsnetzwerken (Fraunhofer IML)

5 | ANWENDUNGSFÄLLE

Die Social Networked Industry kommt nicht von heute auf morgen, sondern Schritt für Schritt. Forschungsprojekte ermöglichen es, reale Anwendungsfälle aus einzelnen Funktionsbereichen im Sinne eines Proof of Concept zu entwickeln. Sämtliche Anwendungsfälle (Tüllmann et al. 2017) basieren auf aktuellen Herausforderungen aus entsprechenden Funktionsbereichen bzw. Branchen. Sie zeigen auf, wie das jeweilige Gesamtsystem aus Mitarbeitern, Technik und der Organisation im jeweils konkreten Fall gestaltet werden kann. Die Erhöhung der Prozesseffizienz und die sinnvolle Einbindung bzw. Entlastung des Menschen, die organisatorischen Auswirkungen sowie die wirtschaftliche Sinnhaftigkeit werden komplementär behandelt.

5.1 Intralogistik/Handel

Der Trend zur Individualisierung, kurze Lieferzeiten und Multi-Kanal-Bestellungen zwingen den Handel, seine Prozesse, Produkte und Dienstleistungen anzupassen. Dabei stehen die Logistikdienstleister aus Effizienz- wie aus Umweltschutzgründen vor der Herausforderung, trotz immer kleinteiligerer Sendungen eine sinnvolle Konsolidierung der Transporte vorzunehmen und innerhalb immer engerer Zustellfenster zu liefern. Industrie-4.0-Technologien bieten hier innovative Lösungen. Der Einsatz intelligenter Drohnen oder mit künstlicher Intelligenz ausgestattete Roboter bestimmen die aktuelle Diskussion. Tatsächlich bleibt der Mensch weiterhin zentrales Element in der Intralogistik. Doch er kann ganz im Sinne der Social Networked Industry sowohl durch cyberphysische Systeme als auch durch digitale Assistenten bei seiner Arbeit unterstützt werden. Durch das geschickte Verknüpfen des Erfahrungswissens der Mitarbeiter und Optimierung mithilfe technischer Systeme können Unternehmen ihre Ressourceneffizienz verbessern.

5.2 Produktionslogistik

Produzierende Unternehmen werden durch wachsende Ansprüche von Kunden und den steigenden Druck des Wettbewerbs dazu gezwungen sich weiterzuentwickeln, um am Markt zu bestehen. Die Lieferung kundenangepasster Produkte soll zudem „am besten schon gestern“ erfolgen. Diese Situation erhöht die Komplexität der Prozesse, da die Produktionsschritte durch die steigende Variantenvielfalt variieren. Abhilfe kann eine verbesserte Mensch-Technik-Interaktion schaffen, wie sie die Social Networked Industry unterstützt. Durch die Nutzung von Smart Devices über das Social Network können Mitarbeiter so Live-Informationen abrufen, zum Beispiel über den Status der Auftragslage oder die Beendigung eines Produktionsschrittes einer Maschine. Des Weiteren können Mitarbeiter mithilfe digitalisierter und qualifikationsgerechter Arbeitsanweisungen dazu befähigt werden, ohne Vorkenntnisse eine erhöhte Anzahl an Montageschritten korrekt durchzuführen. Zur physischen Unterstützung der Mitarbeiter bei der Arbeit kommen in der Social Networked Industry zudem Fahrerlose Transportsysteme zum Einsatz.

Montagetische stellen sich auf Basis von Informationen aus dem Social Network individuell auf die Bedürfnisse jedes Mitarbeiters ein.

5.3 Transport

Der außerbetriebliche Transport von produzierenden Unternehmen wird in der Regel über externe Dienstleister realisiert, darunter sowohl große Logistikdienstleister als auch kleine Speditionen. Ein kontinuierlicher digitaler Austausch von Informationen zwischen allen Netzwerkpartnern findet derzeit nicht statt. Dies hat zur Folge, dass LKW-Fahrer an den Rampen oft stundenlange Wartezeiten in Kauf nehmen müssen. In der Social Networked Industry ist nicht nur die Vernetzung der Fahrer im außerbetrieblichen Transport, sondern aller an der Warenübergabe beteiligten Mitarbeiter und Prozesse unverzichtbar. Die Warenübergabe muss sich dabei als Bindeglied zwischen Transport und intelligenter Produktion zu einem smarten papierlosen Prozess entwickeln. Sämtliche zur Erfassung und Darstellung relevanten Informationen für Transporteur, Spediteur, Produktionsunternehmen und Sendungsempfänger werden dabei gebündelt. Das gilt auch für die entsprechenden Geräte, die die Mitarbeiter bei ihrer Arbeit unterstützen: In einer Social Networked Industry lassen sie sich auf ein einziges, intuitiv benutzbares Smart Device reduzieren.

5.4 Instandhaltung

In modernen industriellen Produktions- und Intralogistikanlagen produzieren Maschinen bereits heute riesige Datenmengen. Diese Daten bieten das Potenzial, in der Instandhaltung eine erhöhte Transparenz über den Zustand der Maschinen, deren kontinuierlichen Wartungsbedarf sowie die Auslöser von Störfällen zu erhalten und im Ergebnis Störungen und Ausfällen vorzubeugen. Im Rahmen einer Social Networked Industry befähigen innovative Assistenzsysteme den Menschen in der Smart Maintenance, mit der steigenden Informationsmenge einer stark vernetzten Umgebung umzugehen. So helfen zum Beispiel auf mobilen Geräten laufende Assistenzsysteme bei der Fehleridentifikation. Instandsetzung und Wiederinbetriebnahme der Maschine werden ebenfalls durch mobile Endgeräte, etwa mithilfe von Augmented Reality, unterstützt und dokumentiert – sowohl zur Verbesserung der nachfolgenden Instandhaltungsaufträge als auch zur Unterstützung von Qualifizierungsmaßnahmen. Reibungslose und vor allem praxistaugliche Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine werden mithilfe von AR-Technologien ermöglicht.

5.5 Virtual Training

Logistikzentren müssen flexibel auf Änderungen des Marktes, der Produkte und neuer Dienstleistungen reagieren. Gleichzeitig muss die Arbeitsumgebung stets an die Bedürfnisse der Mitarbeiter angepasst und betriebswirtschaftlich sinnvoll genutzt werden. Die Social Networked Industry ist darauf ausgelegt, dass die

Shopfloor-Mitarbeiter ihre Arbeitswelt in zukünftigen Planungsphasen gemeinsam mit dem Planer gestalten. In Virtual Training Labs lässt sich beispielsweise das Ergebnis von Umplanungen unter anderem in der virtuellen Realität erfahren und auf seine Machbarkeit beziehungsweise Praktikabilität prüfen. Mitarbeiter, die von Änderungen betroffen sind, können bereits vor oder parallel zur Realisierung in der virtuellen Realität an der sinnvollen Arbeitsplatzgestaltung mitwirken und geschult werden. Durch virtuelle Trainingsmethoden können die Mitarbeiter in einer realitätsnahen Umgebung angelernt werden.

6 | VERANTWORTUNGSZUSCHREIBUNGEN ZWISCHEN MENSCH UND TECHNIK

Bei der vernetzten Zusammenarbeit von Mensch und Technik stellt sich zwangsläufig die Frage, welche Aufgaben in Zukunft in den Verantwortungsbereich des Menschen und welche in den der Technik fallen. Die Frage, wie Risiko und Verantwortung geteilt werden, ist extrem relevant und Inhalt von verschiedenen Forschungsprojekten. Beispielsweise hat auch der Wissenschaftliche Beirat der Bundesvereinigung Logistik (BVL) diese Frage unlängst zu einer der elf zentralen Forschungsfragen der Logistik erklärt (Delfmann 2016).

Die Komplexität des Themas lässt sich gut anhand der Szenarien verdeutlichen, die aktuell im Bereich des autonomen Autofahrens diskutiert werden. Zwar wurde im Mai 2017 ein Gesetz gebilligt, das erstmals grundsätzliche Haftungsfragen bei Unfällen klärt. Weiterhin offen sind allerdings ethische Fragen zur Programmierung des Fahrzeugverhaltens bei Unfällen. Von solchen Fragestellungen bleibt auch die Social Networked Industry nicht unberührt.

Die Logistikforschung konzentriert sich insbesondere darauf, unter welchen Voraussetzungen die beschriebene Zusammenarbeit von Menschen und Maschinen in einer Social Networked Industry für den Menschen akzeptabel erscheint und nachvollziehbar sozialverträglich ist. Aus den korrespondierenden Forschungsergebnissen lassen sich Funktionalität, Design und Software für technische Systeme ableiten, die den Menschen fördern und entlasten (ten Hompel 2018).

7 | SICHERER UND SOUVERÄNER UMGANG MIT DATEN

Neben der Verantwortung für das Handeln in der Social Networked Industry sind insbesondere ein sicherer und souveräner Umgang mit Daten ein entscheidender Erfolgsfaktor für die Gestaltung von zukünftigen Systemen.

Die Kommunikation im Netzwerk und damit die Social Networked Industry werden erst durch die intelligente Verknüpfung von Daten aller Akteure innerhalb von

Unternehmen und über Unternehmensgrenzen hinweg möglich. Die konsequente Nutzung von Daten stellt zudem einen erheblichen Wettbewerbsvorteil dar. Allerdings gibt es gleichzeitig ein originäres Interesse, die eigenen Daten zu schützen und zu kontrollieren. Geben Unternehmen große Datenmengen preis, möchten sie sicher sein, dass diese zweckgebunden genutzt werden. Mit dem Aufbau und der Entwicklung des Industrial Data Space, den die gleichnamige Forschungsinitiative sowie die 2016 gegründete International Data Spaces Association vorantreiben, wird derzeit die Infrastruktur für den sicheren Datenaustausch und die Datensouveränität von Unternehmen in Geschäftsökosystemen aufgebaut. Das Thema Datensicherheit spielt in der Social Networked Industry im Übrigen auch im Hinblick auf den Menschen selbst eine wichtige Rolle: So muss gewährleistet sein, dass durch die Nutzung oder Produktion von Daten durch den Menschen seine Anonymität erhalten bleibt bzw. seine Privatsphäre gewahrt wird. Auch hierbei kann der Industrial Data Space richtungsweisend wirken.

8 | FAZIT

Im Ergebnis geht von dem Leitbild der Social Networked Industry ein wichtiges Signal aus: Industrie 4.0 braucht den Menschen und dient dem Menschen. Damit die Vision der gemeinschaftlichen Arbeit von Menschen und Maschinen Wirklichkeit werden kann, muss sich die Industrie mit neuen Möglichkeiten der Zusammenarbeit auseinandersetzen. Die Menschen müssen bereit sein, lebenslang zu lernen, und die Maschinen müssen mit einem „maschinellen Verantwortungsbewusstsein“ ausgestattet werden. Das Verhältnis des Menschen zu intelligenten Maschinen wird sich dann in eine Richtung entwickeln können, in der wir auch in der Mensch-Maschine-Kommunikation von einer Art »vertrauensvoller Zusammenarbeit« sprechen werden.

Konkrete Schritte zur Entwicklung eines positiven Zukunftsbilds von Industrie 4.0, in dem Menschen und Maschinen gleichsam in einem Team arbeiten, sind durch neue Forschungsvorhaben und Netzwerke bereits eingeleitet.

Den Nutzen der laufenden (technischen) Entwicklung für den Menschen zu heben, ist eine gesellschaftliche Aufgabe, aber zugleich auch mit ökonomischer Zweckmäßigkeit verbunden. Es werden sich die Entwicklungen und Dienste durchsetzen, die einen unmittelbaren und auf den Menschen gerichteten Nutzen vermitteln. Es wird sich jedoch keine Technik mehr durchsetzen, die dem Menschen absehbar schadet. Die Geschichte zeigt aber zugleich, dass revolutionäre Entwicklungen Gestaltungswillen, schnelles Handeln und hohe Investitionen erfordern. Dabei erfordert adäquate Gestaltung ein hohes Maß an Interdisziplinarität.

LITERATUR

Delfmann, W./ ten Hompel, M./ Kersten, W./ Schmidt, T./ Stölzle, W. 2016: Logistik als Wissenschaft – zentrale Forschungsfragen in Zeiten der vierten industriellen Revolution. Positionspapiere des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesvereinigung Logistik (BVL) Bremen

HDE Online-Monitor 2018: Handelsverband Deutschland: 2018 – Marktdaten und Analysen zum Onlinehandel in Deutschland. https://www.einzelhandel.de/index.php?option=com_attachments&task=download&id=9449 (zuletzt: 14.10.2018)

Hirsch-Kreinsen, H./ ten Hompel, M./ Ittermann, P./ Dregger, J./ Niehaus, J./ Kirks, T./ Mättig, B. 2018: „Social Manufacturing and Logistics“ – Arbeit in der digitalisierten Produktion. In: Wischmann, S./ Hartmann, E. (Hg.): Zukunft der Arbeit – Eine praxisnahe Betrachtung, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, S. 175–194

Ittermann, P./ Niehaus, J. /Hirsch-Kreinsen, H./ Dregger, J./ ten Hompel, M. 2016: Social Manufacturing and Logistics. Gestaltung von Arbeit in der digitalen Produktion und Logistik. Soziologisches Arbeitspapier Nr. 47/2016, Dortmund

Ittermann, P./ Eisenmann, M. 2017: Hybride Dienstleistungen und Wandel der Arbeit: Herausforderungen und Perspektiven in der Logistik. Soziologisches Arbeitspapier Nr. 50/2017, Dortmund

Hildenbrand, K. 2006: Strategisches Dienstleistungsmanagement in produzierenden Unternehmen. Dissertation, Universität St. Gallen. Bamberg: Difo Druck GmbH

ten Hompel, M. 2018: Mensch und Maschine als neues Team. Verkehrsrundschau Who is Who Logistik 2018, Springer Verlag, München, S. 12–15

ten Hompel, M./Hirsch-Kreinsen, H. 2014: Social Manufacturing and Logistics. Rahmenpapier Forschung Industrie 4.0 als soziotechnisches System, Dortmund

ten Hompel, M./ Putz, M./ Nettsträter, A. 2016: Whitepaper »Social Networked Industry«. Für ein positives Zukunftsbild von Industrie 4.0. Internet: https://www.e3-produktion.de/content/dam/iwu/e3-produktion/de/documents/E3_Whitepaper_SocialNetworkedIndustry_Web.pdf (zuletzt: 1.9.2018)

ten Hompel, M./ Vogel-Heuser, B./ Bauernhansl, T. 2017: Handbuch Industrie 4.0 Bd. 3: Logistik. Springer-Verlag GmbH, Berlin

Tüllmann, C./ ten Hompel, M./ Nettsträter, A./ Prasse, C. 2017: Social Networked Industry ganzheitlich gestalten (Whitepaper), in Schriftenreihe Future Challenges in Logistics and Supply Chain Management, Fraunhofer IML, DOI 10.24406/IML-N-462112

ZUM KONZEPT

DES SOZIOTECHNISCHEN

SYSTEMS – BEDEUTUNG

UND KRITIK



Hartmut Hirsch-Kreinsen

Die gegenwärtige wissenschaftliche Debatte über die Gestaltungsperspektiven von Arbeit unter den Bedingungen des Einsatzes „smarter“ digitaler Technologien betont vielfach die Notwendigkeit einer ganzheitlichen soziotechnischen Analyse- und Gestaltungsperspektive. Nur dann könne die Komplexität des derzeitigen und absehbaren Wandels von Arbeitsprozessen wirklich verstanden und humanorientierte Gestaltungsoptionen für Arbeit identifiziert und systematisch genutzt werden. Konzeptionell wird dabei in der Regel auf das Analyse- und Gestaltungskonzept des soziotechnischen Systems (STS) zurückgegriffen. Vor allem im Rahmen des laufenden Diskurses über Industrie 4.0 und einer ganzen Reihe von vor allem anwendungsorientierten Untersuchungen und Gestaltungsprojekten hat dieses Konzept bislang ohne Frage seine Fruchtbarkeit unter Beweis gestellt. Gleichwohl verweist die neuere Diskussion über das STS-Konzept auch auf eine Reihe von offenen Fragen. Insbesondere zeigen neuere Studien (z. B. Leonardi 2012; Winter et al. 2014) wie auch eigene Forschungsergebnisse (z. B. Hirsch-Kreinsen/ten Hompel 2016), dass dieses Konzept den Besonderheiten der neuen digitalen Technologien und einem sich damit wandelnden Verhältnis von Technik und Arbeit begrifflich nur noch bedingt gerecht wird. Daher soll im Folgenden das STS-Konzept einer kritischen Reflexion unterzogen werden. Im ersten Schritt der Argumentation soll seine bisherige konzeptionelle Bedeutung resümiert werden. Im zweiten Schritt soll seine spezifische Leistungsfähigkeit in Hinblick auf Gestaltungsoptionen von digitalisierter Arbeit zusammengefasst werden, im dritten Schritt sollen einige Defizite des Konzepts zur Diskussion gestellt werden und ausgehend davon soll im vierten Schritt ein erweiterter Technikbegriff entwickelt werden, der den spezifischen Bedingungen digitaler Technologien Rechnung trägt. Abschließend sollen Bedeutung und Status des Konzepts bewertet werden.

1 | ZUR BISHERIGEN BEDEUTUNG DES STS-KONZEPTS

Das STS-Konzept geht im Einzelnen auf unterschiedliche disziplinäre Kontexte zurück. Zu nennen sind hier z. B. der teilweise systemtheoretisch informierte techniksoziologische Diskurs, die arbeitssoziologische Forschung, die sich auf die frühen Automatisierungsuntersuchungen des Tavistock-Instituts bezieht, und schließlich auch die arbeitswissenschaftliche und managementorientierte Sicht auf das Verhältnis von Mensch, Technik und Organisation. Im Bereich der arbeitssoziologischen Forschung spielen vor allem die Arbeiten des Tavistock-Instituts eine einflussreiche Rolle, die ihren Ursprung im Kontext von Untersuchungen über Prozesse der Teilautomatisierung und damit einhergehender Veränderungen von Arbeit im walisischen Kohlebergbau Ende der 1940er Jahre haben (Trist/Bamforth 1951; Trist 1981). Obgleich in der Forschung nicht immer einheitlich definiert, kann in einer ersten Näherung und in Anlehnung an Rice (1963) unter einem soziotechnischen System eine abgegrenzte Produktionseinheit verstanden werden, die aus interdependenten technologischen, organisatorischen und personellen Teilsystemen besteht. Zwar begrenzt das technologische Teilsystem die Gestaltungsmöglichkeiten der beiden anderen Teilsysteme, jedoch weisen diese eigenständige soziale und arbeitspsychologische Eigenschaften auf, die wiederum auf die Funktionsweise des technologischen Teilsystems zurückwirken. Die grundlegende Erkenntnis der Tavistock-Studien war, dass die organisationalen und menschlichen, generell die „sozialen“ Elemente eines Produktionsprozesses mit technischen Systemen in einer Wechselwirkung zueinander stehen, eng gekoppelt sind und nur bei gemeinsamer aufeinander abgestimmter Gestaltung produktive Ergebnisse erbringen. Die zentrale Annahme des Konzepts ist daher, dass die Entwicklung eines STS notwendigerweise auf dem Prinzip der „Joint Optimization“ seiner technischen und sozialen Elemente innerhalb bestimmter System- bzw. Organisationsgrenzen beruht.

Dieser Ansatz bot vor allem in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts die konzeptionelle Basis für die arbeitsorientierte Gestaltung von Produktionsprozessen in vielen Projekten und die kritische Antwort auf die damals vorherrschende technikzentrierte und instrumentelle Sicht auf Arbeitsprozesse des Scientific Managements. Damit bot die STS-Forschung eine Begründung dafür, wie man durch systemübergreifende Arbeitsgestaltung dehumane Formen von Arbeit vermeiden und qualifikationsorientierte Strategien der Arbeitsgestaltung realisieren kann (Klein 2005). Die STS-Sichtweise wurde im weiteren Verlauf der damaligen Forschung vor allem auch mit der Debatte um die Qualität des Arbeitslebens und der nordeuropäischen Bewegung zur industriellen Demokratisierung in den 1970ern verknüpft und gewann auf diesem Wege nachhaltige arbeitspolitische Bedeutung (Davis 1977). Voraussetzung hierfür war nicht zuletzt, dass das Konzept arbeitspolitisch einen gemeinsamen Handlungsbereich von Kapital und Arbeit zur Gestaltung von Arbeit markierte (Sydow 1985). Der Wandel arbeitspolitischer Konjunkturen, neue Fragestellungen, insbeson-

dere aber das weitgehende Verschwinden von Technik aus der Perspektive der Arbeitsforschung implizierten in den letzten zwei Jahrzehnten ein deutlich nachlassendes Interesse am STS-Konzept. Erst im Kontext der Debatte um die schnell wachsende Bedeutung von Informationstechnologien wird zunehmend wieder auf das STS-Konzept zurückgegriffen. Die damit verfolgten Ziele sind ähnlich wie die im Kontext der kritischen Auseinandersetzung mit dem Taylorismus Jahrzehnte zuvor: Im laufenden teilweise sehr anwendungsorientierten Digitalisierungsdiskurs erweist sich der Rückgriff auf dieses Konzept als fruchtbar und hilfreich, da damit technikzentrierte Verkürzungen und technikdeterministische Auffassungen überzeugend konterkariert und erweitert werden können. Vor allem im deutschen Industrie-4.0-Diskurs wird dem Konzept nicht nur von der arbeitnehmerorientierten Forschung, sondern auch in der technikwissenschaftlichen und politischen Debatte eine zunehmende Bedeutung beigemessen. Denn es verspricht für die Beteiligten einen einsichtigen konzeptionellen Ansatzpunkt dafür, dass der unterstellten Bedeutung qualifizierter Arbeit bei Industrie 4.0 durch entsprechende Gestaltungskriterien Rechnung getragen werden kann (z. B. Forschungsunion/acatech 2013: 40ff.).

2 | SOZIOTECHNISCHE GESTALTUNGSOPTIONEN DIGITALER ARBEIT

Fragt man nun nach der spezifischen Leistungsfähigkeit des STS-Ansatzes, so sind die folgenden Punkte zu betonen:

- Zum Ersten geht es diesem Ansatz zufolge nicht um die Frage nach entweder Technik oder Mensch, sondern anzustreben ist eine komplementäre Gestaltung der einzelnen Systemelemente zu einem aufeinander abgestimmten soziotechnischen Gesamtsystem. Das oben angeführte Gestaltungsprinzip der Joint Optimization aller Systemelemente verweist darauf. Bei der komplementären Gestaltung des Gesamtsystems sollte das leitende Kriterium stets sein, die Potenziale einer qualifikationsorientierten Gestaltung der Arbeit bestmöglich auszuschöpfen (z. B. Grote 2018).
- Zum Zweiten sind die dafür zentralen Gestaltungsräume daher weniger die einzelnen Teilsysteme als vielmehr die Interdependenzen zwischen Technik, Mensch und Organisation. Konkret geht es um die Auslegung der funktionalen Interdependenzen bzw. der Schnittstellen zwischen den technischen, menschlichen und organisationalen Teilsystemen. Für deren konkrete Ausgestaltung spielen neben funktionalen und ökonomischen Erfordernissen vor allem die normativen Vorgaben über „gute“ Arbeit sowie divergierende soziale und arbeitspolitische Interessenlagen eine wichtige Rolle.

Ausgehend von diesen Überlegungen lassen sich eine Reihe grundlegender sozio-technischer Gestaltungskriterien für die Schnittstellen zwischen Mensch, Technik und Organisation benennen. Beispielhaft seien im Folgenden hierzu Ergebnisse eines empirischen Forschungsprojektes angeführt, in dessen Kontext unter dem Titel „Social Manufacturing and Logistics“ Gestaltungskriterien guter digitaler Industriearbeit entwickelt worden sind. Unterstrichen werden muss dabei, dass diese Gestaltungskriterien einerseits weit in den tradierten Wissensbestand der Arbeitsforschung und Arbeitsgestaltung zurückreichen. Andererseits aber eröffnen die neuen Technologien neue Möglichkeiten, diese Gestaltungsziele umzusetzen. Als wichtige Gestaltungskriterien seien die folgenden hervorgehoben (vgl. dazu zusammenfassend Hirsch-Kreinsen/ten Hompel 2016; Ittermann et al. 2016).

2.1 Schnittstelle Mensch–Maschine

Als zentrale Kriterien für die Gestaltung der Schnittstelle zwischen Maschine und Mensch lassen sich zunächst die Kriterien der Kontextsensitivität hervorheben. Sie umfassen Aspekte einer ergonomisch orientierten Anpassung von digitalen Systemen an spezifische Arbeitsbedingungen und Belastungen, ggf. eine systematische Belastungskontrolle oder die Automatisierung besonders belastender Tätigkeiten. Darüber hinaus geht es dabei um eine situationspezifisch optimale Bereitstellung von Daten und Informationen zur Sicherung eines störungsfreien Arbeitsflusses und die Vermeidung stressauslösender und belastender Unterbrechungen. Zudem ist eine intelligente Anpassungsfähigkeit der Informations- und Assistenzsysteme an jeweils unterschiedliche, teilweise individuell verschiedene Qualifikationsniveaus möglich, um damit technologisch die Möglichkeiten für kontinuierliche Lern- und Qualifizierungsprozesse zu gewährleisten.

Weiteres Gestaltungskriterium ist der erwähnte Aspekt der Komplementarität, der auf zwei Aspekte der Mensch-Maschine-Interaktion abstellt: Zum einen geht es um eine flexible situationspezifische Funktionsteilung zwischen Mensch und Maschine, zum anderen sollen die Voraussetzungen für eine hinreichende Transparenz und Kontrollierbarkeit des Systems durch die Beschäftigten geschaffen werden. Relevante Gestaltungsaspekte sind dabei: Sichere Mensch-Maschine-Interaktion durch intuitiv bedienbare und schnell erlernbare Anlagen sowie zielgerichteter und situationspezifischer Zugang zu digitaler Information in Echtzeit, um damit digital gestützte Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten der Beschäftigten zu sichern und auszubauen.

2.2 Schnittstelle Mensch–Organisation

Ein leitendes Kriterium für die Gestaltung von Tätigkeiten an der Schnittstelle Mensch und Organisation kann durch das Stichwort „Ganzheitlichkeit“ bezeichnet werden. Damit wird auf die Vollständigkeit von Tätigkeiten in doppelter Hinsicht abgestellt: 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 ab. Ganzheitlichkeit der Tätigkeiten ist die Voraussetzung für hohe Handlungsspielräume sowie die Selbstorganisation von Arbeit. Schließlich werden damit auch die arbeitsorganisatorischen Voraussetzungen für Lern- und kontinuierliche Qualifizierungsprozesse hergestellt.

Ein weiteres Kriterium für die Gestaltung von Tätigkeiten an der Schnittstelle Mensch und Organisation ist der Aspekt der Dynamik von Tätigkeiten. Es zielt auf arbeitsorganisatorische Möglichkeiten für einen systematischen Aufgabenwechsel ab, um Lernprozesse zu ermöglichen und zu fördern. Zudem ermöglichen die neuen Social-Media-Funktionen der digitalen Technologien die interdisziplinäre Kommunikation und Kooperation zwischen verschiedenen spezialisierten Beschäftigten und damit die Steigerung der Innovationsfähigkeit der Arbeit und das Finden neuer Lösungen. Zugleich wird im Kontext nur wenig strukturierter Arbeitsformen auch der Einsatz von Mitarbeitern mit unterschiedlichen Fähigkeiten und Leistungsvoraussetzungen möglich, z. B. in altersgemischten Arbeitsgruppen. Schließlich sind wenig strukturierte und dynamische Arbeitsprozesse vielfach die Voraussetzung dafür, um angesichts der wachsenden Komplexität von Anlagen und Systemen in unbestimmten und unstrukturierten Situationen handlungs- und entscheidungsfähig zu sein und Störungen effektiv beheben zu können. Die Umsetzung dieser Gestaltungskriterien führt zu einer Form der Arbeitsorganisation, die durch eine lockere Vernetzung unterschiedlich qualifizierter, aber gleichberechtigt agierender Beschäftigter in horizontaler wie auch vertikaler Dimension gekennzeichnet ist. Dieses Muster zeichnet sich durch ein hohes Maß an struktureller Offenheit, eine sehr begrenzte Arbeitsteilung, selbstorganisierte Tätigkeiten und hohe Flexibilität aus.

2.3 Schnittstelle Technologie–Organisation

Als das zentrale Gestaltungskriterium für die Schnittstelle zwischen Organisation und Technologie ist die weitreichende Einführung von dezentralisierten Organisationssegmenten anzusehen. Damit können einerseits die Gestaltungspotenziale der neuen, im Vergleich zu früheren IT-Systemen ausgeprägt dezentralen digitalen Technologien organisatorisch genutzt werden. Andererseits stellen dezentralisierte Organisationssegmente eine organisatorische Rahmenbedingung dafür dar, neue Formen humanorientierter innovativer Industriearbeit zu schaffen. Relevante Kriterien sind auch hier Ganzheitlichkeit und Selbstorganisation von Arbeit, Polyvalenz der Tätigkeiten und interdisziplinäre Projektgruppen. Damit liegt ein nachhaltiger Umbau der gesamten Prozessorganisation in ihren verschiedenen Dimensionen nahe. In organisatorisch-horizontaler Hinsicht geht es um die flexible Integration unterschiedlich spezialisierter Funktionsbereiche. In der vertikalen Dimension wird tendenziell die bisherige Arbeitsteilung zwischen ausführenden Shopfloor-Funktionen und indirekten Bereichen aufgehoben und durch

neue Formen flexibler und interdisziplinärer Kooperation ersetzt. Schließlich ist eine Neuorganisation von Managementfunktionen, etwa von Produktions- und Betriebsleitungen, in Hinblick auf den Wandel ihrer Entscheidungskompetenzen und die Verantwortungsverlagerung auf nachgeordnete Ebenen unabdingbar.

3 | OFFENE FRAGEN DES STS-KONZEPTS

Die skizzierten Forschungsergebnisse zeigen ohne Frage die Nutzbarkeit und Leistungsfähigkeit des STS-Konzepts. Zugleich aber wird deutlich, dass die Nutzung des STS-Konzepts zunächst einmal nur zu sehr generellen Aussagen und Kriterien der Arbeitsgestaltung führt. Es fehlt eine Verknüpfung der STS-Prinzipien mit je konkreten Nutzungsbedingungen und Funktionsweisen verschiedener Industrie-4.0-Systeme. Kritischer formuliert: aufgrund seiner Generalität können mit dem STS-Konzept spezifische Funktionsbedingungen und Anwendungsdomänen digitaler Technologien nicht systematisch erfasst werden. Die folgenden Defizite der vorliegenden Fassung des STS-Konzepts können hierfür als maßgeblich angesehen werden:

Zum Ersten bleibt das STS-Konzept einer konventionellen und sehr statischen technisch-organisatorischen Arbeitssituation analytisch und arbeitspolitisch verhaftet. Kategorial wird Technologie eindimensional als Automatisierungstechnik begriffen, und das technische und das soziale Teilsystem werden zwar als interdependent, grundsätzlich aber als lose gekoppelt angesehen. Damit wird dieses Konzept den technisch-organisatorischen Besonderheiten neuer digitaler Technologien kaum gerecht. So verweist die Arbeitsforschung seit Langem darauf, dass unter den Bedingungen des fortschreitenden Einsatzes moderner Informationstechnologien Technologie und Arbeit als funktionale, dynamisch miteinander verschränkte Einheit zu begreifen seien, die Gegenstand von sich gleichermaßen auf beide Elemente richtenden Rationalisierungsstrategien von Unternehmen seien (z. B. Leonardi 2012; Winter et al. 2014). In der techniksoziologischen Forschung wird diese enge Verschränkung mit dem Begriff der hybriden Mensch-Maschine-Systeme gefasst, in denen sich das Aufgaben- und Handlungsverhältnis zwischen Technik und Mensch in spezifischer Weise stets erneut einspielt. Argumentiert wird hier mit dem Begriff des „verteilten Handelns“, das in Hinblick auf die funktionale Verteilung von Aufgaben sowohl innerhalb eines technischen Systems als auch zwischen einem technischen System und menschlichem Handeln verortet wird. Damit, so die Schlussfolgerung, könne nur in einer Technik und Mensch umfassenden Hybridperspektive in soziotechnischen Konstellationen die Verteilung von Aktivitäten und Autonomiegraden sichtbar gemacht werden (z. B. Rammert/Schulz-Schaeffer 2002; Schulz-Schaeffer 2017). Diese Sicht auf das Verhältnis von Technik und Arbeit impliziert einen multidimensionalen Technikbegriff. Neben einer Automatisierungsfunktion weist danach Technik auch Informations- und Regulationsfunktionen auf, die im STS-Konzept letztlich der Organisations-

dimension zugeschrieben werden. Anders formuliert: Aufgrund der gewandelten technologischen Bedingungen droht der tradierte „Dreiklang von Technik, Arbeit und Organisation [...] disharmonisch zu werden [...]“ (Pfeiffer 2010: 249). Zum Zweiten erweist sich das STS-Konzept aus einer soziologischen Perspektive als unterkomplex. Denn umgebende Rahmenbedingungen werden nur unzureichend in die Überlegungen einbezogen. Zwar wird davon ausgegangen, dass ein STS stets mit übergeordneten, unternehmensstrategischen und gesellschaftsstrukturellen Faktoren verknüpft ist (Rice 1963), jedoch bleibt offen, wie dies geschieht. Kritik richtet sich vor allem auf den Umstand, dass das STS-Konzept aufgrund seines primären Fokus auf den „Container“ innerbetrieblicher Funktionsbereiche neuere Trends betriebsübergreifender Vernetzung nicht systematisch berücksichtigt. Insbesondere erforderten die dynamischen Trends der aktuellen Digitalisierungsphase, die mit Begriffen wie Serviceorientierung, Big-Data-basierte neue Geschäftsmodelle oder Plattformökonomie gefasst werden, eine Abkehr von dem statischen Verständnis einer anzustrebenden Joint Optimization von Technik und Arbeit zugunsten eines dynamischen Verständnisses bedingungsabhängiger kontinuierlicher Anpassungs- und Abstimmungsprozesse (Walker et al. o.J.; Winter et al. 2014).

Zum Dritten werden sozioökonomische Rahmenbedingungen nicht systematisch in die STS-Analyse einbezogen und es wird nicht gefragt, in welcher Weise technisch-organisatorische Gestaltungsstrategien dadurch bedingt, restringiert oder auch gefördert werden (vgl. Benz-Overhage et al. 1982: 18ff.). Zunächst handelt es sich dabei um die Dimension unterschiedlicher sektoraler Strukturbedingungen, die verschiedene soziotechnische Gestaltungsansätze nahe legen. Man denke nur an die klassischen divergenten Strukturbedingungen zwischen der qualifikationsintensiven Einzel- und Kleinserienfertigung der Investitionsgüterindustrie, die seit jeher hochdigitalisierten Prozessindustrien und die standardisierten Anlernprozesse im Logistikbereich sowie die damit einhergehenden ebenso unterschiedlichen Spielräume der technisch-organisatorischen Prozessgestaltung. Weiterhin geht es hier um die offene Frage nach dem Einfluss sozioökonomischer Strukturbedingungen. So wird schon seit den 1980er Jahren in industriesoziologischen Studien darauf verwiesen, dass der strukturelle Wandel des fordistischen Produktionssystems, insbesondere der Wandel von sog. Verkäufer- zu Käufermärkten eng mit dem Einsatz von Computertechnologien zur flexiblen Automatisierung und Steuerung von Arbeitsprozessen zusammenhängt (z. B. Brandt et al. 1978; Benz-Overhage et al. 1982; Altmann et al. 1986; Bergmann et al. 1989). Daher liegt besonders auch aktuell die Frage nahe, inwieweit der gegenwärtige Digitalisierungsschub mit der sozioökonomischen Entwicklung, insbesondere dem Wandel auf den globalisierten Absatz- und Beschaffungsmärkten, in Zusammenhang gebracht werden kann. Die bisherigen Fassungen des STS-Konzepts geben hierzu keine Hinweise.

4 | EIN ERWEITERTER TECHNIKBEGRIFF

Ohne im gegebenen Rahmen die genannten Kritikpunkte systematisch diskutieren zu können, soll im Folgenden insbesondere auf die Kritik an dem konventionellen Technikbegriff eingegangen werden. Denn ein weiterentwickeltes Verständnis der Technik ist angesichts der rasanten digitalen Entwicklung eine zentrale Voraussetzung dafür, den gegenwärtigen soziotechnischen Wandlungsprozess hinreichend verstehen zu können.

4.1 Multifunktionalität digitaler Technologien

Ausgangspunkt der Überlegungen müssen die Besonderheiten moderner Informationstechnologien im Unterschied zu herkömmlichen Produktionstechnologien sein. Diese fasst beispielsweise Shoshana Zuboff in ihrer wegweisenden Publikation schon aus dem Jahr 1988 (Zuboff 1988; Boos et al. 2013) als funktionale Dualität zwischen „automate“ und „informate“. Diese Unterscheidung, so ihr Argument, ermögliche ein Verständnis der Digitalisierung, das sowohl bekannte Kontinuitäten als auch neue Qualitäten und Diskontinuitäten industrieller Entwicklung einschlieÙe. Informationstechnologien haben danach zunächst eine Automatisierungsfunktion, die die Kontinuität und traditionelle Logik technologischer Rationalisierung fortsetze, die Abhängigkeit der Prozesse von Qualifikation und Arbeit reduziere und damit vor allem Substitutionseffekte von Arbeit nach sich ziehe. Zugleich aber, so Zuboff, weisen neue Technologien eine Informationsfunktion auf, die zu einer steigenden Verfügbarkeit von Daten und Informationen über die Prozesse und damit ihrer verbesserten Plan-, Steuer- und Kontrollierbarkeit führe. Dies bezeichne die besondere und neue Qualität von IT-Technologien.

Um diese neue Qualität aus soziologischer Sicht genauer zu bestimmen, soll auf einen gesellschaftstheoretischen Ansatz des Frankfurter Instituts für Sozialforschung (IfS) zurückgegriffen werden, der schon Ende der 1970er / Anfang der 1980er Jahre im Rahmen mehrerer „Computerstudien“ (IfS 1974; Brandt et al. 1978; Benz-Overhage et al. 1982) entwickelt wurde. Indem die damaligen Autoren Computertechnologien als Steuerungs- und als Organisationstechnologien verstehen, gehen sie ähnlich wie Zuboff (1988) ebenfalls von einem mehrfachen funktionalen Charakter moderner Computertechnologien aus. Davon ausgehend lassen sich für die gegenwärtig diskutierten digitalen Technologien die folgenden Bestimmungen präzisieren:

- Zum einen fungieren sie als Automatisierungstechnologien und zielen als erweitertes Rationalisierungsmittel auf die fortschreitende Substitution von manueller und intellektueller Arbeit; als konkrete Beispiele sind hier moderne Robotiksysteme, cyberphysische Steuerungssysteme, additive Produktionsverfahren sowie vernetzte Engineering- und Planungssysteme der verschiedensten Art zu nennen.

- Zum Zweiten sind sie als Arbeitsmittel zu begreifen, durch die Arbeit unterstützt und erleichtert, aber partiell auch substituiert wird; konkrete Beispiele hierfür sind Exoskelette, Systeme der ergonomischen Unterstützung und Handhabung schwerer Arbeiten oder auch Assistenzsysteme zur Planung und Programmierung von Arbeitsprozessen und Anlagen.
- Zum Dritten sind digitale Technologien in besonderer Weise als Organisationstechnologie zu verstehen. Denn auf der Basis der systematischen Verarbeitung von Daten und Informationen über die Produktion übernehmen sie zunehmend autonom die Regelungsaufgaben von Produktionsprozessen, die zuvor auf organisatorischem Wege erbracht worden sind.

Ohne Frage handelt es sich dabei um eine analytische Unterscheidung, lassen sich empirisch diese drei Funktionsbereiche oftmals doch nur schwer trennen. Den skizzierten Überlegungen folgend soll jedoch mit dem Begriff der Organisationstechnologie die zentrale Funktion gerade auch der neuen digitalen Technologien bezeichnet werden.

4.2 Digitale Technologien als Organisationstechnologie

Ausgangspunkt dieser Kategorie Organisationstechnologie ist eine auf Willi Pöhler zurückgehende Annahme, wonach diese auf eine rationelle Verzahnung von Produktionstechnik und Arbeitsorganisation zielt und Teilprozesse nach einem vorgegebenen Schema organisiert (zit. nach Brandt et al. 1978: 20). Ähnlich schon Gert Schmidt (1989: 247), der von Technik als „Organisationsphänomen“ spricht, in dem die Apparatur mit den Regelungskomplexen verschmelze. Daher gelte es, „[...] nicht mehr nur dem Einfluss der Technologie auf die Arbeitsorganisation, sondern vor allem umgekehrt den Auswirkungen ökonomisch bedingter Organisationsprinzipien auf den technischen Wandel nachzugehen“ (Brandt et al. 1978: 20f.).

Organisationstechnologie umfasst demnach Planungs-, Steuerungs- und Kontrollverfahren, die früher organisatorisch erbracht worden sind, setzt sie in Daten und Informationen über einen anzustrebenden Produktionsablauf um und steuert auf diese Weise nicht mehr allein Arbeit, sondern den Produktionsprozess mit seinen technischen, sozialen und organisatorischen Elementen in seiner Gesamtheit, d. h. betrieblichen und überbetrieblichen Dimension. Die Spezifika dieser Kategorie verdeutlichen Brandt et al. (1978) mit der Formulierung: „Organisierung heißt [...] nicht nur Veränderung des materiellen Produktionsgefüges, sondern zugleich Entwicklung eines betrieblichen Informationsprozesses, über den die Steuerungs-

funktionen, die aus der unmittelbaren Sphäre der einzelnen Teilarbeiten herausgenommen worden sind, zentral koordiniert und gelenkt werden können.“ Daher, so weiter: „Letzten Endes ist der Informationsprozess [...] ein die materielle Produktion organisierender Prozess und die damit verbundene Informationstechnologie eine Organisationstechnologie der materiellen Produktion“ (ebd.: 64ff.).

In leicht modifizierter Weise lassen sich daher die damaligen Bestimmungen von Organisationstechnologie auch für die aktuelle Debatte und die Funktionen von digitalen Technologien übernehmen:

- Die Organisationstechnologie ist nicht nur auf Teilprozesse zugeschnitten, sondern bezieht sich auf einen organisatorischen Gesamtzusammenhang der Produktion,
- ihre Funktion besteht darin, Produktionsmittel und Arbeitskräfte zu steuern und nicht die Produktion direkt auszuführen und
- sie schafft keine Produktionskapazitäten, sondern nutzt vorhandene Kapazitäten aus und optimiert diese nach vorgegebenen Kriterien.

Die besondere ökonomische Bedeutung der solchermaßen verstandenen Organisationstechnologie lässt sich dabei vornehmlich auf mehrere Rationalisierungsziele zurückführen: die Synchronisation von Teilarbeiten und die Integration des Produktionsprozesses zu einem Kontinuum, die Eliminierung unproduktiver Zeiten und die massive Beschleunigung der Prozesse sowie ihre gleichzeitige Standardisierung und Flexibilisierung (Benz-Overhage et al. 1982: 40). Im Verlauf der industriesoziologischen Debatte wurden Ende der 1980er Jahre ähnliche Überlegungen von Norbert Altmann, Dieter Sauer et al. mit der Kategorie der „Systemischen Rationalisierung“ gefasst (Altmann et al. 1986).

Diese Bestimmungen lassen sich konkret an beobachtbaren Funktionen von Industrie-4.0-Systemen festmachen. So zielen solche Systeme vielfach auf die zeitliche und sachliche Optimierung der vorhandenen Prozessstrukturen bei ihrer gleichzeitigen Flexibilisierung. Diese Ziele werden beispielsweise durch die Einführung mobiler Datenendgeräte zur Verbesserung der Auftragssteuerung, einen Ausbau der Vernetzung zwischen indirekten Planungsbereichen und dem Shop Floor durch die Weiterentwicklung von CAD/CAM-Steuerungen und damit einer Vermeidung von „Medienbrüchen“ oder durch die Einführung flexibler fahrerloser Transportsysteme, die mit einem IT-gestützten System der Arbeitsvorgaben gekoppelt sind, erreicht. Zudem werden die Prozesse dadurch deutlich beschleunigt. Optimiert werden die Arbeitsprozesse auch insofern, als beispielsweise die Arbeitsanweisungen eindeutiger und fehlerfreier werden, die Materialanlieferung störungsfreier und die Steuerungsprogramme für die Maschinen passgenauer. Die Folgen sind geringere Störungen sowie oftmals eine Tendenz zur Standardisierung und Vereinfachung der Prozesse, ohne dass ihre Flexibilität eingeschränkt wird.

Zusammenfassend lässt sich festhalten: Das Verständnis der Multifunktionalität digitaler Technologien eröffnet die Option einer funktions- und domänenspezifischen analytischen Weiterentwicklung des STS-Konzepts. Insbesondere können damit das breite Spektrum sehr unterschiedlicher Industrie-4.0-Techniken und neue Wandlungstendenzen wie Serviceorientierung, Big-Data-basierte Geschäftsmodelle oder Plattformkoordination erfasst werden, ohne die Basics eines soziotechnischen Verständnisses von Arbeitsanalyse und Arbeitsgestaltung aufzugeben. Der erweiterte Technikbegriff öffnet zugleich aber auch den Blick auf die dynamischen Trends der aktuellen Digitalisierungsphase und ermöglicht eine Erweiterung der bisherigen statischen Auffassung von Technik und Arbeit zugunsten eines dynamischen Verständnisses bedingungsabhängiger kontinuierlicher Anpassungs- und Abstimmungsprozesse. Zudem wird damit auch die zentrale Funktion digitaler Technologien als Organisationstechnologie und der damit verknüpften Regulations- und Rationalisierungsziele ins Zentrum der Analyse gerückt. In Hinblick auf das soziotechnische Verhältnis von Technik, Arbeit und Organisation bedeutet diese multifunktionale Perspektive: Einerseits ist dieses Verhältnis in hohem Maße funktions- und domänenspezifisch unterschiedlich geprägt, insofern als die je verschiedenen Techniken und Systeme unterschiedliche Korridore für die Gestaltung von Arbeitsprozessen mit sich bringen. Andererseits aber ist die je konkrete Arbeitsgestaltung im Rahmen dieser gegebenen Korridore von einer Vielzahl ökonomischer und arbeitspolitischer Zusatzbedingungen abhängig. Anders formuliert: Soziotechnische Arbeitsgestaltung ist als funktions- und domänenspezifischer Gestaltungsprozess zu verstehen. Von einem „one best way“ der Gestaltung digitaler Arbeit kann keinesfalls gesprochen werden (dazu auch: Minssen 2017).

Abschließend sei daher betont, dass in diesem Kontext dem STS-Konzept analytisch und anwendungsorientiert nach wie vor ein hoher Stellenwert zukommt. Denn gerade auch in Hinblick auf unterschiedliche betriebliche und technische Bedingungen bietet dieses Konzept einen Ansatz, Alternativen und Optionen der Gestaltung von Arbeitsprozessen zu bestimmen. So verlangt gerade der Umstand, dass die Arbeitsfolgen automationstechnologisch wie organisationsstechnologisch letztlich unbestimmt sind, nach einem handhabbaren Instrument, die je gegebenen Gestaltungsoptionen für Arbeit systematisch auszuloten. Darüber hinaus haben die arbeitspolitischen Prämissen des STS-Konzepts aktuell hohe Bedeutung, insofern als im Industrie-4.0-Diskurs die Frage nach wünschenswerten Formen von Arbeit einen zentralen Stellenwert einnimmt. Stichworte sind hier Vermeidung einseitiger technikzentrierter Herangehensweisen, strategische Festlegung technisch-organisatorischer Gestaltungsziele zur Realisation humaner Formen von Arbeit und Partizipation der Beschäftigten bei der Systemgestaltung. Einmal mehr kommt – wie auch im laufenden Diskurs immer wieder betont (z. B.

Forschungsunion/acatech 2013) – gestaltungspolitisch dem vom STS-Konzept postulierten Prinzip der Partizipation und damit der Sicherung von Akzeptanz der neuen digitalen Technologien ein zentraler Stellenwert zu. Wie schon betont, darf dabei nicht übersehen werden, dass das STS-Konzept eine arbeitspolitische Verständigungsbasis für die an der Systemgestaltung beteiligten Interessengruppen bietet.

LITERATUR

Altmann, N./Deiß, M./Döhl, V./Sauer, D. 1986: Ein "Neuer Rationalisierungstyp" – neue Anforderungen an die Industriosozologie. In: Soziale Welt, Jg. 37 (1986), H. 2/3, S. 191–206

Benz-Overhage, K./Brumlop, E./v. Freyberg, T./Papadimitriou, Z. 1982: Neue Technologien und alternative Arbeitsgestaltung. Frankfurt/New York

Bergmann, J. 1989: „Reelle Subsumtion“ als arbeitssoziologische Kategorie. In: Schumm, W. (Hg.): Zur Entwicklungsdynamik des modernen Kapitalismus, Frankfurt/New York, S. 39–48

Boos, D./Guenter, H./Grote, G./Kinder, K. 2013: Controllable accountabilities: The Internet of Things and its Challenges for Organisations. In: Behaviour & Information Technology, Jg. 32 (2013), H. 5, S. 449–467

Brandt, G./Kündig, B./Papadimitriou, Z./Thomae, J. 1978: Computer und Arbeitsprozess. Frankfurt/New York

Davis, L.E. 1977: Evolving alternative organization designs: Their sociotechnical bases. In: Human Relations, 30 (1977), H. 3, S. 261–273

Forschungsunion/acatech (Hg.) 2013: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Frankfurt am Main

Grote, G. 2018: Gestaltungsansätze für das komplementäre Zusammenwirken von Mensch und Technik in Industrie 4.0. In: Hirsch-Kreinsen, H./ Ittermann, P./ Niehaus, J. (Hg.): Digitalisierung industrieller Arbeit, 2. Aktualisierte und überarbeitete Auflage, Baden-Baden

Hirsch-Kreinsen, H./ten Hompel, M. 2016: Social Manufacturing and Logistics - Arbeit in der digitalisierten Produktion. In: BMWI/BMAS (Hg.): Arbeiten in der digitalen Welt. Mensch - Organisation - Technik, Berlin, S. 6–9

Ittermann, P./Niehaus, J./Hirsch-Kreinsen, H./Dregger, J./ten Hompel, M. 2016: Social Manufacturing and Logistics. Gestaltung von Arbeit in der digitalen Produktion und Logistik. Soziologisches Arbeitspapier Nr. 47, TU Dortmund Internet: (http://www.wiso.tu-dortmund.de/wiso/is/de/forschung/soz_arbeitspapiere/AP-SOZ-47.pdf) (zuletzt: 1.9.2018)

IfS (Institut für Sozialforschung) 1974: Sozio-ökonomische Aspekte des Einsatzes von Computer-Systemen und ihre Auswirkungen auf die Organisation der Arbeit und die Arbeitsplatzstrukturen, Zwischenbericht, Frankfurt am Main

- Klein, L. 2005: Working across the gap: The practice of social science in organizations, H. Karnak, London
- Leonardi, P. 2012: Materiality and organizing: Social interaction in a technological world. In: Leonardi, P./Nardi, B.A./Kallinkios, J. (Hg.), Materiality, sociomateriality, and socio-technical systems: What do these terms mean? How are they related? Do we need them? Oxford, S. 25–48
- Minssen, H. 2017: Industrie 4.0. Ein Strukturbruch? In: Hoose, F./Beckmann, F./ Schönauer, A.-L. (Hg.): Fortsetzung folgt – Kontinuität und Wandel von Wirtschaft und Gesellschaft, Wiesbaden, S. 117–135
- Pfeiffer, S. 2010: Technisierung von Arbeit. In: Böhle, F./Voß, G.G./Wachtler, G. (Hg.): Handbuch Arbeitssoziologie, Wiesbaden, S. 231–262
- Rammert, W./Schulz-Schäffer, I. 2002: Technik und Handeln. Wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Abläufe verteilt. In: Rammert, W./Schulz-Schäffer, I. (Hg.): Können Maschinen handeln? Frankfurt am Main/New York, S. 11–64
- Rice, A. 1963: The enterprise and its environment, London
- Schmidt, G. 1989: Die „Neuen Technologien“ – Herausforderungen für ein verändertes Technikverständnis in der Industriesoziologie. In: Weingart, P. (Hg.): Technik als sozialer Prozess. Frankfurt am Main, S. 231–255
- Schulz-Schaeffer, I. 2017: Technik und Handeln. Eine handlungstheoretische Analyse, Technical University Technology Studies Working Papers, Berlin
- Schmidt, G. 1989: Die „Neuen Technologien“ – Herausforderungen für ein verändertes Technikverständnis in der Industriesoziologie. In: Weingart, P. (Hg.): Technik als sozialer Prozess. Frankfurt am Main, S. 231–255
- Sydow, J. 1985: Der soziotechnische Ansatz der Arbeits- und Organisationsgestaltung. Frankfurt am Main/New York
- Trist, E./Bamforth, K. 1951: Some social and psychological consequences of the long wall method of coal-getting. In: Human Relations, Jg. 4 (1951), H. 1, S. 3–38
- Trist, E. (1981): The evolution of socio-technical systems. Occasional Paper, 2, 1981
- Walker, G. H./Jenkins, D. P./Salmon, P. M./Stanton, N. A. 2008: A Review of Sociotechnical Systems Theory: A Classic Concept for New Command and Control Paradigms, Uxbridge/UK
- Winter, S./Berente, N./Howison, J./Butler, B. 2014: Beyond the organizational ‘container’: Conceptualizing 21st century sociotechnical work. In: Information and Organization 24 (2014). S. 250–269
- Zuboff, S. 1988: In the age of the smart machine. The future of work and power. Basic Books, New York

KOGNITIVE ERGONOMIE IN DER LOGISTIK



*Gerhard Rinkenauer, Magali Kreutzfeldt,
Johanna Renker und Thorsten Plewan*

1 | EINFÜHRUNG

In diesem Beitrag soll die Bedeutung der Kognitiven Ergonomie im Kontext der Logistik näher beleuchtet werden. Kognitive Ergonomie ist eine Teildisziplin der Ergonomie, die sich vor allem mit der Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit menschlicher Informationsverarbeitungsprozesse auseinandersetzt. Dabei geht es insbesondere um das Verständnis grundlegender Prozesse wie Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Gedächtnis, Entscheidungsverhalten sowie motorische Vorbereitung und Ausführung bei der Interaktion oder Kooperation mit technischen Systemen. Ein weiteres Ziel der Kognitiven Ergonomie ist es, die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems Mensch-Technik zu optimieren (Salvendy 2012). Optimieren bedeutet in diesem Zusammenhang, dass beeinträchtigende Auswirkungen für den Menschen vermieden und positive Effekte gefördert werden. Bei der Gestaltung von Arbeitssystemen wird daher der Mensch als Hauptfaktor und integraler Bestandteil des zu gestaltenden Systems und der Arbeitsabläufe gesehen. Während Kognitive Ergonomie in anderen Feldern bereits gut etabliert ist (z. B. Produktion, Prozessüberwachung, Straßenverkehr, Luftfahrt), steckt sie im Bereich der Logistik eher noch in den Kinderschuhen (Rinkenauer et al. 2017b). In der Logistik wird auf allen Ebenen eine starke Durchdringung der Digitalisierung prognostiziert. Entsprechend bieten Innovationen im Bereich adaptiver, cyberphysikalischer Logistiksysteme ein großes Potenzial zur Effizienzsteigerung. Eine wichtige Einsicht aus der Automatisierungswelle der 1970er Jahre ist aber, dass Komplexität und Dynamik nicht allein durch Automatisierung – also Technik – zu bewältigen sind. Speziell in der Logistik spricht einiges gegen eine vollständige Automatisierung. Arbeitsabläufe sind aufgrund der heterogenen Aufgaben in der Regel deutlich weniger strukturiert und standardisiert als beispielsweise in der Produktion und dadurch auch weniger gut automatisierbar. Darüber hinaus findet sich in der Logistik noch immer ein hoher Anteil manueller Tätigkeiten, so dass die erforderliche Flexibilität und Anpassungsfähigkeit zur Bearbeitung von Logistikaufgaben überwiegend durch Logistikmitarbeiter gewährleistet werden (Günthner et al. 2014). Es ist daher auch auf lange Sicht unwahrscheinlich, dass eine vollständige Automatisierung der Logistikprozesse

durch autonome, dezentrale, sich selbst steuernde Arbeitsumgebungen Realität wird (Spath 2013). Vielmehr werden Menschen mit ihren im Vergleich zu Maschinen überlegenen kognitiven und sensomotorischen Fähigkeiten, mit ihrem Erfahrungswissen und ihrer Problemlösungsfähigkeit auch künftig innerhalb cyberphysikalischer Logistiksysteme dringend benötigt.

Insbesondere in der operativen Logistik haben sich die Mitarbeiter durch die zukünftigen Logistiksysteme neuen Herausforderungen zu stellen. In intelligenten, vernetzten technischen Systemen muss intensiv mit Maschinen und Arbeitsumgebungen interagiert werden. Mitarbeiter werden tendenziell weniger wiederkehrende Standardtätigkeiten durchführen. Stattdessen werden sie Arbeiten zu bewältigen haben, die sich häufig und kurzfristig ändern. Diese Arbeiten werden von Planungs- und Optimierungssystemen vorgegeben, und je nach Gestaltung der Mensch-Maschine-Kooperation (z. B. über Assistenzsysteme) besteht mehr oder weniger Entscheidungsfreiheit über die Ausführung der Tätigkeiten. Trotzdem soll bei Fehlern oder ungewolltem Verhalten des Systems der Mensch steuernd und regelnd eingreifen können (Wischmann/Hartmann 2018). Dieser als „Ironie der Automatisierung“ bezeichnete Widerspruch (Bainbridge 1983) ist auch eine Herausforderung für die Digitalisierung. Einerseits soll der Mensch durch Digitalisierung entlastet und unterstützt sowie die Verlässlichkeit des Gesamtsystems erhöht werden. Andererseits soll der Mensch das System überwachen und als Redundanz zur Verfügung stehen.

Generell zeichnet sich jedoch durch die Digitalisierung ein neuer Paradigmenwechsel in der Interaktion zwischen Mensch, Technik und Arbeitsumgebung ab. Die zunehmende Vernetzung der virtuellen und physischen Welt erfordert und ermöglicht neue Formen der Kooperation zwischen Menschen und Systemen sowie die Integration intelligenter Assistenzsysteme in die Arbeitsprozesse (Botthof/Hartmann 2015). Eine naheliegende Vision ist daher, dass Mensch und Technik innerhalb von Netzwerken kooperieren, die analog zu den sozialen Netzwerken im privaten Bereich funktionieren. Allerdings sind innerhalb dieser „Social Networked Industry“ nicht nur Menschen mit Menschen, sondern auch Menschen mit Maschinen und Maschinen mit Maschinen vernetzt (ten Hompel et al. 2016).

1.1 Mensch-Technik-Kooperation im Kontext von Digitalisierung

Wie oben erwähnt wird die Rolle des Menschen als „kognitiver Alleskönner“ (siehe Beitrag Prasse et al. in diesem Band) durch seine Anpassungsfähigkeit und seine sensomotorischen Fähigkeiten als wichtiger Teil von Logistiksystemen geschätzt. Hingegen hat Technik Stärken, wenn es um Aspekte wie Genauigkeit, Geschwindigkeit und Ausdauer geht. Durch die zunehmende Komplexität der Technik und der Arbeitsaufgaben werden die Schnittstellenfunktionen zwischen Mensch und Technik immer mehr durch Assistenzsysteme übernommen,

um die Kooperation beispielsweise innerhalb einer Social Networked Industry gewährleisten zu können. Die Diskussionen und Vorhersagen in der aktuellen Literatur über die Rolle des Menschen innerhalb zukünftiger digitalisierter Arbeitsumgebungen erinnern jedoch noch stark an die Automatisierungsdebatten der 1960er/1970er Jahre. Im Unterschied dazu wird heute allerdings nicht über die Automatisierung von physischen, sondern von kognitiven Fähigkeiten gesprochen. Die Vision ist dabei, die schon intensiv eingesetzten Optimierungssysteme zukünftig mithilfe von künstlicher Intelligenz zu „Kognitiven Systemen“ weiterzuentwickeln. Diese könnten sodann komplexe Prozesse überwachen bzw. analysieren und letztlich auch die Fähigkeit gewinnen, in ungeplanten oder unbekanntem Situationen richtig zu entscheiden (Bauckhage et al. 2018). Der Mensch steht nicht dummen Automaten, sondern zunehmend autonomen Systemen gegenüber, die seine eigenen kognitiven Fähigkeiten widerspiegeln.

Prinzipiell ergeben sich allerdings bei der Digitalisierung von Logistiksystemen bezüglich der Mensch-Technik-Kooperation ähnliche Fragestellungen, wie sie bei der Automatisierung diskutiert wurden (beispielsweise in der Prozessführung, vgl. Manzey 2012). Obwohl immer wieder im Kontext von Industrie 4.0 betont wird, dass der Mensch im Zentrum der Technik stehen sollte, basieren viele Vorschläge, welche Funktionen der Mensch und welche Funktionen die Technik übernehmen soll, auch heute noch auf technik- bzw. kostenzentrierten Überlegungen. Hierbei werden Funktionen, die sich technisch gut und kostengünstig automatisieren lassen, dem technischen System zugewiesen und die restlichen Funktionen dem Menschen zugeordnet. Primäres Ziel dieser Strategie ist die Effizienzsteigerung bezüglich Zuverlässigkeit und Kosten. Eine eher humanorientierte Automatisierungsstrategie basiert hingegen auf einem Vergleich der jeweiligen Leistungsvorteile von Mensch und Maschine (Fitts 1951). Entsprechend diesem Ansatz sollten alle Funktionen automatisiert werden, die von einer Maschine oder einem Algorithmus besser und effizienter ausgeführt werden können („machine is better at“). Funktionen, für die der Mensch aufgrund seiner spezifischen Fähigkeiten besser geeignet ist („man is better at“), verbleiben beim menschlichen Nutzer des Systems (Winter/Dodou 2014).

Beide Ansätze weisen in Bezug auf die rasante Entwicklung der Digitalisierung erhebliche Schwächen auf. Sie gehen davon aus, dass Mensch und Maschine als unabhängige Einheiten betrachtet werden können, und sind somit für die Erforschung und Entwicklung kooperativer Systeme eher ungeeignet. Selbst die fähigkeitsbasierte Zuordnung von Funktionen wird aufgrund der rasanten Entwicklung von intelligenten Systemen immer schwieriger, da die Unterschiede zwischen Mensch und Maschine im Kontext von Industrie 4.0 zunehmend verschwinden. Für moderne Logistiksysteme und die zugrunde liegenden Optimierungsverfahren scheinen daher Überlegungen, die den Menschen und die Technik als einander wechselseitig ergänzende Systemkomponenten betrachten, angemessener zu sein (vgl. z. B. Manzey 2012). Zentral für die Ableitung von Gestal-

tungsprinzipien der Kooperation ist dabei, inwieweit der menschliche Nutzer die Verantwortung für das Gesamtsystem Mensch–Technik trägt, unabhängig vom Automatisierungsgrad (Billings 1997) oder der Lösungsintelligenz des Systems. Für die Gestaltung digitalisierter Systeme entsprechender Assistenzfunktionen bedeutet das, dass nicht nur auf die bestmögliche Erfüllung bestimmter Teilfunktionen bei der Durchführung von Aufgaben fokussiert werden sollte. Vielmehr sollte auch gewährleistet sein, dass die Technik für den Menschen sensorisch wahrnehmbar, kognitiv nachvollziehbar und motorisch kontrollierbar bleibt. Das bedeutet, dass alle relevanten Informationen so gestaltet sind, dass sie sich am menschlichen Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitssystem orientieren, die Inhalte sich den menschlichen Lern- und Repräsentationsfähigkeiten anpassen und die Interaktion adäquat zu den sensomotorischen Fähigkeiten des Menschen gestaltet wird.

1.2 Belastung und Beanspruchung im Kontext der Digitalisierung

Im allgemeinen Sprachgebrauch werden die Begriffe Belastung und Beanspruchung häufig synonym verwendet. In der Arbeitspsychologie umfasst jedoch der Begriff Belastung alle Einflüsse, die auf eine Person einwirken, und ist zunächst völlig wertneutral. Beanspruchung hingegen beschreibt die subjektive Wahrnehmung oder Konsequenz, die aus unterschiedlichen Belastungen resultieren in Abhängigkeit von individuellen Voraussetzungen und Bewältigungsstrategien. So kann beispielsweise die gleiche Belastung (z. B. durch neue technische Systeme) von unterschiedlichen Personen als völlig andere Beanspruchung wahrgenommen werden (Überforderung oder Herausforderung). Arbeitsbelastung ist also zunächst wertneutral zu verstehen, da Belastung sowohl positive als auch negative Auswirkungen haben kann (siehe Abbildung 1).

Digitalisierte Arbeitsumgebungen der Zukunft haben das Potenzial, die Arbeit insgesamt interessanter und anregender zu gestalten. Beispielsweise können Tätigkeiten durch die Reduktion von Routinearbeiten abwechslungsreicher gestaltet werden. Ferner kann die Technik den Menschen nicht nur in seinen aktuellen Tätigkeiten unterstützen, sondern auch seine Weiterentwicklung in Bezug auf kognitive und sensomotorische Fähigkeiten im Arbeitskontext fördern. Die gesetzlichen Vorgaben zum Schutz des arbeitenden Menschen fordern, dass potenziell negative und gesundheitsschädigende Auswirkungen durch Digitalisierung vermieden werden. Zu erwartende Nachteile durch den technischen Fortschritt bestehen darin, dass Beschäftigte stetig neuen oder veränderten Belastungen ausgesetzt sind. Das heißt, die Arbeitsabläufe werden durch zunehmende Informations- und Kommunikationsanforderungen komplexer und gehen mit größerem Zeitdruck einher. Frühere Forschung zeigt, dass die Zunahme an Informationen, Veränderungen der Informationsstrukturen sowie die Menge und Geschwindigkeit der Entscheidungen auf Basis dieser Informationen zu psychischen Fehlbelastungen des Menschen führen (Junghanns/Morschhäuser 2013). Darüber hinaus ist bekannt, dass Arbeitnehmern, die in informations-

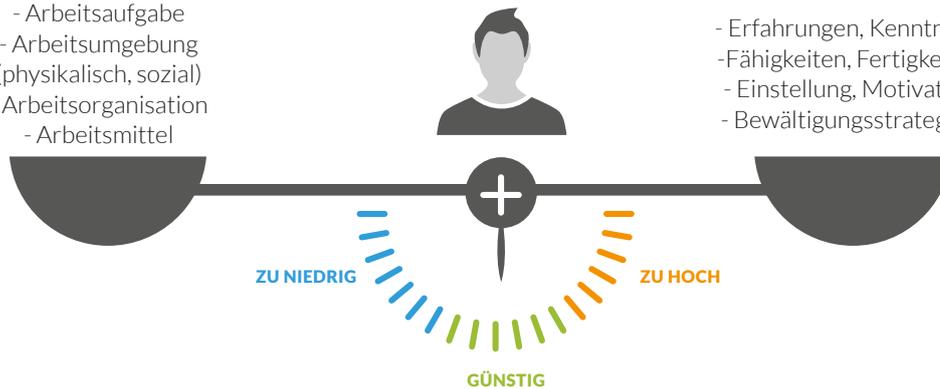
intensiven Disziplinen tätig sind, Informationsflut, Redundanz und Vielzahl der irrelevanten Informationen zunehmend Probleme bereiten (Kompier/Kristensen 2001; Landsbergis 2003). Hohe Verantwortung, Zeitdruck sowie erhöhte kognitive Kontrolle zur fehlerfreien und genauen Bewältigung komplexer Tätigkeiten gelten als weitere Auslöser für psychische Fehlbeanspruchungen. Daraus folgen wiederum verminderte Konzentration, Unwohlsein und letztlich vermehrte Fehler (Treier 2015).

Arbeitsbelastung

- Arbeitsaufgabe
- Arbeitsumgebung (physikalisch, sozial)
- Arbeitsorganisation
- Arbeitsmittel

Individ. Voraussetzungen

- Erfahrungen, Kenntnisse
- Fähigkeiten, Fertigkeiten
- Einstellung, Motivation
- Bewältigungsstrategien



Psychische Beanspruchung

ZU NIEDRIG / ZU HOCH	GÜNSTIG
Ermüdung	Aktivierung, Übung
Reduktion und Verlust von Leistungsfähigkeit	Weiterentwicklung von Fähigkeiten
Stress, psychosomatische Störungen	Einstellung, Motivation
Arbeitsunfähigkeit, Burnout	Wohlbefinden

ABBILDUNG 1:

Das Belastungs-/Beanspruchungskonzept geht davon aus, dass ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Arbeitslast und individuellen Voraussetzungen zu einer günstigen (optimalen) psychischen Beanspruchung führt. Eine dauerhaft zu hohe oder zu niedrige Belastung hingegen beeinträchtigt die Gesundheit (eigene Abbildung in Anlehnung an Joiko et al. 2010).

Nicht nur ein zu hohes, sondern auch ein zu niedriges Belastungsniveau, wie z. B. bei monotonen Tätigkeiten, kann negative Auswirkungen auf Leistungsfähigkeit und Wohlbefinden haben (Lohmann-Haislah 2012). So birgt beispielsweise eine zunehmende Automatisierung von Planungs- und Koordinationsfunktionen (z. B. durch KI-Methoden) die Gefahr, dass Beschäftigte (als Resttätigkeit) lediglich eine passive ausführende Funktion mit wenig Handlungsspielraum haben. Es ist empirisch belegt, dass solch eingeschränkte Tätigkeiten den mentalen Aktivierungszustand herabsetzen

(Parasuraman et al. 1993; Parasuraman et al. 1994). Mittelbare Folgen sind ungenügende Wachsamkeit, Ermüdung sowie psychische Sättigung (Debitz et al. 2003; Hacker/Richter 1984). Ziel einer humanzentrierten Gestaltung von Arbeitsumgebungen und -prozessen muss es daher sein, die durch Belastung entstehende Beanspruchung zu optimieren und nicht einfach nur zu minimieren.

2 | METHODEN DER KOGNITIVEN ERGONOMIE

Wie oben bereits erwähnt, geht die Ergonomie davon aus, dass bei der Gestaltung von Arbeitssystemen der Mensch zentraler Bestandteil des zu gestaltenden Systems und der entsprechenden Arbeitsprozesse ist. In Bezug auf die kognitiven Fähigkeiten des Menschen bedeutet das, dass bei der Beurteilung der Mensch-System-Kooperation die Informationsverarbeitungsprozesse des Menschen im Fokus des Interesses stehen (Abbildung 2). Darüber hinaus werden aber auch Faktoren wie Emotionen, Motivation und Alter berücksichtigt, die einen moderierenden Einfluss auf die Informationsverarbeitung haben. Die theoretischen Konzepte der Kognitiven Ergonomie basieren daher auf Erkenntnissen aus der Kognitionspsychologie, der Arbeitspsychologie sowie der Arbeitswissenschaft. Entsprechend wurden die Untersuchungsmethoden dieser Felder übernommen, weiterentwickelt und auf die jeweiligen angewandten Bereiche wie Produktion, Transport, Luftfahrt etc. angepasst. Im Folgenden werden geeignete Methoden vorgestellt, die sich besonders in Bezug auf die Logistik eignen.

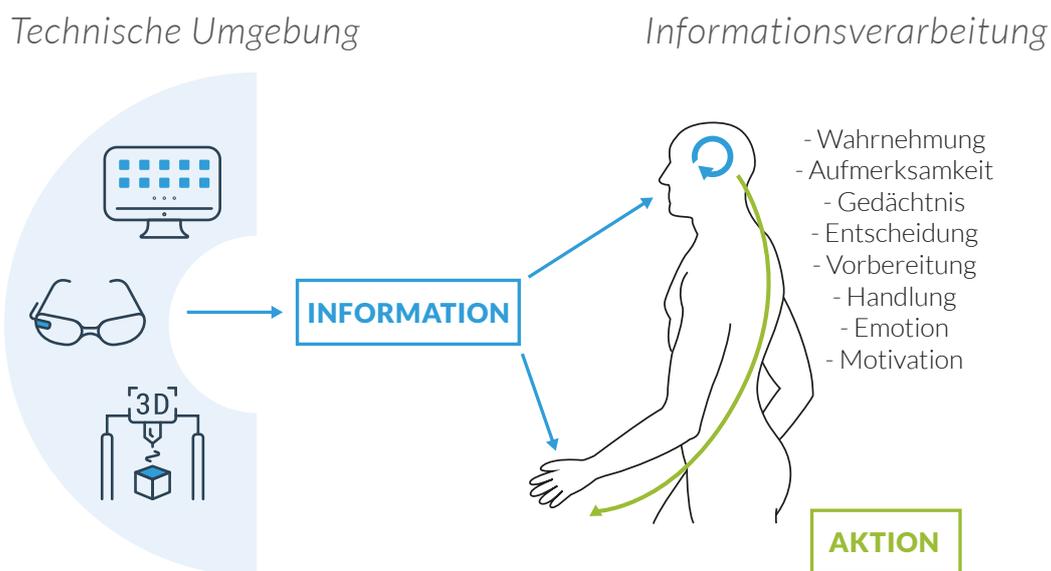


ABBILDUNG 2:

Kognitive Ergonomie beschäftigt sich vor allem mit den Informationsverarbeitungsprozessen des Menschen im Kontext technischer Umgebungen (eigene Abbildung).

2.1 Befragungen

Befragungen (z. B. Interviews, Fragebogeninventare) werden eingesetzt, um generelle Zusammenhänge zwischen Belastungsfaktoren und dem Ausmaß psychischer Belastung im Feld und Labor zu ermitteln. Hierzu werden validierte Fragebogeninventare wie beispielsweise der Copenhagen Psychosocial Questionnaire (COPSOQ) verwendet (Nübling 2005). Es handelt sich dabei um branchen- und berufsübergreifende Fragebögen zu psychosozialen Tätigkeitsmerkmalen. Dabei werden Aspekte wie Arbeitsfähigkeit, quantitative/qualitative Arbeitsanforderungen, Entscheidungsspielraum, Führungsqualität oder Arbeitsklima erfasst. Diese Inventare basieren auf theoretischen Konzepten zur Ursache-Wirkungs-Beziehung zwischen den äußeren Einflüssen der Arbeitssituation (Belastung) und den individuellen Wirkungen auf den arbeitenden Menschen (Beanspruchung) unter Berücksichtigung der persönlichen Voraussetzungen bzw. Ressourcen (Nübling 2005). Eine alternative Möglichkeit bietet das Screening psychischer Arbeitsbelastung (SPA) (Metz / Rothe 2017). Die vier Verfahrensteile von SPA erlauben sowohl eine expertengestützte Erfassung von arbeitsbedingten Belastungsfaktoren als auch die Einschätzung der Beschäftigten. Es werden dabei das Beanspruchungserleben sowie psychosomatische Beschwerden als Beanspruchungsfolgen ermittelt. Das multimethodale Vorgehen kombiniert Beobachtung, Beobachtungsinterview sowie Fragebogen und lässt sich auf den Logistikbereich übertragen.

2.2 Usability- und User-Experience-Methoden

Diese Methoden bilden den Übergang zwischen Befragungsmethoden und Experimentalmethoden. Usability (Gebrauchstauglichkeit, Nutzerfreundlichkeit) bezeichnet das Ausmaß, in dem beispielsweise digitale Hilfsmittel oder Assistenzsysteme im Kontext der Intralogistik durch Logistikmitarbeiter genutzt werden können, um ihre Arbeitsziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen (z. B. ISO 9241). Methodische Zugänge sind zum Beispiel Aufgabenanalysen, Kontextanalysen, Evaluationen (durch Experten) oder multivariate Tests. User Experience erweitert den Fokus der Usability um emotionale und ästhetische Faktoren. Es kommen hierbei erweiterte Untersuchungsmethoden zum Einsatz, die erlauben, Aspekte wie Einstellungen, Erwartungen, Vertrauen oder Wohlbefinden bei der Interaktion mit digitalen Hilfsmitteln oder Assistenzsystemen zu evaluieren (z. B. Thüning/Mahlke 2007). Darüber hinaus erlauben solche Ansätze, auf der Basis von Nutzeremotionen die Akzeptanz für die zukünftige Verwendung von Unterstützungssystemen vorherzusagen.

2.3 Experimentelle Methoden

Experimentelle Methoden, die in Laborumgebungen eingesetzt werden, beziehen sich im Wesentlichen auf Experimentalparadigmen aus der Kognitiven Psychologie. Durch die Interaktion mit neuen Technologien und Assistenzsystemen entstehen gleichzeitig neuartige Anforderungen an die menschliche Wahrnehmung und Kognition (z. B. Interaktion mit virtuellen Objekten). Ein Verständnis dieser grund-

legenden Prozesse ist wichtig, um auch die Wirksamkeit und Tauglichkeit von komplexen Assistenzsystemen unter Realbedingungen einschätzen zu können. In der aktuellen Forschung werden hierzu entsprechende Aufgabenbatterien entwickelt, in denen unterschiedliche Aspekte der Intralogistik (z. B. Kommissionieren, Verpacken, Palettieren etc.) im Kontext digitaler Assistenzsysteme untersucht werden können (Kretschmer et al. 2018; Kreutzfeldt et al. 2018). Begleitend werden Bewegungsmaße (z. B. Bewegungsaktivität, Bewegungs-, Greif- und Ganganalysen) und physiologische Parameter (z. B. Haut-, Muskel-, Herz-, Augen-, Gehirnaktivität) erhoben, um über geeignete Kenngrößen die physische und psychische Belastung kontinuierlich erfassen zu können (Arnau et al. 2017; Plewan et al. 2016; Renker/Rinkenauer 2016; Rinkenauer/Plewan 2017). Diese Kenngrößen müssen größtenteils noch für die speziellen Aspekte den unterschiedlichen Logistikbereichen angepasst oder daraus abgeleitet werden.

Zusammenfassend soll erwähnt werden, dass jeder der oben beschriebenen empirischen Zugänge von Bedeutung für die humanzentrierte Gestaltung aktueller und zukünftiger Arbeitsumgebungen ist. Fragebogenstudien haben eine hohe Praxisrelevanz und spiegeln die Arbeitssituation der Menschen aus einer eher subjektiven Perspektive wieder. Usability- und User-Experience-Untersuchungen helfen, die subjektive und objektive Qualität der Mensch-Technik-Interaktion zu beurteilen und sind auch relevant für den Vergleich von unterschiedlichen Schnittstellen- und Interaktionskonzepten. Experimentaluntersuchungen hingegen helfen, die zugrunde liegenden Ursache-Wirkungs-Mechanismen der Mensch-Technik-Kooperation zu verstehen und erlauben dadurch eine hohe Generalisierbarkeit der empirischen Erkenntnisse.

3 | BEZÜGE ZU ANDEREN KONZEPTEN

In diesem Abschnitt soll versucht werden, die Bezüge der Kognitiven Ergonomie zu den anderen in diesem Band diskutierten Konzepten bzw. Perspektiven aufzuzeigen.

3.1 Bezug zur Social Networked Industry

Netzwerkstrukturen im Kontext der Social Networked Industry beinhalten viele Merkmale von komplexen Systemen. Komplexität im Kontext von Netzwerken zeigt sich beispielsweise dadurch, dass eine Vielzahl von verschiedenartigen Elementen miteinander in nicht-trivialer Art interagieren (Simon 1969) und sich das Verhalten des Gesamtsystems nicht aus den Eigenschaften und dem Verhalten seiner Komponenten vorhersagen lässt. Des Weiteren bestehen Zielkonflikte (z. B. Umweltschutz vs. Wirtschaftlichkeit), und Entscheidungen müssen in der Regel auf der Basis unvollständigen Wissens erfolgen. Aufgrund dieser Unsicherheit können Entscheidungen erst spät getroffen werden, was wiederum zu hohem Zeitdruck führt (für eine Übersicht zu Dimensionen der Komplexität in der Logis-

tik vgl. z. B. Bretzke 2016: 14 ff.). Von außen betrachtet stellt auch der Mensch einen Knoten dar, dem innerhalb eines sich selbstorganisierenden Netzwerks bestimmte Eigenschaften und Funktionen zugeordnet werden. Durch die Eigendynamik des Netzwerks beeinflussen sich Mensch und Netzwerk gegenseitig. Für die Kognitive Ergonomie ist dabei vor allem die Perspektive des Menschen relevant. Aus der Perspektive des Individuums präsentiert sich das Netzwerk als komplexes System mit einer Vielzahl von unterschiedlichen Netzwerkpartnern, und es besteht ein mehr oder weniger unsicheres und widersprüchliches Wissen über die Abhängigkeiten und Dynamik innerhalb des Netzwerkes. Bereits in linearen, nicht vernetzten Systemen erweisen sich Zielkonflikte, Unsicherheit und Zeitdruck regelmäßig als starke Belastungsfaktoren. Folglich ist zu erwarten, dass aufgrund der Eigendynamik von vernetzten Systemen unterschiedliche Belastungsfaktoren interagieren, sich zeitweise auf unvorhersehbare Weise entwickeln und die Belastungsgrenzen von Mitarbeitern auch überschreiten können.

Unklar ist bisher, wie der Mensch gemischte Mensch-Technik-Netzwerke wahrnehmen, verarbeiten und mental repräsentieren wird. In erster Näherung kann für die Gestaltung der Interaktion und Kooperation auf Erfahrungen aus der Automation zurückgegriffen werden. Eine wichtige Leitmetapher, die in diesem Zusammenhang oft herangezogen wird, betrachtet das technische System als Teampartner des Menschen (Klein et al. 2004). Es wird hierbei davon ausgegangen, dass eine effektive Kooperation nur dann gelingen kann, wenn alle Partner über ein gemeinsames Verständnis darüber verfügen, wie eine bestimmte Aufgabe gelöst werden kann. Darüber hinaus besteht eine Übereinkunft wie man sich am besten untereinander koordiniert, und es ist klar, über welche Stärken und Schwächen die beteiligten Partner im Hinblick auf die Aufgabenerfüllung verfügen. Das bedeutet in Bezug auf Social Networked Industry, dass für die Nutzer Transparenz darüber besteht, wie die Netzwerke arbeiten, welche Funktionen, Fähigkeiten und Eigenschaften die einzelnen menschlichen, maschinellen und algorithmischen Partner haben, mit denen interagiert wird, und wie sich eigene Aktionen und Reaktionen auf das Netzwerk auswirken. Eine gemeinsame Kommunikationsbasis für Menschen, Maschinen und Algorithmen ist hier essenziell. Diese muss zudem auch für Nicht-Experten verständlich oder zügig erlernbar sein.

Die Interaktion und Kollaboration innerhalb einer Social Networked Industry beansprucht vor allem die kognitiven Fähigkeiten des Menschen. Entsprechend sollte eine menschenzentrierte Interaktion sowohl die Eigenheiten und Leistungsfähigkeit kognitiver Vorgänge (z. B. Wahrnehmung, Entscheidung, Handlungssteuerung und Lernen) (Proctor/van Zandt 2008) sowie deren Belastungsgrenzen berücksichtigen. Mit der Höhe der Beanspruchung sinken die mentalen Ressourcen des Menschen. Die Höhe der Beanspruchung ist vor allem bei sicherheitskritischen Entscheidungen eine wichtige Information, um auf den Zustand und die Zuverlässigkeit der menschlichen Netzwerkpartner rückzuschließen. Bei-

spielsweise konnte gezeigt werden, dass sich die Einschränkungen von mentalen Ressourcen unter Belastung direkt auf menschliche Entscheidungsprozesse auswirken (Schiebener/Brand 2015; Starcke /Brand 2016). Es ist daher von hoher Relevanz, Untersuchungs- und Testverfahren für die Beanspruchung und den jeweiligen Unterstützungsbedarf innerhalb einer Social Networked Industry zu entwickeln oder entsprechende vorhandene Verfahren für diesen Kontext anzupassen.

3.2 Bezug zu Workplace Innovation

Um die Logistikbranche in Hinblick auf zukünftige Herausforderungen und Veränderungen handlungsstark zu gestalten, bedarf es der kritischen Analyse von Arbeitsplatz-Innovationen (Dhondt et al. in diesem Band). Um den Innovationsprozess erfolgreich und mit hoher Akzeptanz gestalten zu können, ist das partizipative Einbeziehen von Mitarbeitern unerlässlich. Hier zeigen sich starke Parallelen zum humanzentrierten Ansatz der Kognitiven Ergonomie und der humanzentrierten Technik-/Technologieentwicklung. So schreiben Dhondt und Kollegen, die Akzeptanz von Arbeitsplatzveränderungen sei besonders hoch, wenn Mitarbeiter die Veränderung als nützlich ansehen, einfach mit ihr arbeiten können und sie als leistungsförderlich wahrnehmen. Die Kognitive Ergonomie könnte hier mit unterschiedlichen Methoden dazu beitragen, die Anforderungen an Usability und User Experience (s. o.) des Arbeitsplatzes zu bestimmen und somit den Erfolg von Innovationsprojekten zu unterstützen.

Für eine erfolgreiche Partizipation der Mitarbeiter seien außerdem eine gewisse Autonomie am Arbeitsplatz sowie ein unterstützender Führungsstil von entscheidender Bedeutung. Diese beiden Faktoren stellen aus Sicht der Kognitiven Ergonomie ebenfalls bedeutsame Aspekte in Bezug auf Belastungen und Beanspruchungen am Arbeitsplatz und deren Regulierung dar (Treier 2015). Es ist bekannt, dass die Einschränkung von Autonomie die Beanspruchung des Mitarbeiters erhöht. Außerdem übt auch der Führungsstil einen großen Einfluss auf die individuelle Beanspruchung am Arbeitsplatz aus.

Sowohl für Innovationen am Arbeitsplatz als auch für die Kognitive Ergonomie stellen alternde Belegschaften wichtige Ansatzpunkte dar. Für Innovationen wie auch für Belastung und Beanspruchung gilt, dass lebenslanges Lernen von Vorteil ist. Dhondt und Kollegen beurteilen die Wichtigkeit der Aktualität von Wissen und Fertigkeiten im Unternehmen als notwendig für erfolgreiche Innovationen. Aus Sicht der Kognitiven Ergonomie sind Wissen und Fertigkeiten wichtige Ressourcen, die sich auf die psychische Beanspruchung positiv auswirken. Außerdem spielen Faktoren wie Unsicherheit bezüglich des Erhalts des Arbeitsplatzes, Sicherheit am Arbeitsplatz und Arbeitsgesundheit im Hinblick auf das Lebensalter auch für die Erhebung und Beurteilung der psychischen Gesundheit eine wichtige Rolle. Insofern ergänzen sich die unterschiedlichen Forschungsstränge in Bezug auf humanzentrierte Lösungen am Arbeitsplatz sehr gut.

3.3 Bezug zum Konzept des soziotechnischen Systems

Das Leitbild „Social Manufacturing and Logistics“ (Hirsch-Kreinsen et al. 2018) definiert Zielsetzungen und Anforderungen an die Digitalisierung in Bezug auf das Konzept des soziotechnischen Systems. Als Ausgangspunkt dient dabei die arbeits- und gesellschaftspolitisch wünschenswerte humanorientierte Gestaltung menschlicher Arbeit in Produktions- und Logistikbereichen. Im Kontext der erwarteten Social Networked Industry liegt der Fokus dieses Leitbildes entsprechend auf Social-Media- bzw. Social-Network-Funktionen – das heißt Kommunikation und Vernetzung von Menschen, Maschinen und Objekten. Randbedingung ist dabei, dass die Implementierung von Digitalisierung und Industrie 4.0 nicht nur technische, sondern auch soziale Erfordernisse berücksichtigen muss.

Während soziologische Ansätze den Fokus eher auf die Auswirkungen und Veränderungen auf gesellschaftlicher Ebene oder Gruppenebene legen, befasst sich die Kognitive Ergonomie vorrangig mit dem Verhalten, Erleben und der Entwicklung des Individuums im Zusammenspiel mit soziotechnischen Systemen. Sie kann daher bei der Definition von Voraussetzungen und Zielen für solche Systeme vor allem Aspekte beitragen, die die individuelle Perspektive des Menschen berücksichtigen. Insofern fügt sich die Kognitive Ergonomie hinsichtlich der sozialverträglichen und humanzentrierten Gestaltung soziotechnischer Systeme nicht nur sehr gut in das Leitbild „Social Manufacturing and Logistics“ ein, sondern bietet darüber hinaus auch das Potenzial, dieses Leitbild durch die individuelle Betrachtung des Menschen zu ergänzen und weiter zu differenzieren.

In Bezug auf die Gestaltung von soziotechnischen Systemen und deren Auswirkung auf den Menschen lassen sich viele Gemeinsamkeiten zwischen arbeitssoziologischen und arbeitspsychologischen Ansätzen erkennen. Speziell an der Schnittstelle Mensch–Maschine zeigen sich klare Überschneidungen der Forschungszweige. Dadurch bietet es sich an, dass Fragen zu Unterstützung und Belastung durch technische Systeme (z. B. Assistenzsysteme) gemeinsam erörtert werden. Die Schnittstelle Mensch–Organisation spielt in der Kognitiven Ergonomie vor allem bei der Beurteilung der psychischen Beanspruchung hinsichtlich sozialer Faktoren und Ressourcen eine bedeutende Rolle, wohingegen die Schnittstelle Technologie–Organisation eher nicht in den Fokus der Kognitiven Ergonomie fällt.

Auch im Bereich der Feldforschung greifen soziologische und psychologische Ansätze der Arbeitsforschung auf ein ähnliches Methodenrepertoire zurück (Interview-, Befragungs- und Beobachtungstechniken). Es ist daher naheliegend, dass sich beide Disziplinen in Zukunft stärker ergänzen sollten. Mobile Assistenzsysteme und Wearables eröffnen hierzu vielversprechende Möglichkeiten, Verhaltens- und Vitalparameter des arbeitenden Menschen zu erheben sowie gleichzeitig den Status digitalisierter Arbeitsumgebungen (z. B. cyberphysikalische

Systeme etc.) zu erfassen (Kong et al. 2018). Diese Informationen könnten sodann genutzt werden, um beispielsweise sowohl das Gruppen- oder Teamverhalten im Netzwerk als auch die individuelle Beanspruchung einzelner Teammitglieder vorhersagen zu können.

4 | AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSAKTIVITÄTEN

Im Folgenden soll auf eine Auswahl aktueller Forschungsaktivitäten eingegangen werden, die im Wesentlichen im Kontext des „Leistungszentrums für Logistik und IT“ in Dortmund durchgeführt werden. Als exemplarischer Untersuchungsgegenstand für digitalisierte Arbeitsumgebungen wurde der Intralogistikbereich (insbesondere Kommissionierung und Verpackung) ausgewählt.

4.1 Motivation der Untersuchungen

Die Kommissionierung ist ein Kernelement der Intralogistik. Sie trägt wesentlich zum wirtschaftlichen Erfolg eines Unternehmens bei, stellt jedoch zugleich eine der schwierigsten Aufgaben dar. Aufgrund komplexer Handhabungsprozesse ist die Chance einer weitreichenden Automatisierung in der Kommissionierung minimiert. Dadurch ergibt sich ein hoher Personalanteil. Dennoch werden fehlerfreie Kommissioniersysteme mit möglichst großer Effizienz angestrebt, um den hohen Marktanforderungen gerecht zu werden (Gudehus 2000; ten Hompel et al. 2007). Aktuelle Schätzungen gehen davon aus, dass nach wie vor 80 Prozent der Kommissioniervorgänge manuell ausgeführt werden (Grosse et al. 2016). Trotz der zentralen Bedeutung der Kommissionierung standen die humanzentrierte und ergonomische Gestaltung von Arbeitsumgebungen und Arbeitsprozessen bisher kaum im Fokus der Forschung. Die bisherige Forschung zu Arbeitssystemen in der Intralogistik hat einen stark einseitigen Fokus auf Ziele der Kosteneffizienz und deren direkte Bestimmungsgrößen. Humanfaktoren wird dabei nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt (Grosse et al. 2016). Innerhalb des „Leistungszentrums für Logistik und IT“ werden daher beispielsweise Fragebogenuntersuchungen in diversen Wirtschaftsunternehmen durchgeführt, deren Fokus insbesondere auf die psychische Belastung der Mitarbeiter ausgerichtet ist (Abschnitt 4.2).

Im Zuge der Digitalisierung wird der zunehmende Einsatz neuer Technologien ermöglicht. Hierzu zählen beispielsweise sogenannte „hands free“-Assistenzsysteme für Kommissionierer. Diese mobilen Informationssysteme präsentieren Informationen und Anweisungen zur Zusammenstellung von Kommissionieraufträgen visuell (Pick-by-Vision) oder auditiv (Pick-by-Voice). Absicht ist es, Fehler zu reduzieren und Arbeitsabläufe zu beschleunigen. Die Auswirkungen des Einsatzes von Smart Devices auf die Kognition und die psychische Belastung des arbeitenden Menschen sind bislang allerdings nicht hinreichend erforscht. Daraus

ergibt sich der dringende Bedarf, psychische und kognitionsergonomische Aspekte im Kommissionierungsbereich zu untersuchen. Daher werden in aktuellen Laborstudien kognitive Prozesse und deren Belastung durch digitale Assistenzsysteme erforscht (Abschnitt 4.3).

Roboter und autonome Transportfahrzeuge spielen vor allem im Kontext von Industrie 4.0 eine wichtige Rolle in der Intralogistik. Für die direkte Zusammenarbeit mit dem Menschen werden diese Systeme daher immer adaptiver und flexibler gestaltet. Fortschritte in der Sensorik und im maschinellen Lernen ermöglichen es, dass Roboter und autonome Transportsysteme menschliche Kooperationspartner besser erfassen und interpretieren können. Dies ermöglicht eine adäquate Reaktion auf menschliches Handeln. Man erhofft sich, dass durch die Kombination der menschlichen Fähigkeiten mit den Eigenschaften von Robotern (Präzision, Belastbarkeit, Verfügbarkeit) die Flexibilität und Effizienz in der Verpackung und Kommissionierung maximiert werden können. Auf diese Weise könnten Menschen von körperlich schweren und monotonen, repetitiven Arbeiten entlastet werden. Es gibt bisher aber kaum Untersuchungen und Leitfäden, wie die direkte Interaktion von Robotern und autonomen Fahrzeugen aus der Perspektive des Mitarbeiters erfolgreich gestaltet werden muss. Entsprechende Untersuchungen werden im „Leistungszentrum für Logistik und IT“ durchgeführt, um beispielsweise implizite Maße für die affektive Qualität der Mensch-Roboter-Kooperation zu evaluieren (Abschnitt 4.4).

4.2 Fragebogenstudie im Bereich der Intralogistik

In einer großangelegten Feldstudie in Zusammenarbeit mit mehreren Wirtschaftsunternehmen werden derzeit die Belastungen und daraus resultierende persönliche Beanspruchung im Kontext der Intralogistik untersucht. Wie oben erwähnt ist der Arbeitsplatz des Kommissionierers besonders relevant. Die Wichtigkeit des Menschen als Arbeitskraft wird in diesem Zusammenhang häufig betont (z. B. Grosse et al. 2014). Jedoch sind die Arbeitsplatzbedingungen besonders in Hinblick auf psychische Faktoren wenig untersucht. Neben den generellen Belastungsfaktoren befasst sich diese Studie auch mit digitalen Technologien. Hierbei ist insbesondere der menschengerechte, unterstützende Einsatz der oben erwähnten digitalen Kommissionierassistenten (Pick-by-Voice, Pick-by-Vision) von Interesse. Das eingesetzte Fragenbogeninventar basiert auf dem COPSOQ und erfasst beispielsweise Anforderungen, Einfluss- und Entwicklungsmöglichkeiten, soziale Beziehungen und Belastungsfolgen am Arbeitsplatz. Das Inventar wird durch spezifische Fragen zu Usability und User Experience der Arbeitsumgebung ergänzt. Ziel der Untersuchung ist es, eine aktuelle Übersicht über die psychische Belastung von Mitarbeitern der Intralogistik zu erhalten. Die Ergebnisse sollen einerseits zur Erarbeitung von Empfehlungen der belastungsoptimalen Gestaltung von Arbeitsprozessen genutzt werden. Andererseits sollen die Erkenntnisse beispielsweise bei der Gestaltung von zukünftigen Warehouse-Management-

systemen integriert werden, um bei der Steuerung von Material- und Informationsflüssen auch die psychische Belastung der zugehörigen Arbeitsprozesse zu berücksichtigen.

4.3 Datenbrillen, AR und VR

Viele moderne Assistenzsysteme nutzen virtuelle Realität (Virtual Reality, VR) oder gemischte/erweiterte Realität (Augmented Reality, AR). Auch wenn solche virtuellen Umgebungen mittlerweile sehr realistisch und detailgetreu dargestellt werden können, unterscheiden sich die damit verbundenen Wahrnehmungsprozesse von denen in natürlichen Umgebungen. In einem Übersichtsartikel beschreiben beispielsweise Renner und Kollegen, dass Distanzen in virtuellen Umgebungen zum Teil deutlich unterschätzt werden (Renner et al. 2013). Aus diesem Grund ist die Erforschung grundlegender Mechanismen der Wahrnehmung und Aufmerksamkeit im Zusammenhang mit VR- / AR-Systemen zentraler Gegenstand aktueller Forschungsprojekte. In einer Reihe von kürzlich durchgeführten Experimenten konnte beispielsweise gezeigt werden, dass Versuchspersonen schneller reagieren, wenn virtuelle 3D-Objekte als näher wahrgenommen werden (Plewan/Rinkenauer 2017b). Gleichzeitig werden diese Reaktionen auch kraftvoller ausgeführt (Plewan/Rinkenauer 2016). Interessanterweise ist dies unabhängig von der wahrgenommenen Größe der Objekte und steht damit ebenfalls im Konflikt zu Befunden mit zweidimensionalen Reizen. Weniger ist bisher über die Verteilung von Aufmerksamkeit im (virtuellen) 3D-Raum bekannt. Offenbar werden Informationen aus unterschiedlichen Tiefenebenen schnell und möglicherweise sogar automatisch verarbeitet. Beispielsweise führte unerwartete Information aus einer unbeachteten Tiefenebene in einer anspruchsvollen visuellen Suchaufgabe zu einer umgehenden Leistungssteigerung (Plewan/Rinkenauer 2017a). Jedoch scheint es schwierig zu sein, die Aufmerksamkeit ausschließlich auf eine Tiefenebene auszurichten. So konnte unlängst in einer anderen Versuchsreihe gezeigt werden, dass irrelevante Informationen aus anderen Tiefenebenen Aufmerksamkeit binden und somit die visuelle Suche verlangsamen können. Dies gilt sogar, wenn die Versuchspersonen explizit informiert sind, in welcher Tiefenebene sie suchen sollen (Plewan/Rinkenauer 2018).

Derartige Erkenntnisse sind auch für eher anwendungsorientierte Fragestellungen von Bedeutung. So erfordert beispielsweise die Nutzung von Datenbrillen ebenfalls kontinuierliche Wechsel zwischen unterschiedlichen Informationsebenen. Andere aktuelle Forschungsprojekte befassen sich daher mit der Frage, inwiefern die Nutzung von Datenbrillen Auswirkungen auf die kognitive Leistungsfähigkeit hat. Von besonderem Interesse sind hier die Veränderungen komplexer Verhaltensmuster wie Gleichgewicht, Gehen oder Fahrverhalten. Das heißt, welche Veränderungen lassen sich bei der Informationsaufnahme über Datenbrillen feststellen und gibt es dabei einen Unterschied zwischen jüngeren und älteren Personen?

Schließlich sind natürlich auch ganz praktische Fragestellungen von großem Interesse. So wurde kürzlich gezeigt, dass durch AR-Unterstützung die Fehler bei einer Palettieraufgabe (verglichen mit herkömmlichen Methoden wie Papierliste oder Tablet-PC) minimiert werden können (Kretschmer et al. 2018). Wenn mittels AR die einzelnen Arbeitsschritte ins Sichtfeld der Versuchspersonen projiziert wurden, machten diese praktisch keine Fehler mehr, jedoch resultierten daraus auch längere Bearbeitungszeiten. In einer anderen Studie mit konkretem Praxisbezug (Kreutzfeldt et al. 2018) wurde die Unterstützung der Mitarbeiter im Kommissionierbereich durch Datenbrillen (Pick-by-Vision) verglichen mit der Unterstützung durch Sprachsteuerung (Pick-by-Voice). Ein besonderes Augenmerk wurde hierbei auf den Einfluss der unterschiedlichen Technologien auf die Aufmerksamkeitsleistung gerichtet. Es war festzustellen, dass Versuchsteilnehmer zwar schneller mit dem Pick-by-Voice-System arbeiten, was sich im Vergleich zu Pick-by-Vision allerdings negativ auf die Aufmerksamkeitsleistung auswirkte (Kreutzfeldt et al. 2018). Dieses Ergebnis spricht für den kontext- und lagerspezifischen Einsatz von Kommissionierassistenten. Aktuell wird der Einsatz von Bewegungserfassung (3D-Controller, Leap Motion Controller) bei einer simulierten Kommissionieraufgabe (picking) im VR-Bereich untersucht. Diese Untersuchungen sollen unter anderem dazu dienen, die Grenzen von Geschwindigkeit und Genauigkeit von Assistenzsystemen zu ermitteln, die nicht nur sensorische Information präsentieren, sondern direkt in die Augen-Hand-Koordination eingreifen (Bachmann et al. 2018)

4.4 Mensch-Roboter-Interaktion

Die enge Zusammenarbeit von Mensch und Roboter als soziotechnisches System wirft nicht nur technische Fragen auf, sondern berührt auch direkt die sozialen und psychologischen Aspekte der Mensch-Maschine-Zusammenarbeit. Eine kürzlich durchgeführte Studie beschäftigte sich mit der Frage, wie das Verhalten von Robotern den Menschen in seinem Handeln beeinflusst und inwieweit Veränderungen im menschlichen Verhalten als implizites Maß für Wohlbefinden und Akzeptanz interpretiert werden können (Böckenkamp et al. 2016; Rinkenauer et al. 2017a). Als theoretischer Rahmen wurde das Konzept des Annäherungs-Vermeidungsverhaltens aus der Motivationspsychologie übernommen. Hierbei wird angenommen, dass alle Objekte in einem Raum vom Menschen als positiv, neutral oder negativ bewertet werden und daher analog zu einem elektrischen Feld abstoßend (vermeidend) oder anziehend (annähernd) auf das menschliche Verhalten einwirken (Lewin 1938; Miller 1959; Townsend/Busemeyer 1989). Nach diesem Konzept können Annäherungs- oder Vermeidungstendenzen im Bewegungsverhalten als Indikatoren für die affektive Bewertung von Objekten und Situationen dienen (z. B. Puca et al. 2006).

Entsprechend wurden in der Studie Annäherungs- und Vermeidungstendenzen in den Bewegungen und der Körperhaltung von Probanden bei der Interaktion mit einem Industrieroboter untersucht. Die Ergebnisse legen nahe, dass das

Verhalten des Roboters zu spezifischen Annäherungs- und Vermeidungstendenzen der Versuchspersonen führt (Böckenkamp et al. 2016; Rinkeauer et al. 2017a). So zeigte sich beispielsweise, dass unterschiedliche Bewegungsmuster des Roboters (Roboter bewegt sich wie ein Roboter oder wie ein Mensch) unterschiedlich starkes Annäherungsverhalten bei den Probanden auslöst (Rinkeauer et al. 2017a). Das menschliche Verhalten kann demnach tatsächlich als implizites Maß für die affektive Qualität der Mensch-Roboter-Kooperation interpretiert werden. Perspektivisch gesehen könnte auf diese Weise in Echtzeit beurteilt werden, ob menschliche Nutzer die aktuelle Zusammenarbeit mit Robotern eher positiv oder negativ bewerten und inwieweit das Roboterverhalten situativ angepasst werden muss.

Annäherungs- und Vermeidungstendenzen sind jedoch nicht nur relevant für die Gestaltung der Mensch-Roboter-Kooperation, sondern auch für die Gestaltung des Bewegungsverhaltens von autonomen Fahrzeugen, die gemeinsam mit Menschen in einer Lager- oder Fertigungshalle agieren. Zurzeit werden innerhalb des „Leistungszentrums für Logistik und IT“ neue Studien vorbereitet, die die Interaktion zwischen Mensch und autonomen Transportfahrzeugen untersuchen. Unter Berücksichtigung der dargelegten psychologischen Konzepte kann man davon ausgehen, dass Distanz, Geschwindigkeit und Verhalten der autonomen Fahrzeuge bei der Annäherung an den Menschen bzw. die Interaktion mit dem Menschen so geregelt werden können, dass der menschliche Mitarbeiter in seinen Aktivitäten nicht gestört wird. Um die Akzeptanz der Mensch-Maschine-Zusammenarbeit zu optimieren, sollte außerdem das Verhalten der autonomen Systeme besser vorhersagbar werden.

5. Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wurde versucht, die Rolle der Kognitiven Ergonomie basierend auf dem Hintergrund einer zunehmend digitalisierten Logistik zu erörtern. Die Absicht der Kognitiven Ergonomie ist es, auf einer individuellen Ebene Erkenntnisse über die Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit des Menschen im Kontext moderner Arbeitsumgebungen zu gewinnen. Hierzu werden theoretische Konzepte aus der Kognitions- und Arbeitspsychologie sowie ein breites Spektrum empirischer Untersuchungsmethoden eingesetzt, um möglichst allgemeingültige Aussagen und Vorhersagen über das menschliche Verhalten im Arbeitskontext ableiten zu können. Im Bereich der Logistik ist die Kognitive Ergonomie bisher kaum berücksichtigt worden. Entsprechend werden zurzeit im „Leistungszentrum für Logistik und IT“ Anstrengungen unternommen, die theoretischen Konzepte und Untersuchungsmethoden auf diesen Bereich zu übertragen und zu etablieren. Ziel ist es, die neuen Arbeitssysteme möglichst optimal an den Menschen anzupassen sowie potenzielle psychische Fehlbelastungen in digitalisierten Arbeitsumgebungen zu erkennen und zu eliminieren. Idealerweise können die neuen Möglichkeiten der Digitalisierung hierbei genutzt werden, um die Arbeitsumgebungen an die individuellen kognitiven Fähigkeiten und Präferenzen des Nutzers anzupassen, gleichzeitig individuelle

Belastungssituationen frühzeitig zu detektieren und durch entsprechende Adaptation der Arbeitsumgebungen Fehlbeanspruchungen zu vermeiden. Darüber hinaus weist die Kognitive Ergonomie mit den anderen Konzepten, die in diesem Band vorgestellt werden, Gemeinsamkeiten und Schnittstellen auf.

In Bezug auf eine Social Networked Industry bietet sie Ansatzpunkte zur proaktiven und humanzentrierten Planung und Realisierung der Einbettung des Menschen in soziotechnische Netzwerke. Eine erfolgreiche Gestaltung der Systeme für den Menschen erfordert theoretische Konzepte und Methoden aus der Psychologie und Arbeitswissenschaft, um Arbeitsumgebungen nach dessen kognitiven Fähigkeiten und Präferenzen entsprechend gestalten zu können.

Bezüglich der Arbeitsplatzinnovation kann die Kognitive Ergonomie mit dazu beitragen, beispielsweise die Akzeptanz von Innovationen am Arbeitsplatz zu beurteilen und zu verbessern. Eine naheliegende Möglichkeit wäre es, Usability- und User-Experience-Verfahren zur Evaluation der Gebrauchstauglichkeit und des Nutzungserlebens des Arbeitsplatzes aus Sicht der Mitarbeiter einzusetzen. Darüber hinaus kann davon ausgegangen werden, dass die Autonomie bei der Gestaltung und Nutzung des eigenen Arbeitsplatzes dazu beiträgt, auch die psychische Beanspruchung zu optimieren. Konzepte der Arbeitsplatzinnovation sind umgekehrt für die Kognitive Ergonomie eine fruchtbare Ergänzung, beispielsweise im Hinblick auf den Arbeitnehmer als aktiv gestaltenden Nutzer seiner Arbeitsumgebung.

In Bezug auf die soziologischen Ansätze bestehen im Hinblick auf das Konzept des „soziotechnischen Systems“ weitreichende Überschneidungen. Hier kann die Kognitive Ergonomie durch den starken Fokus auf das Individuum und die überwiegend empirische Herangehensweise das soziotechnische Verständnis von Arbeitsanalyse und Arbeitsgestaltung ergänzen und erweitern. Umgekehrt kann die Kognitive Ergonomie von der soziotechnischen Sichtweise stark profitieren, wenn es darum geht, den Zusammenhang von Individuum, Organisation und Technik in einem größeren Zusammenhang zu beurteilen und zu verstehen. Die Nutzung eines ähnlichen Methodenrepertoires legt nahe, dass die beiden Disziplinen in Zukunft stärker zusammenarbeiten sollten. Ein erster Versuch könnte darin bestehen, eine Annäherung in jeweiligen theoretischen Konzepten der beiden Disziplinen anzustreben.

Abschließend soll noch erwähnt werden, dass die Kognitive Ergonomie sicherlich eine wichtige Rolle bei der humanverträglichen Gestaltung der Arbeit in einer digitalisierten Logistik spielt. Ohne Frage kann aber die Gestaltung einer humanzentrierten Zukunft digitalisierter Arbeit, insbesondere in einem Bereich wie der Logistik, nur durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit gelingen.

LITERATUR

- Arnau, S./Möckel, T./Rinkenauer, G./Wascher, E. 2017: The interconnection of mental fatigue and aging: An EEG study. In: *International Journal of Psychophysiology*, Jg. 117 (2017), S. 17–25
- Bachmann, D./Weichert, F./Rinkenauer, G. 2018: Review of Three-Dimensional Human-Computer Interaction with Focus on the Leap Motion Controller. In: *Sensors*, Jg. 18, H. 7 (2018).
- Bainbridge, L. 1983: Ironies of automation. In: *Automatica*, Jg. 19, H. 6 (1983), S. 775–770
- Bauckhage, C./Bauernhansl, T./Beyerer, J./Garcke, J. 2018: Kognitive Systeme und Robotik: Intelligente Datennutzung für autonome Systeme. In: R. Neugebauer (Hg.): *Fraunhofer-Forschungsfokus. Digitalisierung. Schlüsseltechnologien für Wirtschaft und Gesellschaft*. 1. Aufl. Springer Vieweg, Berlin Heidelberg, S. 239–260
- Billings, C. E. 1997: *Aviation automation. The search for a human-centered approach*. Mahwah: Lawrence Erlbaum.
- Böckenkamp, A./Weichert, F./Rinkenauer, G. 2016: Investigating the effects of robotic motion on worker's behavior in cooperative working environments. In: *The 25th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*. August 26 to August 31, 2016, Teachers College, Columbia University, New York, U.S.A. Piscataway, NJ: IEEE, S. 670–675
- Botthof, A./Hartmann, E. A. 2015: *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0*. Springer Vieweg, Berlin Heidelberg
- Bretzke, W.-R. 2016: *Die Logik der Forschung in der Wissenschaft der Logistik*. Springer Berlin Heidelberg
- Debitz, U./Gruber, H./Richter, G. 2003: *Psychische Gesundheit am Arbeitsplatz: Teil 2. Erkennen, Beurteilen und Verhüten von Fehlbeanspruchungen*. InfoMediaVerlag, Bochum
- Fitts, P. M. 1951: *Human engineering for an effective air navigation and traffic-control system*. Ohio State University Research Foundation, Columbus, OH
- Grosse, E. H./Glock, C. H./Jaber, M. Y./Neumann, W. P. 2014: Incorporating human factors in order picking planning models: Framework and research opportunities. In: *International Journal of Production Research*, Jg. 53 (2014), H. 3, S. 695–717
- Grosse, E. H./Glock, C. H./Neumann, W. P. 2016: Human factors in order picking: A content analysis of the literature. In: *International Journal of Production Research*, Jg. 55 (2016), H. 5, S. 1260–1276
- Gudehus, T. 2000: *Logistik 2. Netzwerke, Systeme und Lieferketten*. Springer Berlin Heidelberg
- Günthner, W./Klenk, E./Tenerowicz-Wirth, P. 2014: Adaptive Logistiksysteme als Wegbereiter der Industrie 4.0. In: Bauernhansl, T./ten Hompel, M./Vogel-Heuser, B. (Hg.): *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien, Migration*. Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 297–323
- Hacker, W./Richter, P. 1984: *Psychische Fehlbeanspruchung*. Springer, Berlin Heidelberg

Hirsch-Kreinsen, H./ten Hompel, M./Ittermann, P./Dregger, J./Niehaus, J./Kirks, T./Mättig, B. 2018: „Social Manufacturing and Logistics“ – Arbeit in der digitalisierten Produktion. In: Wischmann, S. & Hartmann, E. (Hg.): Zukunft der Arbeit – eine praxisnahe Betrachtung. Springer Vieweg, Berlin, S. 175–194

Joiko, K./Schmauder, M./Wolff, G. 2010: Psychische Belastung und Beanspruchung im Berufsleben: Erkennen – gestalten. 5. Aufl. Dortmund-Dorstfeld: Bundesanst. für Arbeitsschutz u. Arbeitsmedizin

Junghanns, G./Morschhäuser, M. 2013: Immer schneller, immer mehr: Psychische Belastung bei Wissens- und Dienstleistungsarbeit. Springer VS, Wiesbaden

Klein, G./Woods, D. D./Bradshaw, J. M./Hoffman, R. R./Feltovich, P. J. 2004: Ten Challenges for Making Automation a “Team Player” in Joint Human-Agent Activity. In: IEEE Intelligent Systems, Jg. 19, H. 6, S. 91–95

Kompier, M. A. J./Kristensen, T. S. 2001: Organizational work stress interventions in a theoretical, methodological and practical context. In: Dunham, J. (Hg.): Stress in the workplace: Past, present and future. Whurr Publishers, Philadelphia, PA, US, S. 164–190

Kong, X. T. R./Luo, H./Huang, G. Q./Yang, X. 2018: Industrial wearable system: The human-centric empowering technology in Industry 4.0. In: Journal of Intelligent Manufacturing, S. 1–17. <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1416-9>

Kretschmer, V./Plewan, T./Rinkenauer, G./Maettig, B. 2018: Smart Palletisation: Cognitive Ergonomics in Augmented Reality Based Palletising. In: Karwowski, W./ Ahram, T. (Hg.), Advances in intelligent systems and computing: Vol. 722. Intelligent Human Systems Integration. Proceedings of the 1st International Conference on Intelligent Human Systems Integration (IHSI 2018): Integrating People and Intelligent Systems, January 7–9, 2018, Dubai, United Arab Emirates. Springer International Publishing, Cham. Imprint: Springer, S. 355–360

Kreutzfeldt, M./Renker, J./Rinkenauer, G. 2018: The Attentional Perspective on Smart Devices: Empirical Evidence for Device-Specific Cognitive Ergonomics. In: Rebelo, F. & Soares M. M. (Hg.): Advances in intelligent systems and computing: Volume 777. Advances in Ergonomics in Design. Proceedings of the AHFE 2018 International Conference on Ergonomics in Design, July 21–25, 2018, Loews Sapphire Falls Resort at Universal Studios, Orlando, Florida, USA. Springer, Cham, S. 3–13

Landsbergis, P. A. 2003: The Changing Organization of Work and the Safety and Health of Working People: A Commentary. In: Journal of Occupational and Environmental Medicine, Jg. 45 (2003), H. 1, S. 61–72

Lewin, K. 1938: The conceptual representation and measurement of psychological forces. Duke University Press, Durham

Lohmann-Haislah, A. 2012: Stressreport Deutschland 2012: Psychische Anforderungen, Ressourcen und Befinden. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund

Manzey, D. 2012: Systemgestaltung und Automatisierung. In: Badke-Schaub, P./ Hofinger, G./ Lauche K. (Hg.): Human factors. Psychologie sicheren Handelns in Risikobranchen. 2. Aufl. Berlin: Springer, S. 333–352

- Metz, A. M./Rothe, H.-J. 2017: Screening psychischer Arbeitsbelastungen: Ein Verfahren zur Gefährdungsbeurteilung. Springer, Wiesbaden
- Miller, N. E. 1959: Liberalization of basic S-R concepts: Extensions to conflict behavior, motivation and social learning. In: Koch, S. (Hg.): Psychology: a study of a science. McGraw-Hill, New York, NY, US, S. 196–292
- Nübling, M. 2005: Methoden zur Erfassung psychischer Belastungen: Erprobung eines Messinstrumentes (COPSOQ). Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Forschung: Fb 1058. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven.
- Parasuraman, R./Molloy, R./Singh, I. L. 1993: Performance Consequences of Automation-Induced ‚Complacency‘. In: The International Journal of Aviation Psychology, Jg. 3 (1993), H. 1, S. 1–23
- Parasuraman, R./Mouloua, M./Molloy, R. 1994: Monitoring automation failures in human machine systems. In: Mouloua, M./Parasuraman, R. (Hg.): Human performance in automated systems: Current research and trends. Erlbaum, Hillsdale, NJ, S. 45–49
- Plewan, T./Rinkenauer, G. 2016: Fast and Forceful: Modulation of Response Activation Induced by Shifts of Perceived Depth in Virtual 3D Space. In: Frontiers in Psychology, Jg. 7, Artikel 1939. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01939>
- Plewan, T./Rinkenauer, G. 2017a: Surprising depth cue captures attention in visual search. In: Psychonomic Bulletin & Review, 1–7
- Plewan, T./Rinkenauer, G. 2017b: Simple reaction time and size-distance integration in virtual 3D space. In: Psychological Research, Jg. 81 (2017), H. 3, S. 653–663
- Plewan, T./Rinkenauer, G. 2018: The influence of relevant and irrelevant stereoscopic depth cues: Depth information does not always capture attention. In: Attention, Perception & Psychophysics (2018), Jg. 80, H. 8, S. 1997–2007
- Plewan, T./Wascher, E./Falkenstein, M./Hoffmann, S. 2016: Classifying Response Correctness across Different Task Sets: A Machine Learning Approach. In: PloS one, Jg. 11 (2016), H. 3, e0152864
- Proctor, R. W./van Zandt, T. 2008: Human Factors in Simple and Complex Systems. 2. Aufl. CRC Press, Hoboken
- Puca, R. M./Rinkenauer, G./Breidenstein, C. 2006: Individual differences in approach and avoidance movements: How the avoidance motive influences response force. In: Journal of Personality, Jg. 74 (2006), H. 4, S. 979–1014
- Renker, J./Rinkenauer, G. 2016: The Acquisition of Mental Representations under Uncertainty. Kognitive Systeme, Jg. 3 (2016), Nr. 1, S. 1–7. <http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DocumentServlet?id=42388> (zuletzt: 31.07.2018)
- Renner, R. S./Velichkovsky, B. M./Helmert, J. R. 2013: The perception of egocentric distances in virtual environments – A review. In: ACM Computing Surveys, Jg. 46 (2013), H. 2, S. 1–40.

Rinkenauer, G./Böckenkamp, A./Weichert, F. 2017a: Man-Robot Collaboration in the Context of Industry 4.0: Approach-Avoidance Tendencies as an Indicator for the Affective Quality of Interaction? In: Schlick, C. M./Duckwitz, S./Flemisch, F./Frenz, M./Kuz, S./Mertens, A./Mütze-Niewöhner, S. (Hg.): Advances in ergonomic design of systems, products and processes. Proceedings of the annual meeting of GfA 2016. Springer, Berlin, Germany, S. 335–348

Rinkenauer, G./Kretschmer, V./Kreutzfeldt, M. 2017b: Kognitive Ergonomie in der Intralogistik. In: Future Challenges in Logistics and Supply Chain Management. Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik, Dortmund, S. 1–13

Rinkenauer, G./Plewan, T. 2017: Geschwindigkeits-Genauigkeitsabgleich und Körperhaltung: Altersbedingte Unterschiede bei der Balancekontrolle. In Soziotechnische Gestaltung des digitalen Wandels - kreativ, innovativ, sinnhaft. 63. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: FHNW Brugg-Windisch, Schweiz, 15.-17. Februar 2017. GfA-Press, Dortmund, S. 1–6

Salvendy, G. 2012: Handbook of human factors and ergonomics. 4. Aufl. Wiley, Hoboken, NJ

Schiebener, J./Brand, M. 2015: Decision Making Under Objective Risk Conditions-a Review of Cognitive and Emotional Correlates, Strategies, Feedback Processing, and External Influences. In: Neuropsychology Review, Jg. 25 (2015), H. 2, S. 171–198

Simon, H. A. 1969: The Architecture of Complexity. In Litterer, J. A. (Hg.): Organizations. 2. Aufl. John Wiley and Sons, New York.

Spath, D. (Hg.) 2013: Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Stuttgart: Fraunhofer-Verl.

Starcke, K./Brand, M. 2016: Effects of stress on decisions under uncertainty: A meta-analysis. Psychological Bulletin, Jg. 142 (2016), H. 9, S.909–933

ten Hompel, M./Putz, M./Nettsträter, A. 2016: Whitepaper »Social Networked Industry«. Für ein positives Zukunftsbild von Industrie 4.0. https://www.e3-produktion.de/content/dam/iwu/e3-produktion/de/documents/E3_Whitepaper_SocialNetworkedIndustry_Web.pdf (zuletzt: 01.10.2018)

ten Hompel, M./Schmidt, T./Nagel, L. 2007: Materialflusssysteme: Förder- und Lagertechnik. 3., völlig neu bearb. Aufl. Intralogistik. Springer, Berlin, Heidelberg, New York

Thüring, M./Mahlke, S. 2007: Usability, aesthetics and emotions in human–technology interaction. In: International Journal of Psychology, Jg. 42 (2007), H. 4, S. 253–264

Townsend, J. T./Busemeyer, J. R. 1989: Approach-avoidance: Return to dynamic decision behavior. In: C. Izawa (Hg.): Current Issues in Cognitive Processes. The Tulane Flowerree Symposia on Cognition. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Hillsdale, NJ, US, S. 107–133

Treier, M. 2015: Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastungen: Begründung, Instrumente, Umsetzung. Springer, Wiesbaden

Winter, J. C. F. de, Dodou, D. 2014: Why the Fitts list has persisted throughout the history of function allocation. Cognition, Technology & Work, Jg. 16 (2014), H. 1, S. 1–11.

Wischmann, S./Hartmann, E. (Hg.) 2018: Zukunft der Arbeit – Eine praxisnahe Betrachtung. Springer Vieweg, Berlin, Germany

DIE BEDEUTUNG VON WORKPLACE INNOVATION

BEWÄLTIGUNG TECHNOLOGISCHER UND PERSONELLER HERAUSFORDERUNGEN IN DER NIEDERLÄNDISCHEN LOGISTIKBRANCHE



*Steven Dhondt, Paul Preenen, Peter Oeij, Katarina Putnik,
Wouter van der Torre, Ernest de Vroome*

1 | EINFÜHRUNG

Die niederländische Logistikbranche hat auf internationaler Ebene eine Vorreiterrolle inne. Sie gilt als extrem produktiv (Van de Ven 2013) und innovativ (World Logistics Performance Index 2018). Dennoch steht der traditionelle, „ergrauende“ Sektor vor einigen großen Herausforderungen. Die niederländische Regierung und die Logistikbranche investieren seit 2011 bis heute und weiterhin im Rahmen der niederländischen „Topsektor“-Initiative massiv in neue Technologieprogramme, um die Leistung von Logistikunternehmen zu verbessern (vgl. Topsector Logistiek Meerjarenprogramma 2016–2020, 2015). Das hat erhebliche Auswirkungen auf Organisationen, Arbeit, Management und Beschäftigte (Dhondt/Preenen 2015).

Die erfolgreiche Einführung solcher Technologien auf Seiten der Logistikdienstleister ist von entscheidender Bedeutung, wenn die Branche ihre führende Position festigen will. Allerdings werden viele Ideen und technische Innovationsvorhaben von Logistikfirmen noch immer unzureichend aufgegriffen; ihre Fähigkeit zur Einführung von Innovationen ist bis heute gering. Die derzeitigen Belegschaften sind es nicht gewohnt, mit Neuerungen umzugehen und neue Kompetenzen zu entwickeln, sondern sind vorwiegend operativ ausgerichtet. Die Tatsache, dass die Branche durch ein breites Spektrum von Unternehmen und Stakeholdern geprägt ist, erschwert zudem die Zusammenarbeit und den Wissensaustausch.

In fast allen Bereichen herrscht ein zunehmender Mangel an Arbeitskräften. Es fällt der Branche sehr schwer, neue und insbesondere junge technologieaffine Mitarbeiter zu finden. Mittlerweile haftet dem Logistiksektor sogar ein altmodisches Image an (Randstad Employer Brand Research 2018). Interessanterweise ergaben sektorübergreifende Studien in den Niederlanden, dass Vorreiterunternehmen der Logistikbranche im Hinblick auf Workplace Innovation (WPI, Innovation am Arbeitsplatz) aktiver sind und neue Technologien eher adaptieren. Infolgedessen sind sie in Bezug auf ihre wirtschaftliche und Organisationsleistung sowie in puncto Arbeitsqualität erfolgreicher (Oeij et al. 2012; Volberda 2014). Logistikunternehmen mit stärkerer Aktivität im Bereich WPI stehen der Einbindung von Mitarbeitern in die Entwicklung und Einführung von Innovationen offener gegenüber. Ob Beschäftigte neue Technologien tatsächlich nutzen, sich auf Neues einstellen und zur Erfindung und Verbesserung von Innovationen beitragen, hängt sehr stark davon ab, wie diese Neuerungen empfunden werden und wie sie gestaltet sind. Die Akzeptanz von Innovationen kann zunehmen, wenn potenzielle Anwender die Innovation als hilfreich, benutzerfreundlich und förderlich für ihre eigene Arbeitsleistung erachten (Bagozzi et al. 1992; Davis 1989; Mun et al. 2006; Rogers 2003; Venkatesh/Davis 2000; Venkatesh et al. 2003). Wie (technologische) Innovationen entwickelt, eingeführt und von Mitarbeitern angenommen werden, hängt jedoch in hohem Maße davon ab, wie Mitarbeiter einbezogen und konsultiert werden und wie sie die allgemeine Arbeitsatmosphäre wahrnehmen. Innovation am Arbeitsplatz setzt die Partizipation von Beschäftigten an der Entwicklung, Änderung oder Erneuerung der Produkte und Prozesse einer Organisation voraus. Darüber hinaus müssen Führungskräfte dieser partizipativen Rolle offen gegenüberstehen und sie fördern (Oeij/Dhondt 2017; Oeij et al. 2017). WPI legt den Schwerpunkt auf die Konzeption und Einführung von Praktiken oder einer Kombination von Praktiken, die Mitarbeiter entweder strukturell (durch Arbeitsteilung) oder kulturell (durch Empowerment) dazu befähigen, sich in organisationale Veränderungen und Erneuerungen einzubringen, und dadurch die Qualität des Arbeitslebens und die Organisationsleistung verbessern (Oeij et al. 2016). Unternehmen, die WPI umsetzen, erzielen auch bessere Leistungsergebnisse im Hinblick auf die Qualität der Arbeit (Oeij et al. 2015). Eine partizipative Rolle von Beschäftigten setzt voraus, dass ihnen durch entsprechend ausgelegte Arbeitsplätze eine gewisse Autonomie in Bezug auf die Ausführung der Arbeit und die Beeinflussung von Arbeitsabläufen (Umfeld) eingeräumt wird und dass sie Unterstützung von den Führungskräften erhalten. Daher schafft WPI ein Umfeld, das das Engagement sowie die Bindung von Mitarbeitern, die (externe) Kooperation und ein besseres Unternehmensimage für künftige Arbeitskräfte fördert.

Logistikorganisationen sind jedoch im Allgemeinen weniger innovativ in Bezug auf WPI, auf den Einsatz von Mitarbeitern und das Management von Personal (HR) (Manpower Group 2015; Volberda 2014). Daher wird das im Unternehmen vorhandene Innovationspotenzial nicht vollumfänglich ausgeschöpft. In diesem Artikel gehen wir näher auf die personellen Herausforderungen für

die niederländische Logistikbranche ein und erläutern WPI als notwendigen Ansatz zur Bewältigung der ermittelten Herausforderungen. Wir werfen dann einen genaueren Blick auf die allgemeinen Bestandteile einer WPI-Strategie und untersuchen, unter welchen Voraussetzungen Unternehmen WPI einführen können. Anschließend fassen wir eine Studie zusammen, die aufzeigt, wie wichtig WPI für die Annahme von Innovationen und für die Innovationsleistung ist. Wir beenden den Artikel mit einem abschließenden Fazit, einer Darstellung der praktischen Auswirkungen sowie einer zusammenfassenden Übersicht über die Anstrengungen, die in der Logistikbranche derzeit für eine verbesserte Einführung von WPI unternommen werden.

2 | EIN SYSTEMANSATZ: PERSONELLE HERAUSFORDERUNGEN FÜR DIE NIEDERLÄNDISCHE LOGISTIKBRANCHE

Der niederländische Logistiksektor ist sich seiner personellen Herausforderungen sehr wohl bewusst. Im Zuge der Topsektor-Politik organisierte die Branche einen „Human Capital Table“ zur Festlegung einer Humankapital-Strategie. In diesem Gremium arbeiteten Stakeholder von Unternehmen, Bildungseinrichtungen, Sozialpartnern und Forschungsorganisationen zusammen, um die Sozialpolitik im Logistiksektor zu verbessern. Die Branche formulierte ein zentrales Ziel, nämlich die Zahl der neuen Bachelor- und Masterstudierenden im Logistikbereich zu erhöhen (Dhondt/Preenen 2015). Dieses durchaus wichtige, aber eindimensionale Ziel dient nun als Richtschnur für Bildungsinvestitionen und neue Kooperationen unter den Akteuren. Der Sektor setzte auch WPI auf die Agenda und führte unterstützend mehrere Informationskampagnen zur Förderung von WPI durch. Das allein reicht jedoch nicht aus.

Zurzeit rückt die Entwicklung einer ganzheitlicheren, systemischen Betrachtung der Personalpraktiken in der Branche stärker in den Blickpunkt. Eine systemische Perspektive macht deutlich, dass der Logistiksektor mit einigen bedeutenden Personalproblemen konfrontiert ist, die zurzeit nicht hinreichend behandelt werden. Gesucht werden ausgefeiltere „Change-Praktiken“, mit deren Hilfe Unternehmen bessere Humankapital-Konzepte, wie beispielsweise WPI, einführen können. Beim Systemansatz wird die Personalsituation in der Logistikbranche als System mit Zugängen und Abgängen betrachtet, dessen Kernelemente durch Maßnahmen auf Unternehmensebene geprägt werden. Abbildung 1 stellt die aktuelle Aufteilung der Beschäftigten nach Altersgruppen und die verschiedenen Zugangs- bzw. Abgangskanäle dar.

Die systemische Betrachtung macht es möglich, potenzielle Systemstörungen zu ermitteln. Diese Störungen werden als (aggregierte) Ergebnisse vieler Maßnahmen sämtlicher Unternehmen in der Branche sichtbar. Eine systemische Perspektive steht guten Praktiken auf Unternehmensebene nicht entgegen, zeigt jedoch im Allgemeinen bedeutende Verbesserungspotenziale auf.

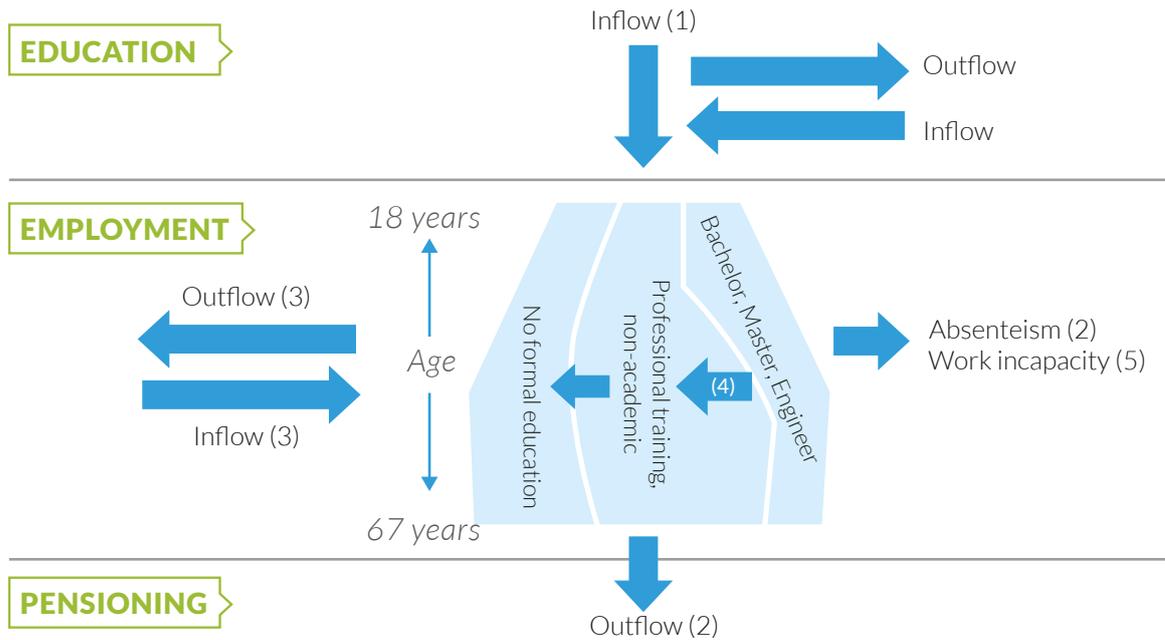


ABBILDUNG 1:
Beschäftigung und Zugangs-/Abgangssysteme im
Logistiksektor aus der Makroperspektive

Die folgenden „Zugangs-/Abgangskomponenten“ sind wichtig, um eine ausgewogene und „gesunde“ Versorgung mit Arbeitskräften zu gewährleisten:

- Ausreichender Zugang von neuen Personen und Talenten (1): Voraussetzung hierfür ist, dass das Ausbildungssystem auf allen Ebenen einen wachsenden Zugang von neuen Absolventen verzeichnet und dass diese ihr Studium abschließen. Abwanderungen in andere Studiengänge und Zugänge in Logistik-Ausbildungsprogramme sollten übereinstimmen. Der Gesamtzugang in die Logistikbeschäftigung sollte mindestens dem geplanten Abgang entsprechen.
- Abgang in den Ruhestand (2): Hier sind angemessene Maßnahmen gefordert, um den mit dem Abgang in den Ruhestand verbundenen Erfahrungsverlust zu bewältigen.
- Abwanderung in andere Unternehmen und Zugang aus anderen Unternehmen (3): Beschäftigte prüfen fortwährend ihre Chancen auf neue Arbeitsplätze in anderen Unternehmen und Sektoren. Logistikunternehmen brauchen einen ausreichenden Zugang von neuen Beschäftigten, um diese Abwanderung auszugleichen.
- Upskilling oder Downskilling beim vorhandenen Personal (4): Unternehmen erleben die Veralterung von Fähigkeiten, aber auch die Höherqualifizierung von Personal. Sie müssen einschätzen, inwieweit diese Phänomene der Unternehmensstrategie entsprechen.

- Umfang von Fehlzeiten (5): Unternehmen müssen Fehlzeiten und die möglichen Risiken steuern, die das Arbeitsumfeld für Beschäftigte bergen kann.

Unternehmen und Sektoren müssen selbst prüfen und entscheiden, worauf sie ihr Hauptaugenmerk richten wollen. Für die niederländische Logistikbranche liegt das Ziel darin, eine höhere Zahl hochqualifizierter Arbeitskräfte zu erhalten, die sich für eine Tätigkeit bzw. einen Verbleib in der Branche entscheiden. Verschiedene Branchenanalysen vermitteln einen Einblick in unterschiedliche Aspekte des niederländischen Logistiksektors. Dabei sind folgende Ungleichgewichte zu erkennen:

- Verlust von Talenten: Die Zahl der Studierenden ist in der Branche gestiegen (Bachelor- und Masterabschlüsse). Dennoch war in den letzten Jahren ein erheblicher Verlust von Talenten in den Ausbildungsprogrammen festzustellen. Die Zielvorgaben für eine ausreichend hohe Zahl gut ausgebildeter Logistiker werden wohl verfehlt. Die Abwanderung aus den Ausbildungsprogrammen liegt höher als der Zugang aus anderen Programmen (Panteia 2017). Die Branche scheint unfähig zu sein, den Zugang im geplanten Umfang zu steigern. Die Gründe dafür sind nicht bekannt.
- Alterung von Wissen: Das Renteneintrittsalter wurde vom Staat in allen Sektoren schrittweise angehoben. Frühverrentungssysteme wurden vor mehr als 15 Jahren abgeschafft. Allerdings haben Unternehmen bisher nicht mit entsprechenden Weiterbildungsmaßnahmen auf die längeren beruflichen Laufbahnen reagiert. Im Logistiksektor ist der Zeitaufwand für Schulungsmaßnahmen im Zeitraum 2010–2015 sogar um 20 Prozent zurückgegangen (Perez/Van Thor 2017). Der Abgang und Zugang von Talenten in und aus andere(n) Sektoren scheint ausgeglichen zu sein. Die Branche scheint in der Lage zu sein, abwanderndes Personal durch höherqualifizierte Beschäftigte zu ersetzen. Unklar ist, wie sich diese Verschiebung auf die Löhne auswirkt. Möglicherweise werden die Lohnkosten erhöht, um neues Personal anzuwerben. Der Mangel an digitalen Kompetenzen und Fähigkeiten scheint durch den Zugang aus dem Ausbildungssystem und aus anderen Branchen jedoch nicht behoben zu werden (PwC 2016). PwC berichtet zudem, dass auch die gegenwärtigen Logistikfachleute nicht über ausreichend Digitalkompetenz (z. B. Gebrauch von PC, Social Media, Programmierkenntnisse) verfügen (PwC 2016).
- Verschiebung von Ausbildungsniveaus: Die Branche investiert erheblich in die Anwerbung von hochqualifizierten Studierenden. In der Praxis üben jedoch rund 10 Prozent dieser Personen geringer qualifizierte Tätigkeiten aus, als es ihre Ausbildung ermöglichen würde (Hooftman et al. 2016). Weitere Forschungen weisen darauf hin, dass Logistikmitarbeiter zu häufig nicht ihren Fähigkeiten ent-

sprechend eingesetzt werden (Panteia 2017). Das führt dazu, dass Talente und Erfahrung ungenutzt bleiben. Eine Ursache für die Verschiebung von Qualifikationsniveaus liegt darin, dass Arbeit in unzureichendem Maß eine Lernerfahrung darstellt. Arbeitsplätze werden von Beschäftigten als zu einfach angesehen.

- Belastung von Arbeitskräften: Das letzte Systemungleichgewicht liegt darin, dass Arbeitsbedingungen möglicherweise nicht so gut sind wie sie sein könnten. Einige Studien zeigen auf, dass in Logistikunternehmen autoritäre Führungspraktiken vorherrschen (vLm 2016).

Die genannten Ungleichgewichte wirken sich auf die Attraktivität der Arbeitsplätze und Beschäftigungsmöglichkeiten im Sektor aus. Des Weiteren haben sie Einfluss darauf, inwieweit Unternehmen ihre Beschäftigten dazu befähigen können, eigene Ideen einzubringen und engagiert zur Verbesserung bestehender und zur Einführung neuer Praktiken im Unternehmen beizutragen. Die Branche ist im Hinblick auf den Einsatz von Personal und das Personalwesen weniger innovativ (Manpower Group 2015; Volberda 2014). Das hat zur Folge, dass der Sektor die eingeführten Technologien nicht vollumfänglich nutzt, was sich nachteilig auf die Produktivität auswirken kann.

3 | BEDARF AN WPI

3.1 Einführung

Wenn wir der Frage auf den Grund gehen wollen, wie Logistikunternehmen mit WPI gegen die Systemungleichgewichte vorgehen können, müssen wir zunächst das Konzept der WPI näher untersuchen und ergründen, welche HR-Maßnahmen mit WPI und den ermittelten Ungleichgewichten in Beziehung stehen. Anschließend müssen wir klären, wie Unternehmen das optimale Maßnahmenbündel für ihre Beschäftigten auswählen können und wie sie diese Maßnahmen anwenden können. Dies zeigen wir im Rahmen unserer Forschung über führende WPI-Unternehmen auf. Keines der untersuchten Unternehmen ist über Lehrbücher zu seinem aktuellen Ansatz gelangt. Wir dokumentieren die verschiedenen Wege, die von diesen Akteuren eingeschlagen wurden.

3.2 Konzept der WPI

WPI-Forscher gehen von der Grundidee aus, dass „Mitarbeiter unser wertvollstes Kapital sind“ (Alagaraja 2013). Arbeitsprozesse und HR-Praktiken sollten so organisiert sein, dass Mitarbeiter von einer höheren Qualität des Arbeitslebens profitieren und Organisationen eine höhere Leistung erzielen. In diesem Sinne kann WPI als „Best-Practice-Ansatz“ verstanden werden (Guest 1997): WPI zu wählen ist das Beste, was das Management machen kann (Mohr/Van Amelsvoort 2016). Mehrere Autoren verweisen auf empirische Nachweise für den Zusammenhang zwischen WPI und der Organisations- und Mitarbeiterleistung

(Appelbaum et al. 2011; Van Hootegem 2016; Totterdill et al. 2016).

WPI ist ein umfassendes Konzept. Es beinhaltet unterschiedliche organisationale Maßnahmen, die zusammengenommen zu einer höheren Organisationsleistung und höheren Qualität des Arbeitslebens führen (Oeij/Dhondt 2017) und die für die Akzeptanz von Innovationen als entscheidend gelten. Diese Maßnahmen oder organisationalen Praktiken liefern synergetische Ergebnisse (Subramony 2009). In der Ökonometrie wird dies als „Komplementarität“ bezeichnet. Die Theorie zu diesem Thema besagt, dass spezifische Praktiken in Clustern vorkommen. Eine Organisation mit bestimmten Praktiken wird auch weitere ähnliche Maßnahmen durchführen (Brynjolfsson/Milgrom 2013).

Hier stellt sich nun die Frage, welche Maßnahmen für WPI bedeutsam sind und wie sie gebündelt werden können, um höhere Leistungen zu generieren. Volberda et al. (2011) nennen fünf Aspekte, die in Organisationen aufeinander abgestimmt werden müssen: (1) dynamisches Management (konzentriert sich auf die Förderung von Interaktion, Kommunikation, Kreativität und Autonomie), (2) flexible Organisation (nutzt Wissen innerhalb der Organisation, um flexibel zu bleiben; konzentriert sich auf den Aufbau der Organisation rund um die Fähigkeiten der Mitarbeiter), (3) intelligente Arbeit (Mitarbeiter arbeiten an Dingen, die ihren Talenten und Fähigkeiten entsprechen), (4) Externe Netzwerke und Wissensallianzen (co-creation) sowie (5) externe Stakeholder und strategische Regulierung.

Bloom und Van Reenen (2010) identifizieren 18 grundlegende Führungspraktiken in den folgenden drei Bereichen, die ihres Erachtens mit einer verbesserten Leistungsfähigkeit zusammenhängen: Überwachung, Ziele, Anreize. Bloom und sein Team haben ein Experiment entwickelt, um aufzuzeigen, wie sich die Verbesserung der betreffenden Praktiken auf die Leistungsfähigkeit von Organisationen auswirkt. Sie kommen zu dem Schluss, dass Firmen ihre Produktivität durch eine Verbesserung der entsprechenden Praktiken binnen 40 Wochen um 20 Prozent steigern können (für einen Überblick über die Maßnahmen siehe Bloom et al. 2013). Andere Forschungen haben ergeben, dass Bündel von (HR-)Praktiken wichtiger sind als einzelne (HR-)Maßnahmen (Subramony 2009; Vermeerbergen et al. 2016).

Doch was entscheidet darüber, welche HR-Praktiken kombiniert werden sollten? Eine verbesserte Unternehmensleistung bei Anwendung bestimmter Maßnahmenbündel kann einen Hinweis auf die geeignete Kombination liefern. Einige Forschungen versuchen zu ergründen, inwieweit organisationale Maßnahmen und der Organisationskontext zusammenhängen (Van Reenen 2011). Die erste Forschungsrichtung beruht auf dem Ansatz, der von Van Reenen (2011) als „design theory“ (Designtheorie) bezeichnet wird. Danach werden die Fähigkeiten von Organisationen unmittelbar durch das wirtschaftliche Umfeld beeinflusst. Das Umfeld bestimmt die „optimale Organisationsform“. Unterschiede unter Organisationen können mit verschiedenen Organisationsum-

feldern erklärt werden. Beim zweiten Modell handelt es sich um die Theorie „Management als Technologie“ (Bloom/Van Reenen 2010). Einige Aspekte des Managements werden als Technologie oder „Best Practice“ betrachtet. Die Einführung von organisationalen „Best Practices“ müsste die Produktivität in einem typischen Unternehmen steigern. Das Umfeld hilft natürlich bei der Auswahl erfolgreicher Organisationspraktiken. Die Theorie der Führungstechnologie macht besser verständlich, wie Entscheidungen über verschiedene HR-Maßnahmen als Best Practices gesehen werden können. Eine weitere Theorie nähert sich den Organisationsmaßnahmen mehr aus technischer Perspektive und eignet sich besser als Leitfaden für die Kombination verschiedener Praktiken. Das moderne soziotechnische Denken (MST) (Mohr/Van Amelsvoort 2016) identifiziert zwei wesentliche Dimensionen von Organisationspraktiken: Die erste Dimension verweist auf strukturelle Aspekte von Organisationen (z. B. Produktionsorganisation, Kontrollstruktur). Die zweite Dimension bezieht sich auf Aspekte der Humanressource. Beide gilt es aufeinander abzustimmen.

Delarue et al. (2008) heben hervor, wie wichtig es ist, beide Dimensionen aufeinander auszurichten. Dazu zeigen sie anhand operativer Ergebnisse (z. B. Produktivität, Qualität oder Innovation) auf, welche Auswirkungen die Teamarbeit auf die finanzielle Leistung von Unternehmen hat. Operative Ergebnisse werden beeinflusst durch die Einstellungen der Mitarbeiter (z. B. Zufriedenheit oder Motivation) und durch ihr Verhalten (z. B. Fluktuation oder Fehlzeiten), aber auch durch Systemergebnisse (z. B. Reduzierung von Verlusten oder Durchlaufzeiten). Beide Pfade können die operativen Ergebnisse erhöhen oder schmälern und sind daher für ein verbessertes Finanzergebnis gleichermaßen wichtig. Ebenso ist es möglich, dass sich beide Pfade beeinflussen. Mit anderen Worten: Ein verändertes Systemergebnis kann zum Beispiel mit der Einstellung der Beschäftigten interagieren und dann zu einer schwächeren operativen Leistung führen.

Wir kommen zu folgendem Schluss: Das Konzept der WPI besteht in einem umfassenden, ausgewogenen Bündel von Maßnahmen, die sich nicht auf HR-Praktiken beschränken, sondern auch die Entwicklung der Organisationsstruktur betreffen. Wenngleich Führungskräfte beide Elemente (Strukturen, HR-Praktiken) entwickeln müssen, um überdurchschnittliche Organisationen zu erschaffen, bestehen WPI-Experten darauf, dass die Beschäftigten an der Entwicklung von Lösungen mitwirken müssen (Høyrup et al. 2012).

3.3 Können Unternehmen WPI wählen?

Die meisten Ökonomen gehen davon aus, dass Märkte effizient sind, sodass sich WPI schnell und umfassend verbreiten müsste, wenn der Ansatz zu überlegenen Resultaten führt. Mehrere Erhebungen (z. B. ECIM: Volberda et al. 2010) zeigen jedoch, dass Organisationen sich trotzdem nicht für WPI entscheiden.

Bloom und Van Reenen (2010) bestätigen beispielsweise, dass sich schlechte Organisationsmodelle über einen langen Zeitraum halten können. Wie Ichniowski und Shaw (2013) beobachten, „glauben Ökonomen, dass Unternehmen optimale Entscheidungen [wie zum Beispiel WPI] über Vergütungspläne, Teamarbeit und zugehörige Personalmanagement-Praktiken, über Art und Umfang von Forschungsprojekten oder die Auslagerung bestimmter Tätigkeiten treffen“. Sie fahren fort: „Sollten diese Unternehmen nicht immer diese optimalen Praktiken gehabt haben? Glücklicherweise gibt es einige klare Gründe dafür, warum Unternehmen neue Managementverfahren einführen, statt von ihrer Gründung an mit demselben Bündel optimaler Managementpraktiken zu arbeiten“ (Ichniowski/Shaw 2013: 293).

Optimale Managementpraktiken werden nur aufgrund von Krisen ausgelöst. So kann sich der Preis von kapitalbasierten Inputs schnell ändern. Neue Informationstechnologien haben Managementpraktiken in verschiedenen Branchen eindeutig beeinflusst. Bewährte Führungspraktiken können sich im Laufe der Zeit grundlegend ändern. Ein Beispiel hierfür ist das Konzept der Lean Production, das von US-amerikanischen und europäischen Automobilherstellern eingeführt wurde. Änderungen in der Versorgung mit bestimmten Humanressourcen (interne und externe Arbeitsmärkte) können ebenfalls neue Anforderungen an Organisationspraktiken stellen. Des Weiteren kann externer Marktdruck einen Wandel bewirken: Neue Akteure, die mit anderen Modellen in bestehende Sektoren eintreten, erhöhen Veränderungs- und Anpassungsdruck. Beispielhaft für dieses Phänomen steht das Unternehmen Uber in der Taxibranche (Ichniowski/Shaw 2013). In der niederländischen Logistik werden zudem der technologische Wandel und der bevorstehende Abgang älterer Arbeitskräfte bedeutende Veränderungen mit sich bringen.

Letztendlich lassen sich Organisationsmodelle nicht leicht kopieren und erfordern immer eine Wahl. Daher spricht Van Reenen (2011) von „Führungstechnologie“ (managerial technology). Führungskräfte können gute Gründe dafür haben, die richtigen Praktiken nicht einzuführen. Ichniowski und Shaw (2013) fassen drei solcher Gründe von Bloom et al. (2013) zusammen:

- Viele der Praktiken waren in der Branche nicht verbreitet, sodass fehlende Kenntnisse über sie eine Rolle spielen.
- Die leitenden Führungskräfte eines Betriebs haben üblicherweise sehr lange Arbeitstage. Daher erscheinen ihnen Investitionen in die Änderung von Führungsmethoden, ohne Unterstützung von außen, möglicherweise weniger wichtig als die mit dem Management des Tagesgeschäfts verbundenen unmittelbaren Anforderungen.

- Dieselben Führungspraktiken können sich unterschiedlich auf die Leistung auswirken. Daher ist die Unsicherheit von Führungskräften darüber, ob die leistungsbezogenen Effekte in ihren Betrieben eintreten, eine weitere Barriere für die Einführung neuer Praktiken.

Gibbons und Henderson (2013) nennen vier Gründe dafür, dass es nur selten zu einer Diffusion bewährter Praktiken kommt. Der erste Grund dafür, dass die Verbreitung ausbleibt, liegt in falschen oder eingeschränkten Wahrnehmungen von Unternehmen: Ihnen ist möglicherweise schlicht nicht bewusst, dass sie anderen Akteuren hinterherhinken. Oder ihnen fehlt die notwendige Inspiration: Das Management weiß dann zwar, dass das Unternehmen hinterherhinkt, hat jedoch keine Vorstellung darüber, wie der Rückstand aufgeholt werden soll. Ein dritter Grund kann darin bestehen, dass dem Management zwar klar ist, wie die Änderungen aussehen sollten, jedoch Anreize für den Wandel fehlen. Dieser Motivationsmangel lässt sich durch die Auflistung von Bloom et al. (2013) erklären. Ein vierter Grund für die mangelnde Diffusion ist eine falsche Implementation. Wie Gibbons & Henderson (2013) aufzeigen, können Führungskräfte auch schlichtweg glücklos sein: Selbst mit einer klaren Vorstellung davon, welche Veränderungen wie umgesetzt werden müssten, gelangen sie nicht zum Erfolg.

Unternehmen können in verschiedenen Abteilungen durchaus unterschiedliche Managementpraktiken anwenden, wobei jedoch Übergangskosten anfallen. Als weiteren Grund für eine begrenzte Diffusion führen Ichniowski und Shaw derartige Kosten für den Übergang von einem WPI-Modell zu anderen bestehenden Modellen an. Darüber hinaus sind Organisationsmodelle mit langen Amortisationszeiträumen verbunden. Awano et al. (2010) gehen davon aus, dass Investitionen in die Verbesserung von Geschäftsprozessen erst nach vier Jahren Nutzen bringen.

Da es für Organisationen mithin schwierig ist, WPI einzuführen, sollten politische Entscheidungsträger den Unternehmen Anreize für die Einführung von WPI bieten. Bleiben diese Anreize aus, dürften im Hinblick auf die gegenwärtigen Leistungsergebnisse und angesichts der personellen und digitalen Herausforderungen Wachstumsverluste entstehen. Unternehmen stehen vor dem Problem, dass sie nicht nur die neuen Modelle kennenlernen müssen, sondern darüber hinaus auch die notwendigen Änderungen langfristig umsetzen müssen. Hier sind „intelligente Unterstützungsansätze“ gefordert. Subventionen (oder Steuersenkungen) könnten eingesetzt werden, um die Übergangskosten für Unternehmen zu senken. In erster Linie müssen die Unternehmen jedoch über die Chancen und Möglichkeiten der neuen Modelle aufgeklärt werden. Für die Logistikbranche liegt der Ausgangspunkt in der systemischen Betrachtung der Ungleichgewichte (vgl. Tabelle 1) und in einer Einschätzung der hiermit verbundenen Wachstumsverluste für den Sektor.

3.4 Viele Wege der Implementierung

Einigen Unternehmen gelingt es jedoch, WPI erfolgreich zu implementieren und dynamische Herausforderungen zu bewältigen. 2015 führten wir eine Fallstudienforschung mit 51 europäischen Unternehmen durch, die führende WPI-Praktiken aufwiesen (Oeij et al. 2015). Im Rahmen aller Fallstudien erfolgten Interviews mit Führungskräften, Beschäftigten und Arbeitnehmervertretern. Für unsere Stichprobe wurden die fünf Prozent der Unternehmen aus der ECS-Datenbank ausgewählt, die beim Ranking gemäß dem WPI-Indexwert am besten abschnitten (Dhondt et al. 2014). Bei dieser Analyse stellte sich heraus, dass die meisten der führenden WPI-Unternehmen bei der Einführung eher einfach nur Glück hatten, als dass der Erfolg Ergebnis strategischer Vorgehensweisen war. Die verschiedenen Einführungspfade wurden von uns dokumentiert. Niederländische Logistikunternehmen müssen darauf aufmerksam gemacht werden, welchen Entscheidungsspielraum sie haben und wie sie ihre Performance durch ihre Entscheidungen verbessern können.

Im Rahmen unserer Forschung haben wir ferner die Frage behandelt, warum diese Unternehmen WPI implementieren wollten. Unternehmen führten aus zwei Beweggründen bzw. mit zwei Zielen WPI-Praktiken ein: Sie wollten die Qualität der Organisationsleistung und/oder die Qualität des Arbeitslebens und das Mitarbeiter-Engagement verbessern. Nachdem wir nun die Motive und Hebel-faktoren für WPI kennen, wollen wir einen Blick auf das „Wie“ werfen. Initiierung, Adaption und Implementation von WPI-Praktiken sind übliche Phasen im Einführungsprozess, auch wenn wie oben beschrieben Unternehmen unterschiedliche Möglichkeiten zur Gestaltung des Einführungsprozesses haben. Unter Führungskräften, Beschäftigten und Arbeitnehmervertretern herrscht jedoch Einigkeit darüber, aus welchem Grund und auf welche Weise WPI eingeführt werden soll und welche Wirkungen angestrebt werden. Die Forschung legt nahe, dass die Initiative für WPI oft vom Management ausgeht und in erster Linie wirtschaftlich begründet ist. Wenn die Entscheidung getroffen wurde, beteiligen sich auch die Beschäftigten und helfen bei der Planung und Durchführung der Maßnahmen. Die Konsultation von Arbeitnehmervertretern ist in Unternehmen üblich, in denen Kommunikation und Mitarbeiterinteressen hohe Priorität genießen. Unternehmen führen WPI auf ihre eigene Weise ein. Unser Bericht dokumentiert diese Unterschiede sehr detailliert (Oeij et al. 2015). Die Fallbeispiele weisen Unterschiede im Zusammenspiel zwischen Management, Beschäftigten und ihren Vertretern auf. Aus allen Beispielen geht jedoch deutlich hervor, dass sämtliche Verbesserungen von der Kooperation der Akteure abhängig sind. Um zu ermitteln, welche Implementierungsstrategien von Unternehmen verfolgt wurden, haben wir eine spezielle qualitative Forschungsmethode angewandt, die Fuzzy-Set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA) (Ragin 2008).

Mit dieser Methode haben wir fünf implizite Strategien zur Realisierung von WPI identifiziert. Jede implizite Strategie kombiniert Merkmale von WPI zu spezifischen Pfadverläufen. Ein Pfad ist eine Kombination von Variablen, die die Strategie eines Unternehmens kennzeichnen und zusammengenommen zu WPI führen. Das belegt, dass es nicht nur einen Weg gibt, als Unternehmen WPI einzuführen bzw. zu praktizieren. Jedoch führen einige Pfade mit größerer Wahrscheinlichkeit zum Erfolg als andere (Oeij et al. 2015). Die beobachtete Vielfalt lässt darauf schließen, dass es nicht einfach ist, die gewünschte Wirkung zu erzielen oder das Erfolgsmodell eines anderen Unternehmens zu adaptieren (Helfat et al. 2007).

Folgende idealtypische Pfade waren erkennbar:

- Topmanagementgesteuerter WPI (Pfad 1). Bei den zugehörigen Fällen geht die WPI-Initiative vom Topmanagement aus. Die Initiativen werden jedoch unter Beteiligung der Beschäftigten umgesetzt und unterstützt. In diesen Fällen zeigen sie Innovationsverhalten.
- Autonomiebasierte WPI (Pfad 2). Dieser Pfad wird von Unternehmen eingeschlagen, die zur Sicherung der Zukunft, zum Überleben oder für notwendige Umstrukturierungen ihre Organisationsautonomie nutzen, um WPI-Praktiken zu entwickeln. Gleichzeitig verfügen die Beschäftigten über ein hohes Maß an Autonomie und haben Partizipationsmöglichkeiten. In erster Linie geht es darum, die Existenz des Unternehmens zu sichern, nicht um ein Organisationsmodell, das höchste Leistungsqualität oder höchste Qualität des Arbeitslebens anstrebt.
- Integrale WPI (Pfad 3). WPI-Praktiken werden in dieser Konfiguration von unten nach oben (Bottom-up) mit der Hilfe von Beschäftigten eingeleitet und statten die Beschäftigten mit Möglichkeiten und Fähigkeiten für innovatives Verhalten aus. Die Organisation besitzt Spielräume für eigene Entscheidungen und favorisiert eine begrenzte Arbeitsteilung. Strukturelle und verhaltensbezogene Elemente werden integriert. Bei Lösung 2 ergreift das Management die Initiative, um die Zukunft zu sichern. Bei Lösung 3 wirken die Beschäftigten von Anfang an mit.
- Beschäftigtengetriebene WPI (Pfad 4). Bei dieser Lösung wird die WPI im Wesentlichen von unten nach oben initiiert und partizipativ umgesetzt. Die Organisation besitzt Spielraum für eigene Entscheidungen und lässt Mitarbeitern gleichzeitig Raum zur Teilnahme an der Entwicklung des Organisationsmodells.
- Innovationsverhaltensgetriebene WPI (Pfad 5). Unternehmen, die diesen Weg zu WPI wählen, präferieren eine begrenzte Arbeitsteilung und ermöglichen den Mitarbeitern, sich innovativ zu betätigen, bzw. sie geben Freiraum für innovatives Verhalten (proaktive Entwicklung neuer Ideen, Risikobereitschaft bei der

Entwicklung neuer Lösungen). An der Entwicklung des Organisationsmodells nehmen die Beschäftigten jedoch nicht teil. Diese Forschung macht deutlich, dass bestimmte Kombinationen WPI begünstigen, während andere weniger erfolgversprechend sind. Das bedeutet zweierlei: Es gibt mehrere Pfade zu WPI, und Unternehmen haben Raum für ihre eigenen strategischen Entscheidungen. Allen Pfaden scheint gemein zu sein, dass die Beschäftigten eine bedeutende Rolle bei der Einführung von WPI-Praktiken spielen sollten.

3.5 WPI-Maßnahmen zur Bewältigung von Problemen in der Personalpraxis

Die folgende Tabelle zeigt, welche HR-Maßnahmen niederländischen Logistikunternehmen unserer Einschätzung nach bei der Behandlung der fünf ermittelten Systemungleichgewichte helfen können.

TABELLE 1:
Überblick über Systemungleichgewichte im niederländischen Logistiksektor und Gegenmaßnahmen

UNGLEICHGEWICHT	GEGENMASSNAHMEN
1. Verlust von Talenten vor dem Berufseintritt	<ul style="list-style-type: none"> • Qualifizierung aus der Perspektive eines Qualifizierungs-Ökosystems angehen • Debatten mit dem Bildungssektor führen • Ausbildungssysteme mit Bezahlung von Studierenden • Mehr Diversity-Management
2. Alterung von Wissen; Überalterung von Qualifikationen	<ul style="list-style-type: none"> • Nichtdiskriminierende Schulung und Umschulung aller Beschäftigten • Langfristige Entwicklungsperspektive und -pläne
3. Ausgeglichener Zu- und Abgang in/ aus Beschäftigung, aber keine Höherqualifizierung des Sektors	<ul style="list-style-type: none"> • Angebot besserer, motivierender Perspektiven
4. Verschiebung von Ausbildungsniveaus	<ul style="list-style-type: none"> • Bessere Abstimmung zwischen Beschäftigten und Arbeitsplätzen • Höherqualifizierungsmaßnahmen
5. „Verschleiß“ von Arbeitskräften	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitssicherheits- und Gesundheitspolitik • Wiedereingliederungskonzepte • Gleichgewicht zwischen Arbeitsanforderungen und Autonomie

4 | WPI IN NIEDERLÄNDISCHEN LOGISTIKUNTERNEHMEN: VORAUSSETZUNG FÜR DIE NUTZUNG NEUER TECHNOLOGIEN

Nachdem wir nun wissen, dass WPI ein wichtiger Treiber für Veränderungen in einem Unternehmen sein kann, müssen wir untersuchen, welchen Einfluss WPI auf die Annahme von Innovationen und die Leistung niederländischer Logistikunternehmen hat. Wie kann WPI die Innovationsfähigkeit von Organisationen unmittelbar verbessern? Um diese Frage zu beantworten, haben wir eine Erhebung unter 100 niederländischen Logistikfirmen durchgeführt. Ziel war es herauszufinden, welche Auswirkungen verschiedene Maßnahmen im Organisationskontext auf die Innovationsfähigkeit der Unternehmen haben und welchen Stellenwert hier WPI hat. Wir führten eine Pfadanalyse (Regressionsanalyse) durch, um zu ermitteln, wie Arbeitgeber die verschiedenen Dimensionen der Technologienutzung bewerten und dies in den organisationalen Zusammenhang einordnen. Die Ergebnisse dieser Forschung werden im ISPIM-Papier von Putnik et al. (2018) und im Kernbericht (Oeij et al. 2018) vorgestellt. Wir befassen uns ausschließlich mit der finalen Pfadanalyse. Mehrere Kontrollen wurden durchgeführt, um die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Arbeitsergebnissen zu verstehen. Im Einklang mit dem theoretischen Modell wurde schließlich eine Pfadanalyse auf der Grundlage multipler Regressionen in zwei Schritten durchgeführt. Im ersten Schritt wurden WPI und individuelle Verhaltensmerkmale (Innovationsverhalten und das Risikoverhalten des Personals) im Zusammenhang mit der Wahrnehmung von Innovationen (Nachweisbarkeit des Ergebnisses, Nützlichkeit der Innovation, Benutzerfreundlichkeit der Innovation und subjektive Norm hinsichtlich Innovation) gleichzeitig analysiert. Im zweiten Schritt wurden alle Variablen des Modells gleichzeitig untersucht und in Beziehung zur tatsächlichen Nutzung der Innovation als endgültige abhängige Variable gesetzt. Für diese Untersuchungen haben wir nacheinander mehrere multiple Regressionsanalysen durchgeführt.

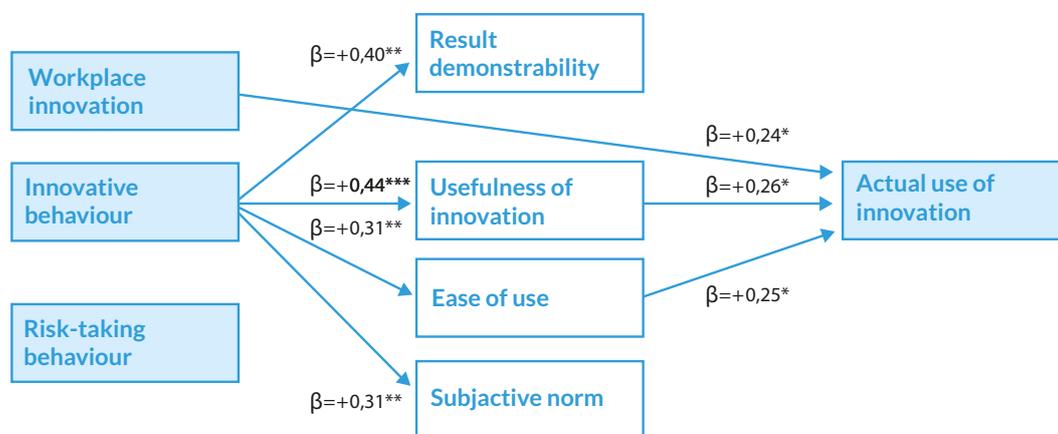


ABBILDUNG 2:

Pfadanalyse für die „Tatsächliche Nutzung von Innovationen“ als abhängige Variable.
Anmerkung: Alle dargestellten Beziehungen sind signifikant (* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$).

Die Ergebnisse veranschaulichen wir zusammengefasst in Abbildung 2 in Form eines Pfaddiagramms (Hayes/Rockwood 2017). Diese Pfadanalyse wurde durchgeführt, um zu untersuchen, wie verschiedene Elemente des Forschungsmodells in der Praxis funktionieren.

Die Abbildung macht deutlich, dass eine hohe tatsächliche Nutzung von (technologischen und prozessbezogenen) Innovationen weniger häufig auftritt als eine geringe Nutzung von Innovationen. Die in Abbildung 2 dargestellten Ergebnisse der Pfadanalyse lassen erkennen, dass WPI in unmittelbarem positiven Zusammenhang mit der tatsächlichen Nutzung von Innovationen steht. Ebenso sehen wir, dass das Innovationsverhalten der Beschäftigten positiv mit der Wahrnehmung von Innovationen zusammenhängt (Nachweisbarkeit von Ergebnissen, Nützlichkeit der Innovation, Benutzerfreundlichkeit und subjektive Norm). Zwei Elemente der Wahrnehmung von Innovationen (Nützlichkeit und Benutzerfreundlichkeit der Innovation) sind sowohl mit dem Innovationsverhalten als auch mit der Nutzung von Innovationen verknüpft. Die erklärte Varianz des finalen Modells liegt bei 41 % (bereinigte $r^2=0,41$ %). In unserer Erhebung stellten wir fest, dass das Risikoverhalten keinen Einfluss auf die Wahrnehmung von Innovationen oder die tatsächliche Nutzung von Innovationen hat. Ebenso wenig sind die Nachweisbarkeit der Ergebnisse und die subjektive Norm mit der tatsächlichen Nutzung von Innovationen verbunden.

Die Ergebnisse dieser aktuellen Analyse untermauern unsere These, dass WPI auch in der niederländischen Logistikbranche eine treibende Kraft für (die Akzeptanz von) Innovationen und Technologien zu sein scheint. Das Pfaddiagramm zeigt auf, welche Maßnahmen im Aktionsplan des Managements enthalten sein sollten.

5 | DISKUSSION

5.1 Schlussfolgerung

Auch wenn die niederländische Logistikbranche in Europa als Vorreiter für Produktivität und Innovation gilt, ist dem Sektor bewusst, dass im Personalwesen mehr getan werden könnte, um sich besser für die Zukunft zu rüsten. Wie oben ausgeführt, lassen sich in der Branche fünf bedeutende Systemungleichgewichte im Bereich des Humankapitals beobachten, die zur Aufrechterhaltung der gegenwärtigen Leistung behoben werden müssten. Will der Sektor seine Führungsstellung behaupten, muss er einen Weg finden, sein Personalkonzept im Hinblick auf Talente zu verbessern. WPI kann der Branche helfen, diese personellen und digitalen Herausforderungen zu meistern. Wir haben das allgemeine Konzept und die Bedeutung von WPI erläutert und verschiedene Wege zur Implementation von WPI beschrieben. Anschließend haben wir fünf WPI-/HR-Maßnahmen aufgezeigt, die niederländischen Logistikunternehmen bei der Behandlung der fünf ermittelten Systemungleichgewichte helfen können. Diese Maßnahmen (Tabelle

1) zeigen, dass niederländische Logistikfirmen ihre Vorgehensweisen bewerten und Verbesserungspläne für den Umgang mit den Systemungleichgewichten entwickeln müssen. Die betreffenden Handlungen müssen durch eine Diskussion und Vereinbarung mit den Beschäftigten (und Arbeitnehmervertretern) über die Implementation der Maßnahmen untermauert werden. Diese Unterstützung ist erforderlich, um die Maßnahmen optimal auf die Beteiligten abzustimmen. Gespräche mit allen Personalgruppen helfen, ein ausgewogenes Maßnahmenbündel zu erarbeiten. Aus den verschiedenen Wegen der Implementation können alle Stakeholder die Erkenntnis ableiten, dass es mehrere Marschrouten zu Ergebnisverbesserungen gibt.

Des Weiteren haben wir erläutert, was getan werden muss, um die Akzeptanz von Innovationen zu verbessern. Hier scheinen sich Unternehmen auf organisationale und individuelle Faktoren stützen zu müssen. Unsere Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Annahme von Innovationen durch Beschäftigte direkt mit einem organisationalen Aspekt (WPI) und indirekt mit einem individuellen Merkmal (Innovationsverhalten) zusammenhängt. Wird Beschäftigten mehr Autonomie eingeräumt, dürfen sie ihre Meinung vortragen und werden sie mit operativen Aufgaben in Entscheidungen über Innovationen eingebunden, so hat das einen unmittelbar positiven Einfluss auf die Annahme von Innovationen durch das Personal. Werden Beschäftigte ermutigt, zur Entwicklung neuer Produkte oder Dienstleistungen beizutragen, erhöht dies die Wahrscheinlichkeit, dass Innovationen als ergebnisverbessernd für die eigene Arbeit oder Leistung, als nützlich, benutzerfreundlich und bedeutsam wahrgenommen werden. Innovationen, die als nützlich und/oder benutzerfreundlich wahrgenommen werden, kommen in der Praxis mit größerer Wahrscheinlichkeit zur Anwendung.

5.2 Praktische Auswirkungen

Die Annahme von prozessbezogenen und organisationalen Innovationen ist ein komplexer Vorgang. Offensichtlich spielen viele Aspekte eine Rolle, und es kann für Führungskräfte schwierig sein zu entscheiden, auf welche sie sich konzentrieren sollen. Wir können Führungskräften in der Logistik, die Innovationen in ihrer Organisation umsetzen wollen, jedoch einige Hinweise und Ratschläge mit auf den Weg geben.

- Denken Sie daran, Ihren Beschäftigten, ausreichend Freiraum zu geben, um ihre Ideen und Anliegen vorzubringen.
- Erlauben Sie Ihren Beschäftigten Innovationen am Arbeitsplatz zu entwickeln.
- Achten Sie auf die Nützlichkeit von Prozessinnovationen, damit die Veränderungen tatsächlich angewendet werden.
- Verfolgen Sie, ob die Innovationen genutzt werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass es für die erfolgreiche Einführung von Innovationen förderlich zu sein scheint, die Partizipation von Beschäftigten in der Organisation zu erleichtern, ihr Innovationsverhalten zu unterstützen und an der Wahrnehmung von Innovationen zu arbeiten. Damit soll darauf hingewiesen werden, dass auf individueller Ebene die Art und Weise beeinflusst werden kann, wie ein Mitarbeiter über Innovation denkt. Zum Beispiel, dass er Einflussmöglichkeiten hat. Im Einklang mit dem soziotechnischen Systemansatz muss ein ganzheitliches Erneuerungskonzept verfolgt werden, welches daran ansetzt, Systemungleichgewichte zu beseitigen und gleichzeitig den Organisationskontext und individuelle Verhaltensänderungen erfasst, statt auf Einzelmaßnahmen zu setzen (Oeij und Dhondt 2017).

5.3 Ein Aktionsplan für den Logistiksektor

In unseren Projekten haben wir mehrere Werkzeuge entwickelt, mit denen niederländische Logistikunternehmen ihre Innovationsleistung verbessern können. Neben der Forschungsarbeit mit 100 niederländischen Logistikfirmen lag der Schwerpunkt unserer Aktionen darin, Unternehmen mit den für die Einleitung des Veränderungsprozesses notwendigen Kompetenzen und Perspektiven auszustatten. Ein zentrales Werkzeug hierfür ist ein Spiel, das Führungskräfte und Beschäftigte erkennen lässt, welche Voraussetzungen für die Veränderung bestehender Gewohnheiten erfüllt sein müssen (Van Rijk/Paradies 2018). Auf diese Weise verbessern die Stakeholder spielerisch ihre Fähigkeiten: Sie lernen die verschiedenen Phasen des Innovationsprozesses kennen, erhalten Einblick in unterschiedliche Standpunkte und Typen von Beschäftigten und Führungskräften, und sie müssen sich Gedanken darüber machen, auf welche Weise sie in Innovationsprozesse eingebunden werden wollen oder wie sie selbst innovativ werden können. Die erforderlichen Kompetenzen können mit dem MOOC-Onlinekurs (Massive Open Online Course) weiterentwickelt werden (Boswinkel et al. 2018). Der Kurs richtet sich an Führungskräfte und Beschäftigte. Weitere Schritte, um Führungskräfte und Unternehmen aufzuklären, werden in Zusammenarbeit mit dem „Human Capital Table“ des niederländischen Logistiksektors unternommen. Ein „Fahrplan“ für Workplace Innovation wird derzeit erstellt. Sozialpartner und Bildungssysteme kooperieren zum allgemeinen Wohl der Branche. Für die kommenden Jahre steht zudem die internationale Zusammenarbeit mit dem deutschen Logistiksektor auf der Agenda.

LITERATUR

- Alagaraja, M. 2013: HRD and HRM perspectives on organizational performance: a review of literature. In: *Human Resource Development Review*, Jg. 12 (2013), H. 2, S. 117-143
- Appelbaum, E./Hoffer Gittel, J./Leana, C. 2011: *High-Performance Work Practices and Sustainable Economic Growth*. (März) Washington: CEPR (Center for Economic and Policy Research)
- Awano, G./Franklin, M./Haskel, J./Kastrinaki, Z. 2010: Measuring investment in intangible assets in the UK: results from a new survey. In: *Economic & Labour Market Review*, Jg. 4 (2010), H. 7, S. 66-71
- Bagozzi, R. P./Davis, F. D./Warshaw, P. R. 1992: Development and test of a theory of technological learning and usage. In: *Human Relations* (1992), Jg. 45, H. 7, S. 660-686
- Bloom, N./Van Reenen, J. 2010: Why do management practices differ across firms and countries? In: *Journal of Economic Perspectives*, Jg. 24 (2010), H. 1, S. 203-224
- Bloom, N./Eifert, B./Mahajan, A./McKenzie, D./Roberts, J. 2013: Does management matter? Evidence from India. In: *The Quarterly Journal of Economics*, Jg. 128 (2013), H. 1, S. 1-52
- Boswinkel, R./Oeij, P./Kranenborg, K./van der Torre, W. 2018: *Massive Open Online Course over sociale innovatie in de logistiek.*: TNO, Soesterberg/Leiden
- Brynjolfsson, E./Milgrom, P. 2013: Complementarity in organizations. In: Gibbons, R./Roberts, J. (Hg.): *The handbook of organizational economics*. Princeton University Press, Princeton (NJ):, S. 11-55
- Davis, F. D. 1989: Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. In: *MIS Quarterly*, Jg. 13 (1989), H. 3, S. 319-340
- Delarue, A./Van Hootehem, G./Procter, S./Burrige, M. 2008: Teamworking and organizational performance: A review of survey-based research. In: *International Journal of Management Reviews*, Jg. 10 (2008), H. 2, S. 127-148, DOI: 10.1111/j.1468-2370.2007.00227.x
- Della Torre, E./Solari, L. 2013: High-performance work systems and the change management process in medium-sized firms. In: *The International Journal of Human Resource Management*, Jg. 24 (2013), H. 13, S. 2583-2607
- Dhondt, S./Preenen, P. T. Y. 2015: *Sociale innovatie voor versnelling innovatievermogen logistieke sector. Accelerator – Kennis en innovatie voor een concurrerende logistieke sector; Aanvraagformulier 2015 NWO / TKI Logistiek. Sine Loco*
- Dhondt, S./Oeij, P. R. A./Preenen, P. T. Y. 2015: Working in the digitalized world: The meaning of the link between advanced manufacturing and Workplace Innovation in the EU growth strategy. In: C. M. Schlick (Hg.): *Arbeit in der digitalisierten Welt*, Campus Verlag, Frankfurt am Main/New York, S. 155-170
- Dhondt, S./Preenen, P./Oeij, P./Corral, A./Isusi, I./Totterdill, P./Karanika-Murray, M. 2014: *European Company Survey: construction of the workplace innovation index and selection of companies*: TNO, Hoofddorp

Gibbons, R./Roberts, J. 2013: The handbook of organizational economics. Princeton University Press, Princeton (NJ)

Guest, D.E. 1997: Human resource management and performance: a review and research agenda. In: The International Journal of Human Resource Management, Jg. 8 (1997), H. 3, S. 263–276, DOI: 10.1080/095851997341630

Hayes, A. F./Rockwood, N. J. 2017: Regression-based statistical mediation and moderation analysis in clinical research: Observations, recommendations, and implementation. In: Behaviour Research and Therapy, Jg. 98, S. 38–57

Helfat, C./Finkelstein, S./Mitchell, W./Peteraf, M./Singh, H./Teece, D./Winter, S. 2007: Dynamic Capabilities: Understanding Strategic Change in Organizations. Blackwell, Malden, MA

Hooftman, W./Mars, G./Janssen, B./de Vroome, E./Janssen, B. J. M./Michiels, J./van den Bossche, S. 2016: NATIONALE ENQUÊTE ARBEIDSOMSTANDIGHEDEN 2015. Methodologie en globale resultaten, TNO/CBS, Leiden/Heerlen

Høyrup, S./Bonnafoous-Boucher, M./Hasse, C./Lotz, M./Møller, K. 2012 : Employee driven innovation: A new approach, Palgrave Macmillan, New York

Ichniowski, C./Shaw, K. 2013: Insider econometrics. Empirical studies of how management matters. In: Gibbons, R. & Roberts, J. (Hg.): The handbook of organizational economics. Princeton University Press, Princeton (NJ), S. 263–313

Manpower Group 2015: Wie het weet, mag het zeggen. Witboek 'Sociale innovatie in de logistiek' Amsterdam, Internet: <https://manpowergroup.nl/wp-content/uploads/2017/11/Witboek-ManpowerGroup.pdf> (zuletzt: 1.7.2018)

Ministry of Economic Affairs, Agriculture and Innovation 2012: Bedrijvenbeleid in uitvoering. The Hague: DGBI-I&K / 12041416.

Mohr, B.J./Amelsvoort, P. van 2016: Cocreating humane and innovative organizations: evolutions in the practice of sociotechnical system design, Amazon, Los Angeles

Mun, Y. Y./Jackson, J. D./Park, J. S./Probst, J. C. 2006: Understanding information technology acceptance by individual professionals: Toward an integrative view. Information & Management, 43 (3), S. 350–363

Oeij, P. R. A./Dhondt, S. 2017: Theoretical approaches supporting workplace innovation. In: Oeij, P.R.A./ Rus, D./ Pot, F.D. (Hg.): Workplace Innovation: Theory, Research and Practice, Springer Verlag, Cham, S. 63–78

Oeij, P. R. A./Klein Hesselink, J./Dhondt, S. 2012: Sociale innovatie in Nederland: Stilstand is achteruitgang. Tijdschrift voor HRM, Jg. 1, S. 7–32

Oeij, P.R.A./Putnik, K./van der Torre, W./Dhondt, S./De Vroome, E.M.M. 2018: Innovatie-adoptie door sociale innovatie in logistiek, Rapport voor NWO – TKI Logistiek: TNO, Leiden

Oeij, P. R. A./Rus, D./Pot, F. D. 2017: Workplace Innovation: Theory, Research and Practice, Springer Verlag, Cham

Oeij, P./Žiauberyt-Jakštien, R./Dhondt, S./Corral, A./Totterdill, P./Preenen, P. 2015: Workplace innovation in European companies. Von Eurofound in Auftrag gegebene Studie: Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg

Panteia 2017: Arbeidsmarkt en Onderwijs Logistiek Kwantitatief. Hoofdonderzoek 2016, Panteia, Zoetermeer

Perez, S.A./Van Thor, J. 2017: Bedrijfsopleidingen 2015. Statistische trends, CBS, Heerlen

Putnik, K./Oeij, P./van der Torre, W./de Vroome, E./Dhondt, S. 2018: Innovation adoption of employees in logistics: Individual and organisational factors related to the actual use of innovation. Das Papier wurde präsentiert auf der The ISPIM Innovation Conference – Innovation, The Name of The Game, Stockholm, Schweden, vom 17.-20. Juni 2018. Die Veröffentlichung ist für ISPIM-Mitglieder verfügbar auf www.ispim.org

PwC 2016: Shifting Patterns – the future of the logistics industry

Randstad 2018: Randstad Employer Brand Research

Ragin, C. 2008: Redesigning Social Inquiry: Fuzzy Sets and Beyond. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Rogers, E. M. 2003: Diffusion of Innovations, Free Press, (5. Ausgabe, 1. Ausgabe 1962), New York

Subramony, M. 2009: A meta-analytic investigation of the relationship between HRM bundles and firm performance. In: Human Resource Management, Jg. 48 (2009), H. 5, S. 745–768

Topsector Logistiek Meerjarenprogramma 2016–2020: 2015. Topsector Logistiek.

Totterdill, P./Dhondt, S./Boermans, S. 2016: Guide to workplace innovation, DG GROWTH, Brüssel

Van de Ven, P. 2013: Onbenut groeipotentieel in grote delen van de economie. ESB, 4653

Van Hootehem, G. 2016: Changing the nature of work: Toward Total Workplace Innovation. In B. J. Mohr und P. Van Amelsvoort, (Hg.): Co-Creating Humane and Innovative Organizations. Evolutions in the Practice of Socio-Technical System Design. Portland ME: Global STS-D Network, S. 326–343

Van Reenen, J. 2011: Does competition raise productivity through improving management quality? In: International Journal of Industrial Organization, Jg. 29, S. 306–316

Van Rijk, R./Paradies, G.L. 2018: Innoveren kun je leren: Een discussie spel voor de werkvloer. Rapport voor NWO – TKI Logistiek: TNO, Leiden/Soesterberg

Venkatesh, V./Davis, F. D. 2000: A Theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. In: Management Science, Jg. 46 (2000), H. 2, S. 186–204

Venkatesh, V./Morris, M. G./Davis, G.B./Davis, F. D. 2003: Acceptance of information technology: Toward a unified view. In: MIS Quarterly, Jg. 27, H. 3, S. 425–478

Vermeerbergen, L./Van Hootegem, G./Benders, J. 2016: Putting a band-aid on a wooden leg: A sociotechnical view on the success of decentralisation attempts to increase job autonomy. In: Team Performance Management, Jg. 22 (2016), H. 7/8, S. 383–398

vLm 2016: vLm Salaris- en Loopbaanonderzoek 2016: vLm, Zoetermeer

Volberda, H. 2014: Social innovation is of pivotal importance to top-priority economic sectors in the Netherlands. <https://www.rsm.nl/about-rsm/news/detail/3108-social-innovation-is-of-pivotal-importance-to-top-priority-economic-sectors-in-the-netherlands/> (zuletzt: 10.04.2018)

Volberda, H./Jansen, J./Tempelaar, M./Heij, K. 2010: Sociale innovatie: nu nog beter! Erasmus Concurrentie en Innovatie Monitor 2009 – 2010: Erasmus University, Rotterdam

Volberda, H.W./Van den Bosch, F.A.J./Heij, K. 2011: Monitoren van sociale innovatie: slimmer werken, dynamisch managen en flexibel organiseren. Tijdschrift voor HRM, 1, S. 85–110

LOGISTIK 4.0 ALS

SOZIOTECHNISCHES SYSTEM

ANFORDERUNGEN EINER

TRANSDISZIPLINÄREN PERSPEKTIVE



Peter Ittermann, Ralf Kopp

Die seit einigen Jahren geführte Debatte zur Digitalisierung von Produktion und Logistik unter den Bedingungen cyberphysischer Systeme verweist auf neue Potenziale, bei der Produktionsanlagen, Transporttechnologien und Produkte ihre Nutzung, Prozessabläufe und logistischen Funktionen eigenständig steuern und an neue Marktanforderungen anpassen sollen. Durch die laufende Selbstoptimierung intelligenter Systemkomponenten sollen wachsende Flexibilitätsanforderungen und steigende Komplexität der Prozessabläufe bewältigt werden. Über die tatsächliche Umsetzung von Industrie 4.0 und digitaler Logistik liegen unterschiedliche Positionen vor, dennoch handelt es sich um technologische Visionen, deren Realisationsmöglichkeiten im industriellen und logistischen Bereich noch nicht endgültig ausgelotet sind. Neue Komponenten und Teilsysteme werden aufgrund ihrer sinkenden Kosten und der kontinuierlichen Verbesserung der Anwendbarkeit schnell diffundieren. Zahlreiche Betriebe sehen in den neuen Systemen eine Chance für schnelle Marktanpassung und die Implementierung technologischer Innovationen.

Völlig offen ist gegenwärtig, inwieweit die Diffusion digitaler Technologien die bisherigen Muster der Produktion, Arbeitsorganisation und Beschäftigung verändern wird. Mit Blick auf die arbeitsbezogenen Folgen betrifft diese Frage nicht nur den Shopfloor in Produktion und Logistik, sondern auch die indirekten Bereiche von Planung, Verwaltung und Management sowie zwischenbetriebliche Arbeitskontexte. Diese Fragen beschäftigen auch die sozialwissenschaftliche Arbeitsforschung in ihren vielfältigen Disziplinen, Themenstellungen und Sichtweisen. Neben generellen gesellschaftstheoretischen Analysen zur Digitalisierung der Arbeit, die nicht selten mit kapitalismuskritischen oder dystopischen Perspektiven verbunden sind, liegen mittlerweile recht vielfältige Befunde auf der betrieblichen Mikroebene z. B. über veränderte Mensch-Technik-Interaktionen oder neue Gestaltungsoptionen von (digitaler) Arbeit vor.

Der Verweis auf diese Gestaltungsoptionen relativiert eine technologiedeterminierende Entwicklungsperspektive und die linearen Ableitungen ihrer sozialen Konsequenzen. Erheblich wahrscheinlicher erscheint demgegenüber, dass sich mit der Durchsetzung neuer technologischer Systeme kein einheitliches Muster von Produktions- und Logistkarbeit verbindet. Vielmehr zeichnen sich auf der Basis divergierender Branchenanforderungen, betrieblicher Strukturen und mikropolitischen Aushandlungsprozesse unterschiedliche Entwicklungsszenarien von Arbeit ab (Hirsch-Kreinsen et al. 2018). Hierbei muss die seit langer Zeit vernachlässigte Frage nach dem Verhältnis von Technik und Arbeit nicht nur empirisch, sondern auch konzeptionell ins Zentrum der Überlegungen zurückgeholt werden. Somit richtet sich auch die Perspektive auf die Identifikation und Analyse typischer Konfigurationen soziotechnischer Produktionssysteme und die damit verbundenen Formen von Produktions- und Logistkarbeit.

Die Debatte zur digitalen Transformation, insbesondere zu Industrie 4.0, hat das Interesse am soziotechnischen Systemansatz (STS) deutlich wiederbelebt. Der vielfache Rückgriff hierauf soll es ermöglichen, technikzentrierten oder technikdeterministischen Ansätzen entgegenzuwirken und die bestehenden Gestaltungsräume zur Organisation und zur humanen Gestaltung von Industriearbeit zu nutzen. Mit dieser Perspektive geht die empirisch vielfach abgesicherte Überzeugung einher, dass die zentralen Systemelemente Mensch, Technik und Organisation sich wechselseitig beeinflussen und nicht einzeln, sondern gemeinsam zu optimieren sind (Joint Optimization) (Ittermann et al. 2016). Konkret geht es dabei um die Auslegungen der funktionalen Beziehungen bzw. Schnittstellen zwischen den Teilsystemen, die von den jeweiligen Anforderungen, Widersprüchen und Lösungsansätzen gekennzeichnet sind. Zudem sind diese Beziehungen in die weiteren ökonomischen und gesellschaftlichen Kontextbedingungen einzubetten.

Das Prinzip der Joint Optimization kann nicht durch eine einzelne Disziplin realisiert werden, sondern erfordert interdisziplinäre Bearbeitungsmuster auf Basis gemeinsamer theoretisch-konzeptioneller Vorstellungen und Gestaltungsprämissen. Diese stellen eine gute Voraussetzung dar, müssen jedoch in einem längeren Prozess wechselseitiger Sensibilisierung für die jeweiligen Beiträge zum konkreten Gestaltungsgegenstand (Beobachtung zweiter Ordnung) geschärft werden. Dies beinhaltet die Entwicklung eines konkreten Problemverständnisses, die Entwicklung einer gemeinsamen Sprache, geteilte Leitbilder sowie Orientierung an kompatiblen Gestaltungskriterien. Die in dieser Publikation versammelten vier Beiträge verweisen auf einen derartigen Erfahrungshintergrund. Alle Beiträge orientieren sich in ihrer Anlage an einer soziotechnischen Perspektive und loten vor dem Hintergrund unterschiedlicher wissenschaftlicher Ansätze und ihrer inhaltlichen Fokussierungen (Gestaltung der Arbeit, Kognitive Ergonomie, Managementforschung) die Gestaltungsräume der digitalen Transformation.

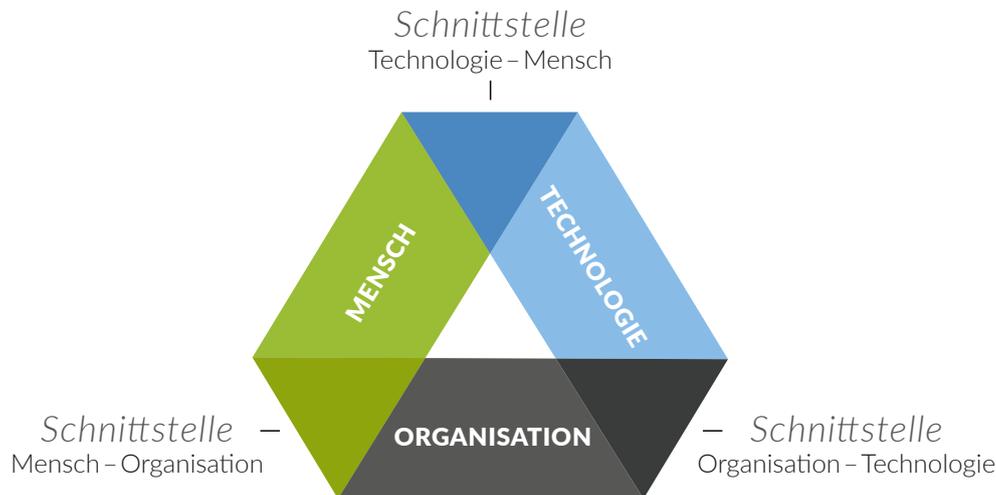


ABBILDUNG 1:
Ittermann et al. 2016: 27

Die Zukunftsvision einer „Social Networked Industry“ (vgl. Prasse et al. in diesem Paper, ten Hompel et al. 2016; Tüllmann et al. 2017) plädiert in der strategischen Wahl zwischen den verschiedenen Entwicklungspfaden von Logistikarbeit für einen humanzentrierten Gestaltungsansatz von Logistikarbeit. In diesem Bild soll der Mensch in das Zentrum von Produktion und Logistik gerückt werden. In industriell ausgerichteten Formen sozialer Netzwerke sollen sich Menschen und cyberphysische Systeme im Sinne einer sozialverträglichen Gestaltung und Organisation vernetzen. So sollen z. B. durch neuartige Arbeitssysteme leistungsgeminderte Beschäftigte von belastenden Tätigkeiten entlastet werden. Die Umsetzung eines solchen Leitbildes digitaler Arbeit ist indes voraussetzungsvoll und muss sich an betrieblichen Notwendigkeiten und marktökonomischen Anforderungen messen lassen.

Die Beiträge von Hirsch-Kreinsen und Rinkenauer et al. in diesem Paper zeigen, dass sowohl die Arbeitspsychologie als auch die Arbeits- und Industriesoziologie Konzepte sozialverträglicher Technikgestaltung bezogen auf die einzelnen Schnittstellen der Triade „Mensch – Technik – Organisation“ anbietet (bspw. flexible, differenzielle und dynamische Arbeitsgestaltung, Job-Enrichment und -Enlargementstrategien, Ansätze zur Erweiterung von Tätigkeits- und Entscheidungsspielräumen, Erfahrungswissen, sensibler Umgang bei der Arbeitsplatzgestaltung).

Während die (Kognitive) Ergonomie ihr prioritäres Einsatzfeld in der Untersuchung der individuellen Fähigkeiten und Belastungen an der Mensch-Maschine-Schnittstelle verortet, rückt die arbeitssoziologische Forschung die Veränderung von Arbeitsstrukturen und ihre Wechselwirkungen mit der gesamtgesellschaftlichen Ebene in das Zentrum ihres Interesses. Inhaltliche Überschneidungen ergeben sich an der Schnittstelle Mensch-Maschine-Interaktion. Wie Rinkenauer et al. in diesem Paper hervorheben, können so insbesondere Fragen zur Unterstützung und Belastung durch technische Systeme (Assistenzsysteme) ebenso gemeinsamer Betrachtung unterzogen werden wie neue methodische Zugänge, um Gruppen- und individuelle Ebene stärker zu verbinden. Konzeptionelle Verbindungen ergeben sich zudem gerade auch vor dem Hintergrund zunehmender Bedeutung hybrider Systeme und der notwendigen Konfiguration „verteilter Handlungsträgerschaften“ (Rammert/Schulz-Schäffer 2002). Hier wird im Unterschied zur traditionellen Perspektive auf Technik als passives Objekt der Technik die Rolle eines handlungsfähigen Akteurs zugeschrieben. Die Techniksoziologie verweist darauf, dass komplexe soziotechnische Systeme in Hinblick auf die Kopplungsmuster der Interaktion zwischen Maschine und Mensch unterschiedlich ausgelegt sein können. Hiermit verbinden sich entsprechende Untersuchungs- und Gestaltungsdimensionen, die sowohl der Praxis als auch der Wissenschaft gemeinsame Orientierungsmöglichkeiten, Handlungsansätze und Weiterentwicklungsperspektiven bieten.

Dhondt et al. (in diesem Paper) unterstreichen die Bedeutung tiefgreifender Beteiligung der Beschäftigten und dementsprechender Change-Praktiken und HR-Maßnahmen. Mit dem WPI-Ansatz kann auf praktische Erfahrungen zurückgegriffen werden, die es ermöglichen, Arbeitsplätze und organisatorische Abläufe sowie den Einsatz neuer Technologien so zu gestalten, dass Mitarbeiter von einer höheren Qualität des Arbeitslebens profitieren und Unternehmen gleichzeitig effektiver, effizienter und innovationsfähiger werden. Der Rolle des Menschen wird in den Beiträgen insgesamt auch bei fortschreitender Digitalisierung und technologischer Rationalisierung eine große Bedeutung zugemessen.

Während die Beiträge insgesamt deutlich gemacht haben, dass das STS-Konzept analytische und anwendungsrelevante Qualitäten aufweist, die zukunftsbezogen gerade auch in interdisziplinärer Perspektive weiterentwickelt werden können, lassen sich auch problematische konzeptionelle Begrenzungen identifizieren. Im Beitrag von Prasse et al. wird beispielsweise die Frage der horizontalen Vernetzung bzw. die Frage nach der Kooperation innerhalb von (globalen) Wertschöpfungsnetzwerken aufgeworfen. Auch Hirsch-Kreinsen weist darauf hin, dass der STS-Ansatz gerade neuere Trends betriebsübergreifender Vernetzung nicht systematisch berücksichtigt. So werden dynamische Prozesse bedingungsabhängiger kontinuierlicher Anpassungs- und Abstimmungsprozesse mit dem eher statischen Konzept der Joint Optimization von Technik und Arbeit nicht ausreichend erfasst.

Eine wichtige Perspektive eröffnet zudem der Blick auf die unterschiedlichen Funktionsweisen digitaler Technologien (Hirsch-Kreinsen in diesem Paper): Diese erscheinen unter dem Label Industrie 4.0 weder als reine Automatisierungstechnologien noch als digitale Arbeitsmittel, sondern fungieren zunehmend als Organisationstechnologien, die vor dem Hintergrund neuer marktökonomischer Anforderungen wichtige Informations-, Standardisierungs- und Kontrollfunktionen übernehmen. Die verschiedenen Funktionalitäten der Technologien können ein weiterer Ansatzpunkt transdisziplinärer Kooperation und wichtiger Wegweiser in der zukünftigen Technologieentwicklung in der Logistik sein.

LITERATUR

Hirsch-Kreinsen, H./Ittermann, P./Niehaus, J. (Hg.) 2018: Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen, 2. Auflage, Baden-Baden

Ittermann, P./Niehaus, J./Hirsch-Kreinsen, H./Dregger, J./ten Hompel, M. 2016: Social Manufacturing and Logistics. Gestaltung von Arbeit in der digitalen Produktion und Logistik. Soziologisches Arbeitspapier Nr. 47, TU Dortmund, http://www.wiso.tu-dortmund.de/wiso/is/de/forschung/soz_arbeitspapiere/AP-SOZ-47.pdf (zuletzt: 1.9.2018)

Pfeiffer, S. 2015: Warum reden wir eigentlich über Industrie 4.0? Auf dem Weg zum digitalen Despotismus. In: Mittelweg 36, Jg. 24, H. 6, S. 14–36

Rammert, W./Schulz-Schäffer, I. 2002: Technik und Handeln. Wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Abläufe verteilt. In: Rammert, W./Schulz-Schäffer, I. (Hg.): Können Maschinen handeln? Frankfurt am Main/New York, S. 11–64

ten Hompel, M./Putz, M./Nettsträter, A. 2016: Social Networked Industry – Für ein positives Zukunftsbild von Industrie 4.0. In: Fraunhofer Leitprojekt E3-Produktion, Dortmund

Tüllmann, C./ten Hompel, M./Nettsträter, A./ Prasse, C. 2017: Social Networked Industry ganzheitlich gestalten (Whitepaper). In: Schriftenreihe Future Challenges in Logistics and Supply Chain Management, Fraunhofer IML, DOI 10.24406/IML-N-462112

ZU DEN AUTORINNEN UND AUTOREN

De Vroome, Ernest, Jg. 1958, Researcher bei der Niederländischen Organisation für Angewandte Naturwissenschaftliche Forschung (TNO). Arbeitsschwerpunkte: Datenanalyse, Methodologie, Sozialwissenschaften. E-Mail: ernest.devroome@tno.nl

Dhondt, Prof. Dr. Steven, Jg. 1961, Senior Researcher bei der Niederländischen Organisation für Angewandte Naturwissenschaftliche Forschung (TNO) und Gastprofessor an der Universität Leuven (Belgien). Arbeitsschwerpunkte: Soziale Innovationen am Arbeitsplatz, Arbeitsproduktivität und -Qualität, Innovationsmanagement. E-Mail: steven.dhondt@tno.nl

Hirsch-Kreinsen, Prof. Dr. Hartmut, Jg. 1948, Professor i.R. für Wirtschafts- und Industriegesellschaft sowie Leiter des Forschungsgebietes Industrie- und Arbeitsforschung an der TU Dortmund. Arbeitsschwerpunkte: Industrie 4.0 und Digitalisierung von Arbeit, industrielle Innovationsprozesse und Technologieentwicklung. E-Mail: hartmut.hirsch-kreinsen@tu-dortmund.de

Ittermann, Dr. Peter, Jg. 1967, Wissenschaftlicher Mitarbeiter der TU Dortmund, Sozialforschungsstelle Dortmund (sfs), Forschungsgebiet Industrie- und Arbeitsforschung. Arbeitsschwerpunkte: Entwicklung und Digitalisierung von Arbeit, industrielle Einfacharbeit, Partizipation und Mitbestimmung. E-Mail: peter.ittermann@tu-dortmund.de

Kopp, Dr. Ralf, Jg. 1961, Wissenschaftlicher Mitarbeiter der TU Dortmund, Sozialforschungsstelle Dortmund (sfs), Koordination des Forschungsbereichs Lernende Organisation und Netzwerke. Arbeitsschwerpunkte: Soziale Innovation, Digitale Transformation von Arbeit, Partizipative Organisationsentwicklung. E-Mail: kopp@sfs-dortmund.de

Kreutzfeldt, Dr. Magali, Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (IfADo), Fachbereich Ergonomie. Arbeitsschwerpunkte: Menschliche Informationsverarbeitung, Kognitions- und Experimentalpsychologie, Ergonomie am Arbeitsplatz. E-Mail: kreutzfeldt@ifado.de

Nettsträter, Dipl.-Inform. Andreas, Jg. 1978, Leiter für Netzwerkmanagement und Wissenstransfer am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML in Dortmund. Arbeitsschwerpunkte: Zukunft der Arbeit, Innovationsmanagement, Digitalisierung in Logistik und Produktion. E-Mail: andreas.nettstraeter@iml.fraunhofer.de

Oeij, Dr. Peter, Jg. 1960, Wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Niederländischen Organisation für Angewandte Naturwissenschaftliche Forschung (TNO) in der Fachgruppe für nachhaltige Produktivität und Beschäftigungsfähigkeit. Arbeitsschwerpunkte: Soziale Innovationen am Arbeitsplatz, Arbeitsproduktivität und -Qualität, Innovationsmanagement. E-Mail: peter.oeij@tno.nl

Plewan, Dr. Thorsten, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (IfADo), Fachbereich Moderne Mensch-Maschine-Systeme. Arbeitsschwerpunkte: Funktionelle Bildgebung und Neurophysiologie, Visuelle Wahrnehmung, Mensch-Maschine Interaktion. E-Mail: plewan@ifado.de

Prasse, Dipl.-Logist. Christian, Jg. 1974, Leiter strategische Entwicklung am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML in Dortmund. Arbeitsschwerpunkte: Autonomie in der Logistik, Materialflusssystemplanung, Formate der Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. E-Mail: christian.prasse@iml.fraunhofer.de

Preenen, Dr. Paul, Jg. 1978, Senior Researcher im Bereich Organisationsverhalten bei der Niederländischen Organisation für Angewandte Naturwissenschaftliche Forschung (TNO) in der Fachgruppe für nachhaltige Produktivität und Beschäftigungsfähigkeit. Arbeitsschwerpunkte: Soziale Innovationen am Arbeitsplatz, Arbeitsproduktivität und -Qualität, Innovationsmanagement. E-Mail: paul.preenen@tno.nl

Putnik, Dr. Katarina, Jg. 1979, Wissenschaftliche Mitarbeiterin bei der Niederländischen Organisation für Angewandte Naturwissenschaftliche Forschung (TNO) in der Fachgruppe für nachhaltige Produktivität und Beschäftigungsfähigkeit. Arbeitsschwerpunkte: Soziale Innovationen am Arbeitsplatz, Arbeitsungleichheit und -Qualität. E-Mail: katarina.putnik@tno.nl

Renker, Dr. Johanna, Jg. 1988, Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (IfADo), Fachbereich Ergonomie. Arbeitsschwerpunkte: Kognitive Ergonomie in der Intralogistik, Visuelle Aufmerksamkeit bei dem Aufbau von mentalen Modellen. E-Mail: renker@ifado.de

Rinkenauer, PD Dr. Gerhard, Jg. 1958, Leitender wissenschaftlicher Mitarbeiter am Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (IfADo), Fachbereich Ergonomie. Arbeitsschwerpunkte: Angewandte Kognitionspsychologie, Kognitive Ergonomie, Arbeitsgestaltung. E-Mail: rinkenaue@ifado.de

ten Hompel, Prof. Dr. Dr. h. c. Michael, Jg. 1958, geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML in Dortmund sowie Ordinarius des FLW der Technischen Universität Dortmund. Arbeitsschwerpunkte: Planung von Logistiksystemen, Logistiksoftware, Warehouse Management, Identtechnik und in der Entwicklung von Materialflusssystemen. E-Mail: michael.ten.hompel@iml.fraunhofer.de

Tüllmann, MBA Carina, Jg. 1988, Leiterin für digitale Kommunikation und Marketing am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML in Dortmund. Arbeitsschwerpunkte: Zukunft der Arbeit, Innovationsmanagement, Digitalisierung in Logistik und Produktion. E-Mail: carina.tuellmann@iml.fraunhofer.de

Van der Torre, Wouter, Jg. 1982, Wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Niederländischen Organisation für Angewandte Naturwissenschaftliche Forschung (TNO) in der Fachgruppe für nachhaltige Produktivität und Beschäftigungsfähigkeit. Arbeitsschwerpunkte: Soziale Innovationen am Arbeitsplatz, Arbeitsproduktivität und -Qualität, Innovationsmanagement. E-Mail: wouter.vandertorre@tno.nl

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
(November 2013)