

Jan Schlüter, Marco Hellmann, Johannes Weyer<sup>1</sup>

**Work Ability und digitale Transformation:  
Zum Spannungsverhältnis steigender Belastungen und abnehmender  
Ressourcen am Beispiel von Mitarbeitern in der Transportlogistik**

**Abstract:** Die vorliegende Studie präsentiert Zwischenergebnisse aus dem Forschungsprojekt TraDi-Log, das sich mit den aus der Digitalisierung und Automatisierung von Arbeits- und Wirtschaftsprozessen folgenden Konsequenzen für Mitarbeiter beschäftigt. Das Projekt fokussiert dabei die mobile Erwerbsarbeit in Speditions- und Logistikunternehmen. Interviews mit Vertreter der Branche sowie Akteuren des institutionellen Kontexts zeigen auf, dass sich die untersuchten Tätigkeitsbereiche in den fünf identifizierten Dimensionen *Überwachung und Kontrolle*, *Autonomie*, *Komplexität*, *Kommunikation* und *Zeit* durch die Digitalisierung maßgeblich verändern. Dies hat Auswirkungen auf die Work Ability (Arbeits- und Beschäftigungsfähigkeit) der Mitarbeiter: In der momentanen Übergangsphase zur Industrie bzw. Logistik 4.0 können durch zunehmende Automatisierung ein Autonomieverlust auf der einen Seite und gesteigerte Anforderungen an Kompetenz, Qualifikation und Flexibilität auf der anderen Seite beobachtet werden. Daraus ergibt sich ein Spannungsverhältnis aus steigender Belastung und gleichzeitig abnehmender Ressourcen am Arbeitsplatz.

## **1 Einleitung**

Die Schlagwörter Industrie 4.0, Logistik 4.0 oder Arbeit 4.0 sind Gegenstand aktueller soziologischer, aber auch betriebswirtschaftlicher, psychologischer sowie technikwissenschaftlicher Forschungen. Im Kern werden mit diesen Konzepten der Wandel von Wertschöpfungsketten durch zunehmende Digitalisierung und die damit einhergehenden Veränderungen für Mensch, Technik und Organisation verstanden. Essentieller Teil dieser Digitalisierung sind der zunehmende Einsatz autonomer Technik und die damit verbundene Automatisierung von Wirtschafts- und Arbeitsprozessen.

In diesem Kontext steht die Branche der Transportlogistik besonders im Blickpunkt: Ihre hohe physische Mobilität und Störanfälligkeit durch Umwelteinflüsse, die damit einhergehende zeitkritische Komponente, die zunehmend geforderte Flexibilität für Kunden und ein hohes Automatisierungspotenzial sind Herausforderungen, denen durch Digitalisierung und Industrie 4.0 mit neuen und effizienteren Lösungen begegnet wird. Daran anknüpfend stellen sich allerdings auch Fragen, wie Mitarbeiter Entwicklungen der Digitalisierung wahrnehmen und welche Auswirkungen sie daraus für ihre Arbeitswelt ableiten: Dabei wird unter den Begriffen *Arbeiten 4.0* oder *Arbeitswelten 4.0* diskutiert, wie sich Beruhsanforderungen durch Digitalisierung verändern, welche Handlungskompetenzen durch Automatisierung abgegeben werden oder wie Unternehmen und Politik auf die gestiegene Zeit- und Ortsflexibilität von Arbeit reagieren sollen (vgl. BMAS 2016). Die vorliegende Forschung will diese Dis-

---

<sup>1</sup> Jan Schlüter, M.A. E-Mail: jan.schlueter@tu-dortmund.de. Marco Hellmann, M.A. E-Mail: marco.hellmann@tu-dortmund.de. Prof. Johannes Weyer. E-Mail: johannes.weyer@tu-dortmund.de; alle TU Dortmund. Der Artikel stellt Zwischenergebnisse aus dem Projekt TraDiLog – „Transformationen von Erwerbsarbeit in mobilen sozio-technischen Systemen durch Digitalisierung und Vernetzung von Verkehr und Logistik“ dar, welches vom Forschungsinstitut für gesellschaftliche Weiterentwicklung (FGW) gefördert wird.

kussion für die Transportlogistik-Branche aufgreifen und legt dabei den Fokus auf die sich verändernden Entscheidungs- und Handlungsspielräume sowie Arbeitsaufgaben von Mitarbeitern in *mobilen* sozio-technischen Systemen.

Im Folgenden soll zunächst ein Überblick über den allgemeinen Forschungskontext und das Konzept der Work Ability gegeben werden (Abschnitt 2). Dabei werden aktuelle Technisierungstrends in der Logistikbranche aufgezeigt, welche die Diskussionsbasis für neun ausführliche Experteninterviews mit Entscheidern und Mitarbeitern in der Transportlogistik bilden, die im Jahr 2017 durchgeführt wurden. Anhand eines Leitfadens wurden so Aussagen zu aktuellen und prognostizierten Entwicklungen der Digitalisierung am Arbeitsplatz sowie deren potenziellen Auswirkungen erfragt. In dieser explorativen qualitativen Studie wurden fünf Bereiche identifiziert, in denen sich die Arbeitswelt aufgrund der Digitalisierung spürbar verändert (Abschnitt 3). Abschließend wird dargestellt, wie sich diese Veränderungen auf die Work Ability – oder Arbeitsfähigkeit – der Beschäftigten auswirken.

## 2 Digitalisierung der Transportlogistik

Mit dem Begriff *Industrie 4.0* werden diverse Umbrüche in Wirtschaft und Gesellschaft bezeichnet, die im Kontext einer sogenannten ‚vierten industriellen Revolution‘ eine nachhaltige Veränderung von Produktionsbedingungen, -prozessen und -faktoren beschreiben. Als Charakteristikum von Industrie 4.0 gilt die intelligente Fabrik, in der die jeweiligen Komponenten miteinander vernetzt sind und Daten produzieren, die Prozesse mittels ‚Echtzeitrückkopplung‘ steuern und beeinflussen (vgl. Kaufmann 2015, S. 5). Technische Kernstücke dieser Entwicklung bilden die Vernetzung von Objekten (Internet of Things), die Produktion großer Datenmengen (Big Data), der Daten- und Informationsaustausch (Maschine zu Maschine, Maschine zu Mensch) sowie die Selbststeuerung und Lernfähigkeit technischer Systeme (vgl. Kaufmann 2015, S. 6). Industrie 4.0 findet damit eine Antwort auf marktgetriebene Trends, die unter anderem eine Flexibilisierung von Arbeitsprozessen, eine Individualisierung von Produkten und eine stärkere Integration des Kunden in den Produktions- und Dienstleistungsprozess erfordern (vgl. Bousonville 2017, S. 13).

Wie die gesamte Industrie ist auch die Logistik als technikintensive Branche von diesen Veränderungen besonders betroffen. Sie werden unter dem Begriff *Logistik 4.0* zusammengefasst (vgl. dazu u. a. Bousonville 2017) und zeichnen sich durch besondere technische Komponenten aus. Hierunter fallen *moderne Telematikanwendungen*, die zahlreiche Daten im Fahrzeug aufzeichnen<sup>2</sup>, *integrierte Frachtenbörsen*, die unter anderem über Onlinemarktplätze Nachfragende und Anbietende automatisiert vermitteln, sowie *automatisierte Fahrzeuge*, die dem Menschen zunehmend Fahraufgaben abnehmen (vgl. Bousonville 2017, S. 28-34).

Die vorliegende Forschung rückt die besonderen Auswirkungen der Digitalisierung in *mobilen* sozio-technischen Systemen in den Fokus, also in Arbeitswelten, die

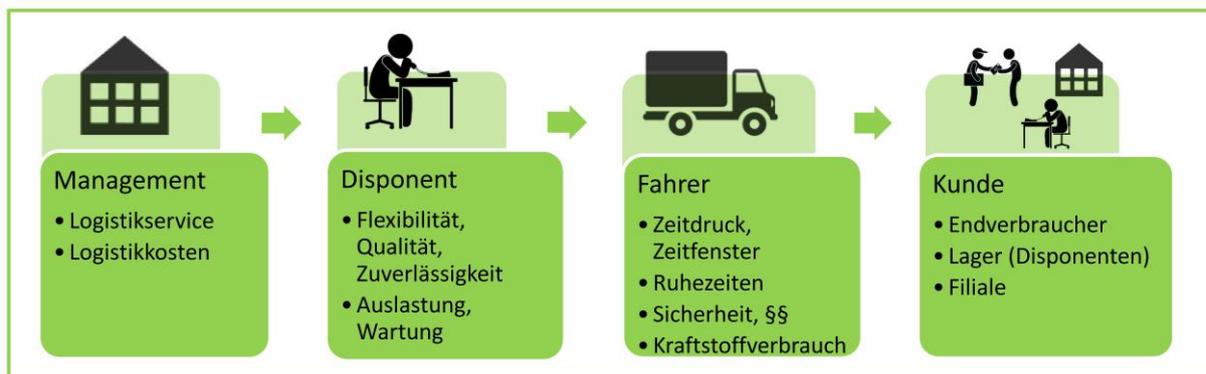
---

<sup>2</sup> Zu den erhobenen Daten gehören unter anderem Position, Verbrauch, Geschwindigkeit, Achsengewicht, Tankfüllstand sowie Lenk- und Ruhezeiten des LKW (vgl. Bousonville 2017, S. 28 f.).

von räumlicher Mobilität geprägt sind. Als Untersuchungsfeld dient dabei die Transportlogistik, die in der Wertschöpfungskette zwischen den Elementen der Lagerlogistik immer dann operiert, wenn Ware außerbetrieblich von A nach B transportiert werden muss. Die Transportlogistik wurde „in den bisherigen Darstellungen zu Industrie 4.0 [...] wenig bis überhaupt nicht behandelt“ (Bousonville 2017, S. 14).

Diese Erkenntnis gilt gleichermaßen für die Umsetzung der Idee in der Praxis als auch für die wissenschaftliche Betrachtung der Potenziale und Risiken einer solchen Transportlogistik 4.0. Für dieses Forschungsfeld steht der Berufskraftfahrer im Mittelpunkt, der sich im Spannungsfeld von Management und Disponent auf der einen Seite sowie Kunden auf der anderen Seite bewegt. Aus den allgemeinen Logistikzielen (vgl. Koch 2012, S. 16 ff.) lässt sich die Beziehung zwischen den relevanten Akteuren wie folgt skizzieren (vgl. Abb. 1):

#### Soziopolitischer Rahmen



**Abbildung 1: Akteursbeziehungen in der Transportlogistik**

(Quelle: eigene Darstellung)

Das Management ist aus ökonomischer Sicht an der Bereitstellung eines effizienten Logistikservices mit niedrigen Kosten interessiert. Die Disponenten haben dafür zu sorgen, gegenüber den Kunden<sup>3</sup> eine hohe Lieferzuverlässigkeit, -flexibilität, und -qualität sowie Informationsfähigkeit zu gewährleisten (vgl. Krause 2007, S. 39). All diese Punkte beeinflussen gleichsam die Arbeitswelt der Berufskraftfahrer, die im direkten und regelmäßigen Kontakt mit ihren Disponenten stehen. Die Fahrer sind mitverantwortlich dafür, dass die Vorgaben hinsichtlich Lieferzuverlässigkeit, -flexibilität und -qualität gegenüber den Kunden erfüllt werden. Digitale Technik – im Sinne von Überwachungs-, Kontroll- und Fahrassistenzsystemen – ist dabei die Schnittstelle, die die Effizienz dieser Zielvorgaben bestmöglich gewährleistet oder verbessert sowie gegenüber Disponent, Management und Kunde transparent macht. Das alltägliche Berufsbild ist laut Aussage von Kraftfahrern demnach wesentlich geprägt von der Fahrzeugführung unter Berücksichtigung gesetzlicher Regelungen, der Kommunikation mit Disponenten zur Planung und Organisation von Touren und Aufträgen, der Berücksichtigung einer wirtschaftlichen Fahrweise, der Ladungssicherung, der

<sup>3</sup> Der Kunde kann dabei ein (Zwischen-)Lager, eine Filiale oder der Endkunde sein.

Abnahme und -gabe von Gütern vor Ort sowie vom Umgang mit und der Überprüfung der technischen Fahrzeugausstattung (Janning-Backfisch 2017: 405 ff.).

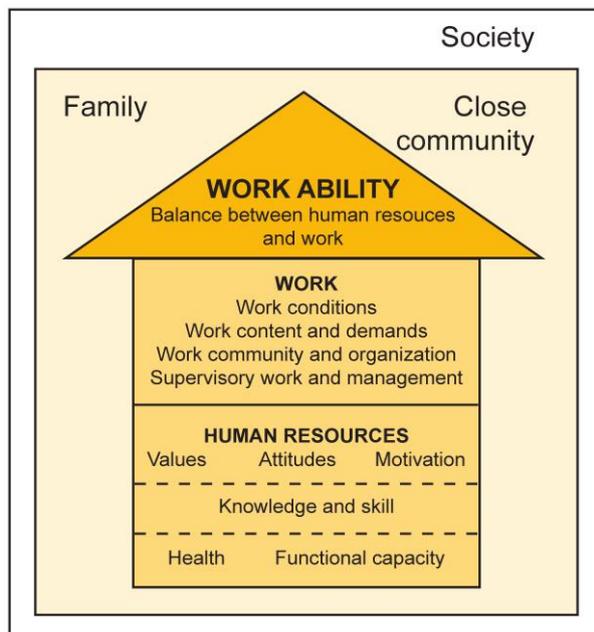
Alle Akteure sind zudem in einen soziopolitischen Rahmen eingebettet, der ebenfalls Einfluss auf ihre Arbeitsbedingungen ausübt. Für die Transportlogistik sind hier beispielsweise die Politik als Gesetzgeber, Logistikberater sowie Gewerkschaften zu nennen.

Um den Arbeitswandel der relevanten Akteure strukturiert zu dokumentieren, wird auf das arbeitssoziologische und arbeitspsychologische Modell der *Work Ability* bzw. das damit eng verwandte personalwirtschaftliche Konzept der *Employability* zurückgegriffen. Im Deutschen werden diese Begriffe meist mit den Titeln *Arbeitsfähigkeit* (vgl. Hornung 2013) bzw. *Beschäftigungsfähigkeit* (vgl. Rump/Eilers 2017) bezeichnet und beschreiben die Fähigkeit, im aktuellen Beschäftigungsverhältnis bzw. auf dem Arbeitsmarkt zu bestehen. Beide Konzepte stellen die Qualifikation, Motivation und Gesundheit der Mitarbeiter in den Mittelpunkt und machen diese zum Ausgangspunkt für deren sozialen und psychischen Zustand im Arbeitskontext. Das Konzept der *Work Ability* rückt dabei das Zusammenspiel dieser Einflussfaktoren und deren soziale Einbettung stärker in den Blick und eignet sich deshalb in besonderem Maße dafür, die Auswirkungen der Digitalisierung auf das Arbeitserleben zu analysieren.

Nach Ilmarinen et al. setzt sich Arbeitsfähigkeit aus vier Ebenen zusammen, die jeweils hierarchisch aufeinander aufbauen (vgl. Ilmarinen et al. 2005, 2008). Die unterste Ebene umfasst die Gesundheit sowie die physischen, mentalen und sozialen Fähigkeiten. Diese Ebene kann als Grundvoraussetzung für die darüber liegenden Ebenen betrachtet werden. Dazu gehört die zweite Ebene, welche das Wissen und die fachlichen bzw. arbeitsbezogenen Fähigkeiten beinhaltet. Die Anforderungen an diese Ebene unterliegen im Zuge wirtschaftlicher und organisatorischer Veränderungen einem ständigen Wandel, sodass sie z. B. im Zuge lebenslangen Lernens regelmäßig erneuert werden müssen. Die dritte Ebene umfasst die Werte, Einstellungen und Motivation der Mitarbeiter, die jedoch nur mit entsprechenden Fähigkeiten und ausreichender Gesundheit gezielt im Arbeitskontext ihre Wirkung entfalten können. Die vierte Ebene beschreibt die Erfahrungen am Arbeitsplatz und beinhaltet die Arbeitsbedingungen, die Arbeitsinhalte sowie das Arbeitsumfeld und das Organisationsmanagement. Ilmarinen et al. beschreiben die Ebene *Arbeit* als diejenige, welche maßgeblich für die unteren Ebenen verantwortlich ist: „It actually sets the standards for the other floors“ (Ilmarinen et al. 2008, S. 20). Die vierte Ebene steht damit den drei unteren, vorrangig personenbezogenen Ebenen gegenüber (vgl. Hornung 2013, S. 12 ff.). Letztere werden von Ilmarinen et al. daher als *Human Resources* bezeichnet, also als Ressourcen, auf die Mitarbeiter zurückgreifen und mit denen sie sich den Anforderungen bzw. Belastungen der Arbeit entgegenstellen können (vgl. Ilmarinen et al. 2008). Dazu beschreiben die Autoren die Familie sowie das enge soziale Umfeld als weitere Ressourcen, die als soziales Umfeld wirken. Die zentrale These ist dabei, dass ein Gleichgewicht zwischen den Anforderungen und den Ressourcen

bestehen muss, um die Arbeitsfähigkeit der Mitarbeiter zu gewährleisten. Darüber hinaus bildet die jeweilige Gesellschaft, also das Gesundheitssystem, das Bildungssystem etc., den Rahmen für die *Work Ability* und nimmt Einfluss auf alle Ebenen.

Fahrer in der Transportlogistik sehen sich aufgrund ihrer Tätigkeit hohen physischen, psychischen, sozialen und situativen Belastungen ausgesetzt (vgl. Evers 2009). Aufgrund unregelmäßiger Arbeitszeiten mit Schichtarbeit und Überstunden, Termindruck sowie der eigentlichen Fahrtätigkeit ergeben sich gesundheitliche Belastungen wie Ermüdungserscheinungen, ergonomische Probleme und Umgebungsbelastungen (Lärm, Abgase etc.) sowie Belastungen durch Zusatzaufgaben wie Be- und Entladetätigkeiten. Hinsichtlich der Ebene der Kompetenz sind Mängel in der betrieblichen Leistungsorganisation sowie fehlende Qualifikation und daraus folgende Über- oder Unterforderung benannt. Durch die mobile Arbeit ist der Fahrer einer sozialen Isolation ausgesetzt, die sich in Demotivation äußern kann (vgl. ebd.). Diese Faktoren führen letztlich zu einer Dysbalance der Work-Ability-Ebenen.



**Abbildung 2: Das Haus der Work Ability**

(Quelle: Ilmarinen et al. 2008, S. 19)

Im Rahmen der Digitalisierungsprozesse benötigen Beschäftigte ein Arbeitsumfeld, das es ihnen ermöglicht, ihre Fähigkeiten weiterhin zu entfalten, motiviert zu bleiben und letztlich produktiv zu arbeiten – kurz gesprochen: ihre *Work Ability* zu erhalten und zu verbessern. Im Zuge der Digitalisierung von Arbeit stellt sich damit zunächst die Frage, inwiefern die einzelnen Ebenen einer Veränderung unterliegen. Das Konzept der *Employability* legt zudem nahe, dass eine Stärkung der Arbeitsfähigkeit in puncto Qualifikation, Motivation und Gesundheit sowohl in der Eigenverantwortung der Beschäftigten als auch in der Verantwortung der Arbeitgeber liegt (vgl. Rump/Eilers 2017, S. 89). Bezogen auf die Ebenen der Work Ability wurden demnach folgende Chancen und Risiken der Digitalisierung identifiziert:

- der potenzielle Autonomiegewinn bzw. -verlust bei Beschäftigten durch den zunehmenden Einsatz von Technik und die damit einhergehende Auswirkung auf die Motivation der Mitarbeiter (v. a. Ebene der Arbeit, Ebene der Einstellungen und Motivation)
- die möglichen Be- und Entlastungen durch zunehmende Technisierung, z. B. in Form von gesteigerter oder abnehmender Arbeitsintensität, Arbeitskomplexität und Arbeitsflexibilität (v. a. Ebene der Arbeit)
- die gesundheitlichen Folgen und damit einhergehende Kompetenzen, die ausgebildet werden müssen, um die Arbeitsfähigkeit bei Beschäftigten erhalten oder verbessern zu können (v. a. Ebene der Bildung und Kompetenz, Ebene der Gesundheit)
- die Möglichkeiten, mit denen Organisationen auf die Herausforderungen der Digitalisierung mobil-flexibler Arbeit reagieren können, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu sichern und zu steigern (*Work Ability* als unternehmerische Verantwortung).

### 3 Interviewstudie

#### 3.1 Operationalisierung

In neun Experteninterviews wurden Personen befragt, die entweder direkt in der Transportlogistik arbeiten oder indirekt mit Akteuren aus der Branche interagieren. Folgende Akteure wurden befragt<sup>4</sup>:

- ein Berufskraftfahrer (Langstrecke): F1
- ein Berufskraftfahrer (Kurzstrecke): F2
- ein Leiter *Administration Supply Chain* (großes Logistikunternehmen)
- ein *Head of Transport* (großes Logistikunternehmen): HoT
- ein Geschäftsführer (großes Einzelhandelsunternehmen mit eigenen Logistikstandorten)
- ein Wareneingangsleiter (Einzelhandel)
- ein Gewerkschaftsvertreter im Bereich Transportlogistik: GW
- ein in der Logistikbranche tätiger Unternehmensberater: UB
- zwei Mitarbeiter einer Wirtschaftsförderung in einer Region, die sich als Logistikstandort aufstellt: WF

Die Interviews wurden im ersten Halbjahr 2017 durchgeführt, waren explorativ ausgerichtet und fokussierten sowohl aktuelle Erfahrungen als auch zukunftsbezogene Erwartungen bezüglich der Digitalisierung am Arbeitsplatz und ihrer Auswirkungen auf Beschäftigte.

---

<sup>4</sup> Die im Abschnitt 3 dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf Erkenntnisse aus allen neun Interviews. Für direkt zitierte Befragte werden die nachstehenden Abkürzungen verwendet.

### 3.2 Ergebnisse

Insgesamt ergaben sich aus der Interviewstudie erste grundlegende Erkenntnisse bezüglich der Transformation mobiler Arbeitswelten. Dahingehend konnten fünf Arbeitsbedingungen identifiziert werden, die sich durch Digitalisierung laut Einschätzung der Befragten besonders verändern. Diese fünf Kernbereiche sind:

- Grad der *Überwachung, Kontrolle* und Aufgabenassistenz durch technische Systeme
- Grad der *Autonomie* der Beschäftigten in ihrer Art der Aufgabenbewältigung
- Grad der *Komplexität* der Arbeitsaufgaben und zunehmende Aufgabenvielfalt
- Frequenz und Intensität der *Interaktion* bzw. *Kommunikation* zwischen den beteiligten Akteuren
- Grad der *zeitlichen* Verknappung und Flexibilität bei der Bewältigung von Arbeitsaufgaben

Die individuelle Arbeitswelt von Beschäftigten ist im Rahmen der oben genannten Parameter ausgestaltet<sup>5</sup>. Dabei sind diese Faktoren nicht überschneidungsfrei, sondern beeinflussen sich teilweise wechselseitig. So kann ein hoher Überwachungsgrad zu einer schwindenden Arbeitsautonomie der Mitarbeiter oder ein zunehmender Komplexitätsgrad zu einer zeitlichen Verknappung und einem höheren Kommunikationsbedarf führen. Schließlich haben die hier identifizierten Veränderungen von Arbeitsbedingungen individuelle Konsequenzen für die Beschäftigten. Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse der durchgeführten Interviews in Bezug auf die fünf identifizierten Arbeitsbedingungen detaillierter beschrieben und vor dem Hintergrund des Work-Ability-Konzepts interpretiert.

#### 3.2.1 Überwachung und Kontrolle zur Steigerung von Effizienz und Sicherheit

In Lastkraftwagen haben in den vergangenen Jahren zahlreiche technische Überwachungs- und Kontrollsysteme Einzug gehalten. Auf diese Weise findet eine kontinuierliche Technisierung bzw. Digitalisierung der LKW-Flotten im Straßenverkehr statt. Die Fahrer und ihre Fahrzeuge werden dabei unter anderem hinsichtlich Fahrweise, Verbrauch, Schnelligkeit und Bremsverhalten überwacht; diese Daten fließen zu den Disponenten, die die Daten auswerten und interpretieren. Eines dieser technischen, im Fahrzeug verbauten Systeme ist das sogenannte Fleetboard-System. Mit dessen Hilfe

„kann die Firma auf die LKW-Daten zugreifen und das jederzeit und überall. Man kann sehen, wo wir sind, wie schnell wir fahren, welches Gewicht wir fahren, ob wir ordentlich fahren.“ (F1)

Erhobene Daten wie Kraftstoffverbrauch, Geschwindigkeiten oder Standzeiten werden unter anderem zur Einsatzanalyse und zur Benotung wirtschaftlicher Fahrweise genutzt; das Ziel ist demnach eine Verbrauchsoptimierung, Verschleißreduzierung und Sicherheitssteigerung der LKW-Flotte. Parallel dazu finden immer mehr Assistenzsysteme wie Spurhalteassistenten, Abstandshalter und Tempomaten Verwen-

---

<sup>5</sup> Bestimmte Berufe haben beispielsweise einen hohen Autonomiegrad und hohe Komplexität, andere Aufgaben einen hohen Überwachungs- und Kontrollgrad mit niedriger Autonomie für den Beschäftigten.

dung in LKWs, die die menschlichen Akteure bei bestimmten Fahraufgaben unterstützen oder ersetzen können.

Diese Digitalisierung wird von zwei maßgeblichen Faktoren angetrieben: der Steigerung von Effizienz und der Förderung von Sicherheit im Straßenverkehr. Zunächst handeln Firmen unter der Prämisse der Effizienzsteigerung, die durch Überwachungs- und Kontrollsysteme zahlreiche transparente Leistungsdaten über den Fahrer und sein Fahrzeug zur Verfügung stellt. Da die Leistung nunmehr messbar ist, muss der Fahrer möglichst effizient arbeiten, um zu vermeiden, sich für Minderleistungen gegenüber seinem Vorgesetzten rechtfertigen zu müssen. Es kann bei ineffizienter Arbeitsgestaltung daher vorkommen, dass der Fahrer „nach der Tour nochmal Rechenschaft bei seinem Disponenten oder Chef ablegen“ (HoT) muss.

Die interviewten Fahrer bewerten die neuen Technologien allerdings auch positiv. So sei die Überwachung manchmal „sogar von Vorteil“ (F1), weil die Firma im Notfall Hilfe vorbeischicken könne.

„Ansonsten fühle ich mich nicht unter Druck gesetzt, solange ich meine Arbeit ordentlich mache. [...] Ich fühle mich sicherer.“ (F1)

Technik wird daher auch als „Erleichterung“ (F2) verstanden, die die eigenen Tätigkeiten unterstützt.

Der zweite Treiber der Einführung von Überwachungs-, Kontroll- und Assistenzsystemen ist darüber hinaus das steigende Sicherheitspotenzial. Fahrassistenzsysteme nehmen dem Menschen Aufgaben ab und funktionieren grundsätzlich unter der Prämisse, dass Technik zuverlässiger und sicherer arbeitet als der ‚fehlerbehaftete‘ Mensch. Gleichzeitig muss dieser aber als Überwacher der Assistenzsysteme einen Status beibehalten, in dem er möglichst schnell in jeder Situation selbst eingreifen kann (vgl. Othersen 2016). Diese Überwachungstätigkeit wird allerdings zum Teil vernachlässigt: Es gebe

„auch Kollegen, die das Handy an der Hand haben, das Tablet auf dem Schoß haben oder den Laptop auf der Armatur stehen haben und da läuft nebenbei ein Film.“ (F1)

Eine Konsequenz der Fahrassistenzsysteme ist also, dass die Verantwortung für Sicherheit auf die Technik übertragen wird: Es gebe

„gefühlte mehr Unfälle, weil man leichtsinniger wird, wenn man sich auf Technik verlässt.“ (F2)

Kontrollsysteme wie der digitale Frachtbrief<sup>6</sup> hätten aber auch Vorteile, da ihre verbindliche Einführung illegale Manipulationen am Fahrzeug oder Gesetzesüberschreitungen erschweren würden. Der befragte Gewerkschaftsvertreter betonte,

„dass die Technik sehr gut geeignet ist, den Wettbewerb auch wieder fairer zu machen“ (GW).

---

<sup>6</sup> Der digitale Frachtbrief als PDF-Dokument beinhaltet unter anderem Daten zum Warenempfänger, zum Fahrzeug, zur Fracht und zum Fahrpersonal. Die Archivierung erfolgt im Internet, sodass Spediteure und andere beteiligte Akteure in Echtzeit darauf zugreifen können.

### 3.2.2 Autonomie – Reduktion von Handlungsspielräumen

Überwachungs-, Kontroll- und Assistenzsysteme verändern die Autonomiespielräume menschlicher Akteure (vgl. Weyer 1997, 2007). So sieht sich der Berufskraftfahrer – beispielsweise durch navigationsgestützte Routenoptimierung und Tracking-Daten – in seiner Handlungsfreiheit eingeschränkt:

„Bei anderen Fahrern ist es so, dass alles übers Navi läuft. Die kriegen dann ihre Fahrten direkt aufs Navi geschickt. Die sind nicht so flexibel [...]. Die kriegen dann gesagt, dass die noch weiter fahren müssen und wie viel Restfahrzeit die noch haben und dass sie diese nutzen müssen.“ (F2)

Navigationssysteme leiten die Fahrer an, vorgegebene Routen zu nutzen, sodass sie diese Entscheidungen nicht mehr eigenständig treffen können (bzw. müssen). Sollten sie von der – vorgegebenen, optimierten – Route abweichen, kann dies auf Basis der aufgezeichneten GPS-Daten nachverfolgt werden. Für auftretende Probleme wie Verspätungen wären die Fahrer dann wiederum hauptverantwortlich. Das kann dazu führen, dass sie den technologischen Vorgaben unkritisch Folge leisten. Eine flexible Gestaltung der eigenen Arbeit ist damit immer weniger möglich. Die zunehmenden Kontrollmechanismen in der Transportlogistik konterkarieren damit direkt das Selbstverständnis eines Berufsstandes, der emotional mit persönlicher Freiheit und Autonomie assoziiert wurde:

„[Der Chef] sitzt einem schon im Nacken, weil man dann und dann irgendwo sein muss. Aber das sind Sachen, die man im Endeffekt wenig beeinflussen kann. [...] Aber ansonsten hat man seine Freiheiten. Man sieht die Welt. Alles wunderschön. Aber auf der Gegenseite steht dieser krasse Zeitdruck, der manchmal entsteht.“ (F1)

Die individuelle Arbeitszeit wird zunehmend an Zeitfenster angepasst, die von digitalisierter Technik wie Dispositionssystemen vorgegeben werden: „Dementsprechend teile ich mir meine Zeit ein.“ (F1) Dabei müssen Fahrer und Speditionen immer flexibler und kurzfristiger auf Kundenaufträge reagieren. Digitalisierung sei also nicht nur permanente Erreichbarkeit und Überwachung, sondern auch

„die ständige Abhängigkeit von Zeitmanagementsystemen beim Verlager. [...] Kann man das Zeitfenster nicht erreichen, kann es bei schlechten Zeitmanagementsystemen passieren, dass man ganz nach hinten kommt und man dann sechs bis acht Stunden warten muss, bis man dann wieder einen Slot hat.“ (GW)

Eine Umbuchung sei in diesem Fall oft „gar nicht mehr möglich, weil schon fast alle Zeitfenster vergeben sind“ (F2). Das führe zu einem Kampf um die besten Zeitfenster und dementsprechend zu einem höheren Konkurrenzdruck<sup>7</sup> unter Fahrern.

### 3.2.3 Komplexität – Technisierung des Fahrerhauses

Die Implementation neuer Technologien bringt veränderte Arbeitsabläufe bzw. -aufgaben mit sich. Jedoch sei für „viele Mitarbeiter [...] Veränderung etwas Gefährliches“, so der Leiter eines großen Logistikunternehmens (HoT). Organisationen müssen daher im Digitalisierungsprozess berücksichtigen, dass neue Technologien und die damit einhergehenden veränderten Arbeitsprozesse von Mitarbeitern akzeptiert

<sup>7</sup> Kontrolle und die damit verbundene Generierung großer Datenmengen, die durch Digitalisierung ermöglicht wird, etablieren quantifizierende Bewertungsformen: Zeit-, Effizienz- und Leistungsdaten können zwischen Mitarbeitern objektiv verglichen werden. Solche technisch erzeugten Leistungsvergleiche führen zu einer „Stärkung des kompetitiven Modus der Vergesellschaftung“ (Mau 2017, S. 65), also zu Konkurrenzdruck.

und verstanden werden. Oftmals bringt Digitalisierung eine höhere Komplexität mit sich: Zwar werden viele Aufgaben automatisiert, also vom Menschen auf die Technik übertragen, allerdings übernimmt der Mensch in diesem Zuge auch neue (übergeordnete) Tätigkeiten.

„Ein höher automatisiertes System bedeutet gleichzeitig auch eine höhere Komplexität und Anforderung an den Menschen“ (Othersen 2016, S. 29).

Indessen sinkt durch die Übertragung von Verantwortung und Aufgaben an die Technik die Handlungskompetenz des Menschen – bei gleichzeitig geforderter höherer (Überwachungs-)Kompetenz (siehe *Irony of Automation* nach Bainbridge 1983).

Die Interviewpartner berichten, dass die Komplexität der Arbeit in der Transportlogistikbranche ebenfalls steigt:

„Der Fahrer hat viel mehr Aufgaben bekommen. [...] Also die Anforderungen sind enorm gewachsen. Nicht nur, aber auch durch die Digitalisierung, weil der ständige Informationsfluss wichtig ist.“ (HoT)

Fahrer berichten von einem gesteigerten Kommunikations- und Informationsbedarf vor allem mit dem Disponenten, der seinen „Kopf wahnsinnig anstrengen [muss], damit das alles klappt“ (F1). Die Anforderungen an Fahrer steigen auch aufgrund neuer gesetzlicher Vorgaben und der geforderten Schulungen: „Eigentlich müssten wir schon fast Jura studiert haben“, pointiert ein interviewter Kraftfahrer (F1) die Vielzahl an Bestimmungen, die bekannt sein und eingehalten werden müssten. Allerdings gebe es keine vorgeschriebenen Schulungsangebote zu neuen, digitalen Technologien. Im Kontext der zweiten Ebene des *Work-Ability*-Konzepts (Bildung und Kompetenz) sollten Unternehmen daher diese Umstellungsprozesse mit ihren Mitarbeitern gemeinsam gestalten, um Akzeptanz und Systemwissen zu entwickeln. Fahrer berichten, dass das Verstehen der Technik dafür essentiell ist:

„Die [Assistenz-]Systeme unterstützen einen bei der Arbeit, *wenn* man die *verstanden* hat, dann kann man damit gut arbeiten.“ (F2; Hervorhebungen von Betonungen durch die Autoren)

In Anbetracht sinkender Autonomie und eingeschränkter Handlungsspielräume erscheint es geradezu paradox, dass sich Arbeiter in der Transport- und Logistikbranche mit neuen, erhöhten Anforderungen an die Qualität ihrer Arbeit und die von ihnen erwarteten Kompetenzen konfrontiert sehen:

„Also, Befugnisse und Freiraum will ich an der Stelle trennen. Also, der Freiraum ist beschnitten. Früher hatte er [der Berufskraftfahrer, Anm. der Autoren] den offiziell zwar auch nicht, aber früher hat es niemand gemerkt, wenn er sich was genommen hat. Aber die Befugnisse, die sind sogar noch höher, weil er viel mehr Eingaben im System und so weiter hat.“ (HoT)

Für Unternehmen, die sich im Wettbewerb befinden, stellt sich die Frage nach der Wirtschaftlichkeit neuer Technologien. Denn mit der Digitalisierung steigen die Komplexität der Tätigkeiten und damit die Qualifikationsanforderungen an die Mitarbeiter, was typischerweise Kosten durch Schulungsmaßnahmen und steigende Löhne zur Folge haben könnte. Ob diese Kosten durch steigende Erträge aufgefangen werden

können, wird in der Logistikbranche kritisch gesehen, weshalb die Digitalisierung in einigen Bereichen nur langsam vorangetrieben wird:

„Bestimmte Automatisierung lohnt sich nicht, wenn man billige Arbeitskräfte hat, die so eine Investition noch nicht wirtschaftlich erscheinen lassen.“ (GW)

Für den Berufskraftfahrer hingegen wird die Frage nach seiner Rolle in einem zunehmend digitalisierten und komplexer werdenden Arbeitsumfeld aufgeworfen:

„Und es gibt natürlich Befürchtungen, dass man da zum Hilfsarbeiter degradiert wird, wenn diese Systeme dann sozusagen die Macht übernehmen. Oder andererseits wiederum ist natürlich auch die Frage, wie hoch die Qualifizierung für Fahrer sein muss, die mit so hoch automatisierten Fahrzeugen fahren. Also, da ist ganz viel, was da diskutiert wird. Es ist eben immer aus dem Erfahrungsbericht der Fahrer völlig unterschiedlich.“ (GW)

### **3.2.4 Kommunikation und Interaktion – Zunehmende Dynamik und Ad-hoc-Management**

Die zunehmende Flexibilisierung im Rahmen der gesteigerten Anforderungen an die Transportlogistik führt dazu, dass Aufträge immer kurzfristiger vergeben und Fahrer mit Änderungen ihrer Routen in Echtzeit konfrontiert werden (vgl. Weyer 2017). Dies erfordert insgesamt mehr Koordination und führt damit zu einer erhöhten Frequenz der Kommunikation.

„Der Disponent ruft häufiger an, um zu fragen, ob die Zeit noch einzuhalten ist, weil rein theoretisch ein Routenoptimierungsprogramm gerade sagt, dass es kritisch werden könnte.“ (HoT)

Zusätzlich zur quantitativen Zunahme von Kommunikation lässt sich auch eine qualitative Veränderung beobachten: Fahrer berichten davon, dass heute ein Großteil der Interaktion mit dem Disponenten bzw. der Disponentin über digitale Medien bzw. Instant Messenger wie etwa WhatsApp abgewickelt wird.

Darüber hinaus führt die gesteigerte Spontanität in Kombination mit der Zunahme an Transportaufträgen zu Planungsunsicherheiten, die den beteiligten Akteuren mehr Flexibilität und Koordination abverlangen.

„Bei uns ist es eben das Problem, dass wir erst ein bis zwei Tage vorher Bescheid kriegen, wohin wir überhaupt fahren müssen. Das wird vom Kunden dann eben vorgegeben. Dann müssen wir die Zeit finden, um das Laden bzw. das Abladen zu buchen.“ (F2)

Sowohl die Auftragsvergabe als auch die Planung der Verladevorgänge werden durch Software unterstützt, was für den Fahrer eine „zunehmende Abhängigkeit von Dispositionssystemen“ (GW) bedeutet. Man kann diese Prozesse als Interaktions- oder Kommunikationstriade deuten, bestehend aus Disponent, Fahrer und Software, wobei letztere zweifellos eine zentrale Stellung einnimmt. Rein softwaregestützt und ohne Kommunikation funktionieren die Prozesse jedoch anscheinend (noch) nicht. Intelligente Software wie Tracking- und Routenoptimierungssysteme stellen dem Disponenten zwar Informationen zur Verfügung und versorgen ihn mit Prognosen; diese werden jedoch nicht automatisch übermittelt, sondern kommunikativ mit dem Fahrer abgeglichen. Der Umfang der Interaktion steigt somit, statt – wie man hätte vermuten können – zu sinken. Der Fahrer befindet sich dann zunehmend in einem Zustand „ständige[r] Erreichbarkeit“ (GW).

Die Arbeit wird im Rahmen der Vergabe und Durchführung von Aufträgen also stärker an die Vorgaben der Softwaresysteme angepasst. Entgegen vorheriger Erwartungen erzeugt die Technik jedoch keine vollständigen Vorgaben. Vielmehr ist die Leistung der Bediener der Software, in diesem Fall der Disponenten, ausschlaggebend für die Gestaltung des Transportprozesses und damit für die Arbeit der Fahrer.

„Der Disponent muss seinen Kopf wahnsinnig anstrengen, damit das alles klappt. [...] Vor drei Wochen haben wir erlebt, dass unser Stammdisponent für zwei Wochen im Urlaub war und da ging alles drunter und drüber.“ (F2)

Der Disponent ist auch derjenige, der für die Lösung von auftretenden Problemen zuständig ist, vor allem wenn der Zeitplan nicht eingehalten werden kann oder unvorhersehbare Ereignisse eintreten.

„Das macht alles der Disponent. Dann müssen wir versuchen, das Ganze so gut wie möglich hinzukriegen. Ab und zu hängt es mal irgendwo, weil ein LKW trotz Zeitfenster nicht pünktlich wekommt. Dann entfällt das Zeitfenster zum Laden. Dann muss eventuell ein anderer einspringen und zusehen, dass man das mit Zeitverlust wieder umgebucht bekommt. Also die größte Belastung liegt beim Disponenten.“ (F2)

Neben der Tätigkeit der Fahrer unterliegt also auch die des Disponenten starken Veränderungen durch Digitalisierungsprozesse. Zudem sind die Fahrer bei der Erbringung ihrer Arbeitsleistung von den Disponenten abhängig. Für die Arbeitszufriedenheit aller Beteiligten ist also das gute Zusammenspiel von Fahrer, Disponent und Software von hoher Relevanz. Darüber hinaus sind die Fahrer zumeist diejenigen, die am Ende der Transportkette stehen und den direkten Kundenkontakt haben. Entsprechend berichten die interviewten Fahrer, dass sie für alle etwaigen Fehler und auftretenden Probleme primär verantwortlich gemacht werden. Eine gelingende Kommunikation aller Akteure wirkt sich also – stärker als früher – auf die Qualität der Transportdienstleistungen und die Arbeitsfähigkeit der Fahrer aus.

Entscheidungen über die Annahme von Aufträgen, die heute noch von einem Menschen getroffen werden, könnten in Zukunft ebenfalls von intelligenter Software übernommen werden.

„Die Technologien sind in den weitesten Fällen vorhanden. Das heißt – wir haben das ja auch mitentwickelt – man kann mittlerweile Anfragen digitalisieren und automatisiert prüfen, ob man diesen Auftrag als Unternehmen bearbeiten kann oder nicht.“ (UB)

In Anlehnung an die Polarisierungsthese zur Zukunft von Arbeit und Qualifikation (vgl. Hirsch-Kreinsen 2016) könnte man somit vermuten, dass die mittlere Position des Disponenten entfallen wird. Ob der Fahrer dann höher qualifiziert wird, um zusätzlich auch Dispositionsaufgaben zu übernehmen, zum (schein-)selbstständigen Arbeitskraftunternehmer wird (vgl. Voß 1998) oder ob er zum „Erfüllungsgehilfen des Bordrechners“ (Weyer 1997, S. 242) abgewertet wird, kann aus den bisherigen Ergebnissen nicht abgeleitet werden.

### **3.2.5 Zeit – Verdichtung und Flexibilisierung der Arbeitszeit**

Die beschriebenen softwaregestützten Dispositionssysteme werden in erster Linie zum Zwecke der Effizienzsteigerung eingesetzt. Aufträge sollen durch navigationsge-

stütztes Auftragsmanagement so geplant werden, dass sie zeitlich aufeinander abgestimmt sind und den LKW als Transportmittel ideal auslasten:

„Das hat zum einen den Effekt, dass die Leistung noch weiter verdichtet wird. Denn mit einer optimalen Route wird die Anzahl der möglichen Stopps, die man schaffen kann, natürlich größer. Und auch die Forderung[en] an den Arbeitnehmer, diese Stopps dann auch zu erreichen, werden natürlich stärker. Das hat natürlich im Umkehrschluss nochmal eine weitere physische Belastung für den Fahrer zur Folge.“ (GW)

Die zeitliche Verdichtung habe auch Auswirkungen auf den kollegialen Zusammenhalt der Fahrer untereinander. Dieser würde „eher schlechter“ (F1), da es vor allem darum ginge, das eigene Zeitfenster einzuhalten. Für gegenseitige Unterstützung und kollegialen Austausch, z. B. an Rastplätzen, bliebe da kaum Zeit. Aufgrund enger Zeitfenster zum Be- und Entladen beeinflusst die Pünktlichkeit am Zielort erheblich die Arbeitsgestaltung des Fahrers, bei der er in hohem Maße von den eingesetzten Softwaresystemen abhängig ist. Hier kann man zwei Arten unterscheiden: zum einen starre Systeme, die Zeitfenster ohne Spielraum vorgeben, zum anderen flexible Systeme, die auf Änderungen im Zeitplan reagieren. Wenn starre Zeitfenstermanagementsysteme keine Änderung zulassen, bekommt der Fahrer nach Verpassen eines Zeitfensters für gewöhnlich einen späteren Termin zum Be- oder Entladen automatisiert zugeteilt. Dies kann längere Wartezeiten und eine Entgrenzung (vgl. Voß 1998) der Arbeitszeit zur Folge haben.

„Die [Zeitfenstermanagementsysteme] haben natürlich einen massiven Effekt, weil immer mehr von den Frachtführern als auch den Spediteuren verlangt wird, dass man eben in diesen Zeitfenstern arbeitet. [...] Es gibt [...] Systeme, die ganz einfach Slots mehr oder weniger aufzeigen und gnadenlos abarbeiten. Das führt dann natürlich zu einer Verschiebung des Risikos vom Verlader zum Spediteur und dementsprechend natürlich auch zu höheren Arbeitszeiten für die Beschäftigten.“ (GW)

Die Zeitfenster einzuhalten wird damit nicht mehr nur zu einem Ziel des Managements und des Disponenten, sondern liegt direkt im Interesse des Fahrers. Nach Aussagen des befragten Gewerkschaftsvertreters müsse man davon ausgehen, dass ein Fahrer pro Tag „durchschnittlich 12 bis 15 Stunden arbeiten muss“ und die Arbeitszeiten besonders in diesem Wirtschaftszweig „zu ungünstigen Zeiten liegen“ (GW). Neben einer hohen physischen und psychischen Belastung beschreiben die Fahrer daher, dass es immer schwieriger sei, Familie und Beruf zu vereinen. Ruhezeiten finden immer weniger im privaten Umfeld und dafür mehr im LKW selbst statt. Dies sei besonders problematisch und könne nur durch Veränderungen des rechtlichen Rahmens verbessert werden. „Definitiv ist die Politik jetzt in der Pflicht.“ (F2)

#### **4 Fazit und Ausblick**

Am Beispiel der Transportlogistik wurden Technisierungs- und Digitalisierungstendenzen sowie deren Auswirkungen auf die Beschäftigten, insbesondere Fahrer, untersucht. Die zunehmende Verbreitung digitaler Steuerungs- und Kontrolltechnologien stellt die betroffenen Akteure im Straßengüterverkehr vor große Herausforderungen und Veränderungen. In der momentanen Phase konnten wir ein Spannungsverhältnis von Automatisierung und damit einhergehendem Autonomieverlust auf der

einen Seite sowie gesteigerten Anforderungen an Kompetenz, Qualifikation und Flexibilität der Mitarbeiter auf der anderen Seite beobachten.

Die steigenden Erwartungen an die Logistikarbeit schlagen sich in einer zunehmend digitalen Abbildung und damit einhergehend Nachvollziehbarkeit sämtlicher Transportvorgänge nieder, beispielsweise durch Telematiksysteme, die immer mehr Fahrzeug- und Fahrerdaten aufzeichnen und aggregieren. Hiermit verbunden ist die Erwartung, in Echtzeit in die Transportkette eingreifen zu können, um Zuverlässigkeit und Flexibilität gegenüber den Kunden immer besser zu gewährleisten und die eigene Effizienz zu steigern.

Zu diesen Entwicklungen tragen auch Politik und Gesellschaft bei, die den Einsatz von Fahrerassistenzsystemen in LKWs und die Verschärfung gesetzlicher Vorgaben fordern, um die Sicherheit des Straßenverkehrs zu verbessern. Damit entwickelt sich das LKW-Fahrerhaus zu einem mobilen sozio-technischen System, welches den menschlichen Akteuren zahlreiche neue Kompetenzen abverlangt.

Die fünf identifizierten Problemfelder zeigen auf, dass vor allem die Fahrer in den verschiedenen Dimensionen ihrer Work Ability betroffen sind:

- Überwachung und Kontrolle: Durch die neuen Technologien verschärfen sich Leistungs- und Zeitdruck, die wiederum eine steigende *psychische Belastung* zur Folge haben können. Infolge der Übertragung verantwortlicher Fahrtätigkeiten auf die Technik entsteht zudem die Gefahr einer *Monotonie* durch ablenkende Tätigkeiten.
- Autonomie: Die zunehmende Kontrolle und Organisation von Tätigkeiten durch Technik (z. B. Routenplanung, Fahrweise) führen zu einer Veränderung des Berufsbildes von LKW-Fahrern. Somit ändern sich auch die *Einstellung* gegenüber dem eigenen Beruf und damit die *Motivation*.
- Komplexität: Veränderte Arbeitsabläufe und neue Arbeitsinhalte durch Technisierung steigern die Komplexität des mobilen sozio-technischen Systems und fordern neue *Qualifikationen* von Fahrern (z. B. Überwachungstätigkeiten). Akzeptanz und *Kompetenz* gegenüber diesem sich verändernden System müssen gefördert werden.
- Kommunikation: Zunehmende Vernetzung mit weiteren Akteuren, Auftragsflexibilisierung und Ad-hoc-Planung steigern den Kommunikationsbedarf. Ein gutes Zusammenspiel von Disponent und Fahrer ist durch die Digitalisierung vermehrt gefordert. Dies hat Auswirkungen auf die psychischen Belastungen durch zusätzlichen Aufwand sowie die *Einstellung* und *Motivation* (siehe Autonomie).
- Zeit: Starre Zeitfenstermanagementsysteme führen zu Zeit- und Konkurrenzdruck unter Fahrern sowie ungünstigen Arbeitszeiten. Die damit einhergehende zeitliche Verdichtung und Entgrenzung von Arbeit verringern die *Work-life-Balance*, erhöhen psychische Belastungen und wirken sich negativ auf das *privat-soziale* Umfeld des Fahrers aus.

Die Ressourcen, auf die Fahrer zur Bewältigung der Anforderungen durch die Digitalisierung zurückgreifen können, werden also zunehmend angegriffen. Demgegenüber wurden bisher wenig bis keine Indizien dafür gefunden, dass von Seiten des Managements gezielt Maßnahmen ergriffen werden, um die Arbeitsfähigkeit der betroffenen Mitarbeiter zu stärken.

Die Digitalisierung der Transportlogistik birgt auch Chancen, beispielsweise in Form der Aufwertung des Berufs durch steigende Kompetenzanforderungen, die einige interviewte Fahrer positiv bewerten. Der Kontrolle des Fahrers durch softwaregestützte Systeme steht zudem das erhöhte Sicherheitsgefühl gegenüber, das sich unter anderem aus dem permanenten Kontakt mit dem Disponenten speist. Nicht zuletzt bietet die digitale Datenerfassung die Option, illegale Praktiken leichter zu identifizieren und damit einen fairen Wettbewerb zu ermöglichen. Offen bleibt allerdings, inwiefern es in Zukunft zu einer neuen Arbeitsteilung zwischen Fahrer und Disponent kommen wird, bei der Dispositionsaufgaben auf ersteren verlagert werden.

Die Digitalisierung der Transportarbeit hat also großen Einfluss auf die *Work Ability* der Beschäftigten, insbesondere in den fünf aufgezeigten Dimensionen, die in vielen Punkten mit bisherigen Erkenntnissen der Automations- und der Arbeitsforschung übereinstimmen. Die aufgestellten Hypothesen bezüglich der fünf Dimensionen der digitalen Transformation gilt es in weiteren Studien, etwa mittels einer quantitativen Befragung, zu validieren.

## Literatur

- Bainbridge, Lianne 1983: Ironies of Automation. In: *Automatica*, 19 (1983), H. 6, S. 775-779.
- BMAS 2016: Weißbuch Arbeit 4.0, Berlin: Bundesministerium für Arbeit und Soziales.
- Bousonville, Thomas 2017: Logistik 4.0. Die digitale Transformation der Wertschöpfungskette, Wiesbaden: Springer.
- Evers, Claudia 2009: Auswirkungen von Belastungen und Stress auf das Verkehrsverhalten von LKW-Fahrern. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn, Dissertation.
- Hornung, Julia 2013: Nachhaltiges Personalmanagement in der Pflege. Das 5-Säulen-Konzept, Berlin und Heidelberg: Springer.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut 2016: Digitalisierung und Einfacharbeit. WISO-Diskurs 12/2016, Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Ilmarinen, Juhani/Gould, Raija/Järvikoski, Aila/Järvisalo, Jorma 2008: Diversity of Work Ability. In: Gould, Raija/Ilmarinen, Juhani/Järvisalo, Jorma/Koskinen, Seppo (Hg.): *Dimensions of Work Ability. Results of the Health 2000 Survey*, Helsinki: Terveystieteiden tutkimuskeskus, S. 13-24.
- Ilmarinen, Juhani/Tuomi, Kaija/Seitsamo, Jorma 2005: *New dimensions of Work Ability*, Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health.
- Janning-Backfisch, Natalie 2017: Kompetenz- und Qualifikationsanforderungen in der Logistik, Wiesbaden: Springer.

- Kaufmann, Timothy 2015: Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge. Der Weg vom Anspruch in die Wirklichkeit, Wiesbaden: Springer.
- Koch, Susanne 2012: Logistik. Eine Einführung in Ökonomie und Nachhaltigkeit, Berlin, Heidelberg: Springer.
- Krause, Kai 2007: Organisation und Steuerung von Transportnetzwerken. Eine modellgestützte Analyse zur effizienten Koordination von Ladungsverkehren, Köln: Kölner Wissenschaftsverlag.
- Mau, Steffen 2017: Das metrische Wir. Über die Quantifizierung des Sozialen, Berlin: Suhrkamp.
- Othersen, Ina 2016: Vom Fahrer zum Denker und Teilzeitlenker, Wiesbaden: Springer.
- Rump, Jutta/Eilers, Silke 2017: Das Konzept des Employability Management. In: Rump, Jutta/Eilers, Silke (Hg.): Auf dem Weg zur Arbeit 4.0. Innovation in HR, Berlin/Heidelberg: Springer Gabler, S. 87-126.
- Voß, Günter 1998: Die Entgrenzung von Arbeit und Arbeitskraft. Eine subjektorientierte Interpretation des Wandels von Arbeit, Sonderdruck aus: Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, 31 (1998), Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.
- Weyer, Johannes 1997: Die Risiken der Automationsarbeit. Mensch-Maschine-Interaktion und Störfallmanagement in hochautomatisierten Verkehrsflugzeugen. In: Zeitschrift für Soziologie, 26 (1997), S. 239-257.
- Weyer, Johannes 2007: Autonomie und Kontrolle. Arbeit in hybriden Systemen am Beispiel der Luftfahrt. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 16 (2007), H. 2, S. 35-42.
- Weyer, Johannes 2017: Digitale Transformation und öffentliche Sicherheit. In: Schriftenreihe Sicherheit des Forschungsforum Öffentliche Sicherheit, 22 (2017), Berlin: Freie Universität Berlin.