



Open Access Repository

[www.ssoar.info](http://www.ssoar.info)

## Arbeitsintensivierung und Handlungsspielraum in digitalisierten Arbeitswelten - Herausforderung für das Wohlbefinden von Beschäftigten?

Meyer, Sophie-Charlotte; Tisch, Anita; Hünefeld, Lena

Veröffentlichungsversion / Published Version

Zeitschriftenartikel / journal article

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:

Verlag Barbara Budrich

### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Meyer, S.-C., Tisch, A., & Hünefeld, L. (2019). Arbeitsintensivierung und Handlungsspielraum in digitalisierten Arbeitswelten - Herausforderung für das Wohlbefinden von Beschäftigten? *Industrielle Beziehungen : Zeitschrift für Arbeit, Organisation und Management*, 26(2), 207-231. <https://doi.org/10.3224/indbez.v26i2.06>

### Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY-SA Lizenz (Namensnennung-Weitergabe unter gleichen Bedingungen) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de>

### Terms of use:

This document is made available under a CC BY-SA Licence (Attribution-ShareAlike). For more information see: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>

  
Leibniz-Institut  
für Sozialwissenschaften

Mitglied der  
  
Leibniz-Gemeinschaft

Diese Version ist zitierbar unter / This version is citable under:

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-65029-0>

*Sophie-Charlotte Meyer, Anita Tisch, Lena Hünefeld\**

## Arbeitsintensivierung und Handlungsspielraum in digitalisierten Arbeitswelten – Herausforderung für das Wohlbefinden von Beschäftigten? \*\*

### Zusammenfassung

Ziel dieses Beitrages ist es zu untersuchen, wie die Einführung neuer Technologien mit der Arbeitsintensität, der Autonomie und den monotonen Aufgaben von Beschäftigten zusammenhängt. Weiterhin wird untersucht, ob und inwieweit der empirisch gut dokumentierte Zusammenhang zwischen diesen Arbeitsbedingungen und dem Wohlbefinden der Beschäftigten durch die Einführung neuer Technologien moderiert wird. Die Analysen basieren auf der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2006, 2012 und 2018, die es ermöglicht, zwischen neu eingeführten Computerprogrammen und neu eingeführten Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien zu unterscheiden. OLS-Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Einführung neuer Technologien mit einer erhöhten Arbeitsintensität verbunden ist. Hinsichtlich der Autonomie und monotonen Tätigkeiten gibt es Unterschiede je nach Art der eingesetzten Technologie. Die Analysen zeigen ferner, dass die Einführung neuer Computerprogramme den Zusammenhang zwischen Arbeitsbedingungen und Arbeitsunzufriedenheit bzw. psychosomatischen Gesundheitsbeschwerden teilweise moderiert. Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass die Einführung neuer Technologien mit Chancen und Risiken sowohl für die Arbeitssituation als auch für das Wohlbefinden der Mitarbeiter verbunden ist und in den Aushandlungsprozessen der Sozialpartner stärker berücksichtigt werden sollten.

Schlagwörter: Arbeitsanforderungen, Intensivierung, Wohlbefinden, Digitalisierung, Neue Technologien

---

\* Dr. Sophie-Charlotte Meyer, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fachgruppe 1.2 Arbeitsweltberichterstattung, Friedrich-Henkel-Weg 1-25, 44149 Dortmund.  
E-Mail: meyer.sophie-charlotte@baua.bund.de  
Dr. Anita Tisch, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fachgruppe 1.1 Wandel der Arbeit, Friedrich-Henkel-Weg 1-25, 44149 Dortmund. E-Mail: tisch.anita@baua.bund.de  
Dr. Lena Hünefeld, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fachgruppe 1.2 Arbeitsweltberichterstattung, Friedrich-Henkel-Weg 1-25, 44149 Dortmund.  
E-Mail: hünefeld.lena@baua.bund.de

\*\* Artikel eingegangen: 29.09.2018. Revidierte Fassung akzeptiert nach doppelt-blindem Begutachtungsverfahren: 13.03.2019

Danksagung: Wir danken einer/m anonymen Gutachter/in, den Herausgebern und Teilnehmer/-innen der Autorenkonferenz sowie Ina Krause, Stefan Kirchner und den Teilnehmer/-innen des 1. Workshops „Organisation und Digitalisierung“ der Sektion Organisationssoziologie der DGS im Mai 2018 in Berlin für hilfreiche Anmerkungen und Kommentare.

## Work intensification and autonomy in the digitized working world – A challenge for the well-being of employees?

### Abstract

The aim of this paper is to examine how the introduction of new technologies is related to employee's work intensity, job autonomy and monotonous tasks. Further, we examine whether and to what extent the empirically well-documented relationship between these working conditions and employee well-being is moderated by the introduction of new technologies. The analyses are based on the BIBB/BAuA employment survey 2006, 2012 and 2018, that allow us to distinguish between newly introduced computer programmes and newly introduced production/process technologies. Results of OLS models indicate that the introduction of new technologies is associated with increased work intensity. Regarding job autonomy and monotonous tasks there are differences according to the type of introduced technology. The analyses further reveal that the introduction of new computer programmes partially moderates the association between working conditions and job dissatisfaction or psychosomatic health complaints, respectively. In sum, the results indicate that new technologies are associated with both, opportunities and risks for the work situation as well as the well-being of employees and should be given greater consideration in social partnership negotiation processes.

Keywords: job autonomy, work intensity, employee well-being, digital working world. JEL: J28, J81, O33

## 1 Einleitung

In der aktuellen gesellschaftlichen Debatte werden der derzeitigen Phase der Digitalisierung unterschiedliche Chancen und Risiken zugeschrieben. Diese resultieren aus (direkten) Veränderungen der Arbeitsgestaltung einerseits, andererseits aus mittelbaren Veränderungen der Arbeitsformen und -beziehungen. Insbesondere Arbeitgeberverbände betonen die Chancen der Digitalisierung, wie z.B. ein höheres Maß an Flexibilität für die Beschäftigten. Gewerkschaften und Arbeitnehmerorganisationen warnen hingegen vor neuen Möglichkeiten der Arbeitnehmerausschöpfung aufgrund von zunehmender Entgrenzung und Arbeitsintensivierung sowie den negativen Auswirkungen auf das Wohlbefinden und die Gesundheit von Beschäftigten. Wissenschaftliche Analysen zur Versachlichung dieser Debatte sind momentan jedoch rar, was vornehmlich wohl auch daran liegt, dass es für ein differenziertes Abbild eines mehr oder weniger digitalisierten Arbeitsplatzes in Deutschland bislang noch keine zufriedenstellenden repräsentativen Daten auf Beschäftigtenebene gibt. Um sich dem zu nähern, messen einige Studien digitales Arbeiten über die berufliche Arbeit mit Computern bzw. dem Internet (z.B. Kirchner, 2015) oder verwenden als Proxy die allgemeine Nutzung moderner digitaler Informations- und Kommunikationstechnologien (Arnold, Butschek, Steffes, & Müller, 2016). Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass anhand dieser Indikatoren Digitalisierung sowohl mit einer erhöhten wahrgenommenen Arbeitsintensität als auch mit einem erweiterten Handlungsspielraum einhergeht (vgl. z.B. Ahlers, 2018; Arnold et al., 2016; Kirchner, 2015). Während Intensivierung von Beschäftigten im Allgemeinen als Belastung wahrgenommen wird, gilt ein erweiterter Handlungsspielraum als Ressource bei der Bewältigung von Arbeitsanforderungen (z.B. Hacker & Richter, 1998; Lohmann-Haislah, 2012; Zapf & Semmer, 2004). Es kann folglich davon ausgegan-

gen werden, dass die Digitalisierung direkt mit zu bewältigenden Arbeitsanforderungen und daraus resultierend auch mit dem Wohlbefinden von Beschäftigten zusammenhängt. Dabei bleibt zunächst unklar, was unter Digitalisierung zu verstehen ist und ob sich je nach Art der Technologie, potenziell unterschiedliche Zusammenhänge mit den Arbeitsanforderungen ergeben. Auch gemeinsame Betrachtungen von Digitalisierung, Arbeitsanforderungen und dem Wohlbefinden von Beschäftigten sind uns nicht bekannt.

Der vorliegende Beitrag versucht einen ersten Schritt, diese Lücken zu schließen und verfolgt dabei im Wesentlichen zwei Forschungsfragen. Zunächst wird untersucht, in welchem Zusammenhang die Einführung neuer Technologien mit individuellen Arbeitsanforderungen steht. Erstmals wird dabei zwischen der Einführung neuer Computerprogramme und der Einführung neuer Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien unterschieden, um unterschiedlichen Anforderungen der Digitalisierung in verschiedenen Branchen gerecht zu werden und mögliche Unterschiede sichtbar zu machen. Die Einführung neuer Computerprogramme und/oder neuer Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien wird hierbei als Digitalisierungsmoment bzw. als Proxy für die Digitalisierung der beruflichen Tätigkeit verstanden. Wenngleich die Variablen nicht den Digitalisierungsgrad der jeweiligen Arbeitsplätze messen können, bilden sie doch ab, inwiefern Beschäftigte mit neuen Technologien konfrontiert werden. Anhand von Indikatoren für Arbeitsintensität, individuellen Handlungsspielraum und Monotonie werden verschiedene Arbeitsbedingungen betrachtet. Somit ist es möglich, ein differenziertes Bild über die Veränderungen der Arbeitsgestaltung durch die Digitalisierung zu bekommen und sowohl mögliche Anforderungen als auch Ressourcen zu berücksichtigen. Darüber hinaus soll in einem zweiten Schritt untersucht werden, inwiefern der empirisch gut dokumentierte Zusammenhang zwischen diesen Arbeitsbedingungen und dem Wohlbefinden von Beschäftigten durch die Einführung neuer Computerprogramme bzw. neuer Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien moderiert wird. Die Analysen werden auf Basis der BIBB/ BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2006, 2012 und 2018 durchgeführt.

Die beiden Forschungsfragen dieses Beitrages sind dabei in die Debatte um Arbeit 4.0 (BMAS, 2017) eingebettet und rücken somit die zukünftige Gestaltung von Arbeit in den Mittelpunkt. Konkreter geht es um die Frage, wie es uns gelingt die Zukunft der Arbeit im digitalen Zeitalter menschenwürdig zu gestalten und welche Faktoren in den Aushandlungsprozessen zwischen den Sozialpartnern Berücksichtigung finden sollten. Anhand der Ergebnisse können Gestaltungsempfehlungen für das betriebliche Personal- und Gesundheitsmanagement abgeleitet werden. Darüber hinaus können die Ergebnisse einen Beitrag für die Debatte um eine mögliche Spaltung des Arbeitsmarktes im Zuge der digitalen Transformation leisten. Noch ist unklar, ob durch die Digitalisierung verstärkt integrative Prozesse angestoßen werden und auch Arbeitsbelastungen flächendeckend reduziert werden. Es besteht daher auch die Gefahr, dass sich eine (neue) Segregation des Arbeitsmarktes (Kirchner, 2015), möglicherweise hin zu einer Polarisierung (Hirsch-Kreinsen, 2016) von Risiken, abzeichnet.

Der Artikel ist wie folgt aufgebaut: In Abschnitt 2 werden theoretische Annahmen formuliert und der aktuelle Forschungsstand zusammengefasst. Zentral liegt die Annahme zugrunde, dass die Einführung neuer Technologien, und damit eine fortschreitende Digitalisierung von Arbeitsplätzen für die Beschäftigten, eine Form der Restrukturierung darstellt. Dementsprechend sollte die Einführung neuer Technologien zunächst Irritationen bewirken, die den

Zusammenhang zwischen Arbeitsanforderungen und Zufriedenheit sowie psychischem Wohlbefinden verstärkt. Allerdings zeigen erste deskriptive Analysen auch, dass die Einführung neuer Technologien in vielen Branchen ein kontinuierlicher Prozess ist. So werden neue Technologien immer wieder und in möglicherweise kürzer werdenden Abständen eingeführt und Beschäftigte nehmen die Einführung neuer Technologien möglicherweise nicht mehr als Irritation in ihrer Arbeitsgestaltung wahr. Abschnitt 3 beschreibt die verwendeten Daten, Variablen und die empirische Herangehensweise. Darauf folgend werden die Ergebnisse diskutiert. Der Artikel schließt mit einer Diskussion und einem Fazit in Abschnitt 5.

## 2 Theoretische Überlegungen und bisherige Forschung

Die Arbeitswelt befindet sich in einem permanenten Wandlungsprozess, der mit neuen Herausforderungen für Organisationen und Individuen einhergeht (Pongratz, 2009). Die Digitalisierung der Arbeitswelt, als aktuelle Stufe der Technisierung von Arbeit (Pfeiffer, 2012), wird hierbei als bedeutsamer Auslöser der Veränderungen betrachtet (OECD, 2017). Gemeint ist die zunehmende Durchdringung der Arbeitswelt mit modernen Informations- und Kommunikationstechnologien, die andauernde Zunahme von Rechnerleistungen, oder der Einsatz von künstlicher Intelligenz bei der Arbeit. Dabei lassen sich Veränderungen auf der Makro-, Meso- und der Mikroebene beobachten (Korunka & Kubicek, 2017). Zunächst sind die Digitalisierung und die mit diesem Schlagwort verbundenen neuen Technologien auf Makroebene Treiber von gesamtgesellschaftlichen Entwicklungen. Dabei ist der Wandel der Arbeitswelt durch digitale Technologien in Entwicklungen eingebettet, die sich bereits seit den 1970er Jahren vollziehen (Crow & Longford, 2000; Rau, 2017). Zu nennen sind hier unter anderem das Aufkommen internationaler Märkte, die Tertiarisierung der Arbeitswelt, individualisierte Produkte oder die Abnahme von Regulierungen auf dem Arbeitsmarkt (Watson, 2011). Neu am sich derzeit vollziehenden Wandel sind jedoch die mit den aktuellen technischen Möglichkeiten verbundenen sozialen Beschleunigungsprozesse (Rosa, 2005), wodurch sich auch Wandlungen in der Arbeitswelt mit einer immer höheren Geschwindigkeit vollziehen.

Dies ist auch auf der organisationalen Ebene zu beobachten (Mesoebene). Fortlaufende betriebliche Wandlungs- und Restrukturierungsprozesse sind seit Jahren an der Tagesordnung, um dem wachsenden Anpassungsdruck an Marktanforderungen gerecht zu werden (Rothe & Beermann, 2014). In den Veränderungsprozessen stehen Wachstum, Kostensenkungen und Qualitätssteigerungen meist im Mittelpunkt, mit dem Ziel, die Marktposition zu halten oder zu verbessern bzw. zu expandieren. Dabei verändern sich synchron die Organisationsstrukturen und die Organisation von Arbeit. Einerseits werden neue Technologien als Anpassungsstrategie an den sich verstetigten Marktdruck eingeführt. Andererseits stellen neue Technologien wieder die Basis für grundlegende Reorganisationen in Unternehmen dar (Castells, 2001). Damit ergibt sich ein Kreislauf von Veränderungen, der durch die Einführung neuer Technologien immer wieder befeuert wird. Digitalisierung kann in diesem Zusammenhang somit sowohl als Treiber für Veränderungen als auch als Lösung, um neuen Anforderungen gerecht zu werden, betrachtet werden (Korunka, 2017).

Die Veränderungen auf gesamtgesellschaftlicher sowie auf organisationaler Ebene schlagen sich auch auf die individuelle Arbeitsgestaltung auf der Mikroebene nieder und

haben somit Folgen für die Arbeitsinhalte, den Arbeitskontext, die Arbeitsorganisation aber auch die individuelle Lebensorganisation von Beschäftigten (Cascio, 2003; Rau, 2017).

Eine zentrale Annahme bei der Erforschung des Wandels der Arbeit und der damit verbundenen Arbeitsqualität ist, dass technologischer Fortschritt die Arbeitsqualität der Beschäftigten verbessert (Gallie, 2007; Green, 2006; Warhurst, Carré, Findlay, & Tilly, 2012). Jedoch zeigt sich, dass die Auswirkungen von neuen Technologien auf die Qualität der Arbeit und auf das Individuum insgesamt ambivalent diskutiert werden. Die Einführung neuer Technologien kann einerseits mit Überforderung und Stress einhergehen, andererseits aber auch mit mehr Freiheiten oder einer besseren Vereinbarkeit verbunden sein (Flecker, Fibich, & Kraemer, 2017; Pfeiffer, 2012). Zur Beurteilung weitreichenderer Konsequenzen von Digitalisierung für Beschäftigte – insbesondere für deren Wohlbefinden und Gesundheit – liegen derzeit nur vereinzelt Studien vor. Die Forschung zur Arbeitsqualität der letzten Jahrzehnte hat jedoch verdeutlicht, dass insbesondere ein angemessenes Verhältnis von Arbeitsanforderungen und Ressourcen von hoher Bedeutung für eine gute Qualität der Arbeit ist.<sup>1</sup> Dementsprechend haben sich aktuelle Studien auf diese Bedingungen fokussiert.

## 2.1 Arbeitsintensivierung als zentrale Arbeitsanforderung im digitalen Wandel

Beschleunigungsprozesse auf Makroebene sowie beständige Restrukturierung auf Mesoebene und ein sich zunehmend schnell wandelndes Arbeitsumfeld erhöhen den Druck auf Beschäftigte und steigern damit verbundene Unsicherheiten und das Stressempfinden. Tätigkeitsinhalte werden durch die Digitalisierung zum Teil vielfältiger und komplexer, ebenso müssen immer mehr Informationsmengen verarbeitet werden (Böhm, et al., 2016). Gleichzeitig verändern sich Arbeitskontexte und sind beispielsweise durch eine direktere Kommunikation zwischen Auftraggebenden und -nehmenden gekennzeichnet (Rau, 2017). Darüber hinaus zeigt sich eine fortlaufende Beschleunigung von Produktions-, Dienstleistungs- und Kommunikationsprozessen bei steigender Komplexität der Aufgaben sowie zunehmenden Lernanforderungen (Akzeleration) (Rosa, 2005). Folglich kann von einer zunehmenden quantitativen aber auch qualitativen Intensivierung der Arbeit ausgegangen werden, die negative Zusammenhänge mit dem Wohlbefinden von Beschäftigten aufweist (Stab & Schulz-Dadaczynski, 2017). Erste empirische Studien deuten dementsprechend auf einen Zusammenhang zwischen Digitalisierung und Arbeitsintensivierung hin (Ahlers, 2018; Holler, 2017; Meyer & Hünefeld, 2018). Arnold et al. (2016) berichten darüber hinaus von einer Arbeitsverdichtung durch die Digitalisierung. So geben Beschäftigte an, aufgrund von neuen Technologien, immer mehr Aufgaben in der gleichen Zeit erledigen zu müssen. Andries, Smulders & Dhondt (2002) kommen hingegen zu dem Ergebnis, dass der Zusammenhang zwischen Computernutzung und Termin- und Leistungsdruck einer u-förmigen Verteilung folgt. Demnach haben Beschäftigte, die nie mit dem Computer arbeiten und diejenigen, die immer mit dem Computer arbeiten den höchsten Termin- und Leistungsdruck. Während die vorliegenden Studien den Zusammenhang zwischen Digitalisierung und dem Belastungsfaktor Arbeitsintensität

---

1 Relevante theoretische Stressmodelle sind hierbei insbesondere das Job-Demand-Control-Modell (Karasek, 1979, 1998) sowie darauf aufbauend das Job-Demands-Resources-Modell (Demerouti, Bakker, Nachreiner, & Schaufeli, 2001).

nachweisen können und andere, in erster Linie sozialpsychologische Studien Hinweise auf den Zusammenhang zwischen Arbeitsintensität und Wohlbefinden geben (für einen Überblick siehe u.a. Stab & Schulz-Dadaczynski, 2017), fehlt es bislang weitgehend an der gemeinsamen Betrachtung von Digitalisierung, Intensivierung und ihrer möglichen Auswirkungen auf Wohlbefinden und Gesundheit von Beschäftigten. Anhand des transaktionalen Stressmodells (vgl. Schwarzer, 2004) lässt sich jedoch ableiten, dass Stress eine bedeutsame vermittelnde Größe zwischen individuellen Arbeitsanforderungen und deren Auswirkungen auf das Wohlbefinden ist. Die Ergebnisse einiger Studien, die den Zusammenhang zwischen Digitalisierung und Stresserleben untersuchen, deuten auf ein differenziertes Bild hin. So kommen Kirchner (2015) und auch Kraan et al. (2014) einerseits zu dem Ergebnis, dass berufliche Computernutzung nicht signifikant mit einem erhöhten Stresslevel assoziiert ist. Hingegen zeigt Kirchner (2015) in derselben Studie auf, dass das Stresslevel mit zunehmender Internetnutzung am Arbeitsplatz steigt. Bezüglich des Wohlbefindens und der Gesundheit von Beschäftigten zeigen Martin & Omrani (2015) zum einen, dass Internetnutzung in einem positiven Zusammenhang mit der Arbeitszufriedenheit steht. Für die Computernutzung finden sie hingegen keinen signifikanten Zusammenhang. Ferner berichten Böhm et al. (2016) im Rahmen einer Studie zu den Auswirkungen der Digitalisierung auf die Gesundheit von Berufstätigen, dass die Krankentage nur sehr schwach mit dem Maß an wahrgenommener Digitalisierung assoziiert sind. Jedoch zeigen sich signifikante Korrelationen zwischen Digitalisierung und emotionaler Erschöpfung sowie Konflikten zwischen Arbeit- und Familienleben.

## 2.2 Zunehmende Handlungsspielräume: Ressource bei der Bewältigung von Arbeitsanforderungen?

Ein noch ambivalenteres Bild ergibt sich bei der Betrachtung des Zusammenhangs von digitaler Arbeit, Handlungsspielraum und Wohlbefinden. Eingeschränkte Handlungsspielräume und Monotonie gelten als typische Merkmale restriktiver Arbeit und als Risikofaktor für Wohlbefinden und Gesundheit von Beschäftigten. Umgekehrt gelten aus der Perspektive der Gestaltung guter Arbeit ausreichender Handlungsspielraum sowie abwechslungsreiche Tätigkeiten als Ressource. Studien weisen mehrheitlich darauf hin, dass digitales Arbeiten mit einer erhöhten Autonomie einhergeht (Andries et al., 2002; Holler, 2017; Kirchner, 2015; Kraan et al., 2014). Analysen auf Basis der WSI-Betriebsrätebefragung 2016 zeigen ein etwas anderes Bild. In dieser Befragung kommen die Betriebsräte zu der Einschätzung, dass der Handlungsspielraum sowie das Ausmaß an standardisierten Tätigkeiten durch die Digitalisierung überwiegend unberührt geblieben sind (Ahlers, 2018).

Im Sinne des Konzeptes der vollständigen Tätigkeit nach Hacker und Richter (1998) gelten Handlungsspielraum und Autonomie als förderlich für Gesundheit und Wohlbefinden bei der Arbeit. Dementsprechend schreiben Zapf und Semmer (2004) einem hohen Handlungsspielraum eine kompensatorische Wirkung zu. Sie gehen davon aus, dass bei Aufgaben mit hohem Handlungsspielraum, Stressoren wie Unsicherheit oder quantitative Belastungen, sehr stark ausgeprägt sein müssen, um eine gesundheitsgefährdende Wirkung zu entfalten. Umgekehrt können bei geringem Handlungsspielraum schon schwach ausgeprägte Stressoren negativ wirken. Des Weiteren zeigen Meyer und Hünefeld (2018) anhand der beruflichen Computernutzung, dass Erwerbstätige mit häufiger Computernutzung seltener von monotonen Arbeitsgängen berichten als Personen, die den Computer selten oder nie

bei der Arbeit nutzen. Inwieweit Handlungsspielräume als Ressource im Zusammenhang zwischen Arbeitsanforderungen und Wohlbefinden wirken und an welcher Stelle sich die kompensatorische Wirkung in eine Belastung umkehrt, ist noch nicht abschließend untersucht. Lenhardt und Priester (2005) warnen in diesem Kontext vor Überforderung und Verantwortungszuschreibung und stellen zur Diskussion, dass zunehmende widersprüchliche Anforderungen, Störungen und Unterbrechungen als zusätzliche Belastungen in Arbeitssituationen mit großem Handlungsspielraum berücksichtigt werden sollten. Einen weiteren Beitrag leisten Ansätze zur Subjektivierung von Arbeit, die davor warnen im Sinne des Arbeitskraftunternehmers Verantwortlichkeiten – auch die des Arbeits- und Gesundheitsschutzes – vollständig auf das Individuum zu übertragen (Moldaschl & Voß, 2002).

Der Zusammenhang zwischen Digitalisierung, Handlungsspielraum und Wohlbefinden wurde bislang empirisch ebenfalls nur unzureichend analysiert. Allerdings ist hierbei zu berücksichtigen, dass es bisher schier unmöglich erscheint, Digitalisierung empirisch vollständig zu operationalisieren. Zu beachten ist, dass die verschiedenen Studien Digitalisierung bei der Arbeit unterschiedlich operationalisieren, was nicht zuletzt auf die kaum zufriedenstellende Verfügbarkeit von geeigneten Daten zurückzuführen ist. Einige Studien verwenden als Proxy die allgemeine Nutzung moderner digitaler Informations- und Kommunikationstechnologien bzw. den Digitalisierungsgrad der Arbeit, abgebildet durch die Nutzung verschiedener digitaler Mittel bei der Arbeit (Arnold et al., 2016; Holler, 2017). Um sich dem Phänomen spezifischer zu nähern, nutzen andere Studien unter anderem Angaben zum beruflichen Arbeiten mit Computern und/oder dem Internet bzw. Emails (z.B. Hammermann & Stettes, 2015; Kirchner, 2015; Kraan et al., 2014). In den anschließenden Analysen des vorliegenden Beitrages wird die Digitalisierung über die Einführung neuer Computerprogramme sowie neuer Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien operationalisiert. Hierbei liegt die Annahme zugrunde, dass insbesondere die mit der Digitalisierung verbundene (technologische) Restrukturierung bei den Beschäftigten Unsicherheiten und Stress auslösen und sich in einem schlechteren Wohlbefinden niederschlagen (Köper & Richter, 2016).

Die Betrachtung des bisherigen Forschungsstandes macht deutlich, dass wir noch wenig über den Zusammenhang zwischen Digitalisierung und der Arbeitsqualität einerseits sowie dem Wohlbefinden bzw. der Gesundheit von Beschäftigten andererseits wissen. An dieser Stelle setzt der vorliegende Beitrag an. Zunächst wird untersucht, inwiefern die Einführung neuer Technologien mit veränderten individuellen Arbeitsanforderungen einhergeht. Hierbei finden sowohl mögliche Belastungen (wie die Arbeitsintensivierung oder ein erhöhtes Monotonieempfinden), als auch mögliche Ressourcen (umfassende Handlungsspielräume) Berücksichtigung. Erstmals wird zwischen der Einführung neuer Computersoftware und der Einführung neuer Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien unterschieden, um unterschiedlichen Anforderungen der Digitalisierung in verschiedenen Branchen gerecht zu werden und mögliche Unterschiede sichtbar zu machen. Denn wie anhand der Beschreibung des bisherigen Forschungsstandes deutlich geworden ist, wird Digitalisierung bislang insbesondere anhand von Informations- und Kommunikationstechnologien operationalisiert. Diese Technologien haben in den letzten Jahrzehnten aber in erster Linie in wissensintensiven Branchen Einzug gehalten und somit sind Branchen, in denen manuelle Tätigkeiten bislang noch stark verbreitet sind, in den bisherigen Studien vernachlässigt worden. Darüber hinaus soll in einem zweiten Schritt untersucht werden, inwiefern der

empirisch gut dokumentierte Zusammenhang zwischen Arbeitsintensität, Handlungsspielraum und Monotonie auf der einen Seite und dem Wohlbefinden von Beschäftigten auf der anderen Seite (u.a. Rau & Buyken, 2015; Rosen, 2016; Silla & Gamero, 2014; Stab, Jahn, & Schulz-Dadaczynski, 2016) durch die Einführung neuer Computerprogramme bzw. neuer Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien moderiert wird.

### 3 Daten und Methode

Als Datengrundlage für die Analysen dient die BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung der Jahre 2006, 2012 und 2018. Die BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung ist eine repräsentative Querschnitterhebung, die alle sechs Jahre gemeinsam von dem Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) mittels Telefoninterviews durchgeführt wird. Die Daten liefern umfangreiche Informationen zu unterschiedlichen Arbeitsbedingungen von ca. 20.000 Erwerbstätigen ab 15 Jahren, die mindestens 10 Stunden pro Woche einer bezahlten Tätigkeit nachgehen (Rohrbach-Schmidt, 2009; Rohrbach-Schmidt & Hall, 2013). Die BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2018 beruht erstmalig auf einem Dual-Frame-Ansatz, um jüngere und mobile Personen besser zu erreichen. Dabei lag der Anteil der Interviews, die über Mobilfunk kontaktiert wurden, bei 30 %. Die Auswahl der zu kontaktierenden Telefonnummer erfolgte im Rahmen der Befragung durch Random-Digit-Dialing, gemäß des ADM-Standards und die Ausschöpfungsrate liegt nach AAPOR bei 43 % (für weitere Informationen siehe: Rohrbach-Schmidt & Hall, 2019).<sup>2</sup>

Es muss berücksichtigt werden, dass anhand der Analysen des vorliegenden Beitrages keine Kausalzusammenhänge identifiziert werden können. Dennoch ist die BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung gut zur Erforschung der Fragestellungen geeignet, da sie die umfangreichste Erhebung von Arbeitsbedingungen in Deutschland darstellt und die Analysen aufgrund des großen Stichprobenumfangs präzisere Schätzer liefert. Die Berücksichtigung mehrerer Befragungswellen und der große Stichprobenumfang erlauben es darüber hinaus zeitliche Unterschiede in der Einführung neuer Technologien in den unterschiedlichen Branchen und Berufen zu berücksichtigen bzw. Trends in den Zusammenhängen abzubilden. Die Analysesamples der drei Wellen umfassen alle Personen im Alter bis einschließlich 65 Jahren sowie mit gültigen Angaben zu den relevanten Variablen.

#### 3.1 Variablen

Um die Digitalisierung der beruflichen Tätigkeiten näherungsweise bzw. als Abbild eines Digitalisierungsmomentes zu messen, wird die *Einführung neuer Technologien* herangezogen, die innerhalb der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung Teil eines Fragenblocks zu Restrukturierung ist. Konkret werden die Beschäftigten gefragt, ob in ihrem unmittelbaren Arbeitsumfeld innerhalb der letzten zwei Jahre a) neue Computerprogramme (neue Versionen bestehender Programme werden explizit ausgeschlossen) und b) neue Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien eingeführt wurden. Die beiden Einführungsvariablen werden getrennt betrachtet

---

2 Ansonsten ist die Erhebungsmethodik der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung über die drei Wellen hinweg grundsätzlich vergleichbar.

und als dichotome Merkmale (ja=1; nein=0) in die Analysen einbezogen. Wenngleich die Variablen nicht den Digitalisierungsgrad der jeweiligen Arbeitsplätze messen können, bilden sie doch ab, inwiefern Beschäftigte direkt mit neuen Technologien konfrontiert sind.

Als *Arbeitsanforderungen* werden drei Variablen herangezogen: Arbeitsintensität (Termin- oder Leistungsdruck) und Monotonie (Arbeitsgang wiederholt sich bis in alle Einzelheiten) stellen Beanspruchungen dar, die in der Literatur wiederholt als Folge der Digitalisierung diskutiert wurden. Autonomie bzw. Handlungsspielraum (eigenständiges Einteilen/Planen der eigenen Arbeit) hingegen gilt als durch die Digitalisierung an Bedeutung gewinnende Ressource. Um die Analysen möglichst einfach zu halten, werden die Variablen dichotomisiert (häufig=1; manchmal, selten, nie=0).<sup>3</sup>

Um das *Wohlbefinden* der Beschäftigten abzubilden wird insbesondere das Konstrukt der allgemeinen Arbeitszufriedenheit betrachtet, die in der Erwerbstätigenbefragung auf Basis einer vierstufigen Skala erhoben wird. Die Arbeitszufriedenheit kann näherungsweise auch als Indikator für die Motivation der Beschäftigten interpretiert werden und ist mit dem allgemeinen Gesundheitszustand korreliert (z.B. Diener, Oishi, & Lucas, 2003; Dworschak, 2002; Faragher, Cass, & Cooper, 2013). Da im Allgemeinen sehr hohe Arbeitszufriedenheiten berichtet werden, wird die Variable für die Analysen dichotomisiert und umgekehrt, wodurch sie als Unzufriedenheit interpretiert werden kann (weniger bzw. nicht zufrieden =1; sehr zufrieden/zufrieden=0). Darüber hinaus wird ein weiteres, objektiveres Maß für die Gesundheit verwendet, indem ein Summenindex über acht psychosomatische Beschwerden [0;8], die arbeitsbezogen auftreten, wie z.B. Niedergeschlagenheit oder emotionale Erschöpfung, herangezogen wird (Franke, 2015).<sup>4</sup> Da die abgefragten psychosomatischen Beschwerden sich mit der Befragung 2012 leicht verändert haben, beschränken sich diese Analysen auf die Jahre 2012 und 2018.

Alle Analysen kontrollieren zusätzlich für das Geschlecht, Altersdummies, drei Dummies für das Bildungsniveau (ISCED 1997: bis mittlere Reife, (Fach-)Abitur/Berufsabschluss, (Fach-)Hochschulabschluss), 32 Berufsgruppendummies (basierend auf dem KldB 92 2-Steller) sowie 15 Wirtschaftszweige (WZ 2003 A-Q). Mit Ausnahme der Zusammensetzung der psychosomatischen Beschwerden gab es über die drei Wellen hinweg keine Änderung in der Erhebung der einbezogenen Merkmale (siehe Tab. 4 im Anhang).<sup>5</sup>

3 Weiterführende Analysen zeigen, dass die Ergebnisse nicht sensitiv bzgl. der Auswahl der Indikatoren für die drei ausgewählten Anforderungen sind. So sind die Ergebnisse vergleichbar, wenn stattdessen „sehr schnelles Arbeiten“ und das „Arbeiten an der Grenze der Leistungsfähigkeit“ für Arbeitsintensität, „Einfluss auf die Arbeitsmenge“ und „Pausen selbst einteilen können“ für Autonomie, sowie „vorgegebene Stückzahl“ und „Arbeitsdurchführung ist in alle Einzelheiten vorgegeben“ für Monotonie herangezogen werden (Ergebnisse auf Anfrage).

4 Die Interviewten werden nach gesundheitlichen Beschwerden gefragt, die in den letzten 12 Monaten während der Arbeit bzw. an Arbeitstagen häufig aufgetreten sind. Franke (2015) berücksichtigt für den Summenindex folgende acht psychosomatische Beschwerden: Nervosität und Reizbarkeit; Niedergeschlagenheit; Allgemeine Müdigkeit, Mattigkeit oder Erschöpfung; nächtliche Schlafstörungen; Kopfschmerzen; Magen- oder Verdauungsbeschwerden; körperliche Erschöpfung; emotionale Erschöpfung.

5 Das Anforderungsniveau auf Basis der KldB 2010 wird aufgrund der fehlenden Variablen in 2006 nicht als Kontrollvariable in die Regression aufgenommen. Die Ergebnisse sind aber robust, wenn für die Wellen 2012 und 2018 zusätzlich zur formalen Bildung auch das Anforderungsniveau aufgenommen wird (Ergebnisse auf Anfrage).

## 3.2 Statistische Methode

Um die Modelle und ihre Interpretation möglichst einfach zu halten, werden die Zusammenhänge anhand von Ordinary Least Squares (OLS) Regressionen geschätzt, bei denen die Einführungsvariablen jeweils als Hauptprädiktor dienen. Da die abhängigen Variablen mit Ausnahme der Anzahl psychosomatischer Beschwerden dichotome Merkmale sind, werden hierfür somit lineare Wahrscheinlichkeitsmodelle gerechnet.<sup>6</sup> Um der Frage nachzugehen, inwiefern der Zusammenhang zwischen Arbeitsanforderungen und dem Wohlbefinden von Beschäftigten durch die Einführung neuer Computerprogramme bzw. neuer Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien moderiert wird (Fragestellung 2), werden zusätzlich Interaktionsterme zwischen den Einführungsvariablen und den Arbeitsanforderungen in die Regressionen aufgenommen. Somit kann analysiert werden, inwiefern der Zusammenhang zwischen der jeweiligen Arbeitsanforderung und dem Wohlbefinden sich zwischen Beschäftigten mit bzw. ohne Einführung neuer Technologien unterscheidet. Da sowohl die Arbeitsanforderungen als auch die Einführung neuer Technologien nicht unabhängig von der jeweiligen beruflichen Tätigkeit sind, werden alle Modelle mit robusten Standardfehlern, die über 32 Berufsgruppen geclustert sind, berechnet.<sup>7</sup> In weiterführenden Analysen wurden zudem Mehrebenenmodelle unter Berücksichtigung der genesteten Struktur der Berufe (KldB 1992 2-, 3-, 4-Steller) angewandt. Da die Schätzer vergleichbar und die Intraklassenkorrelationen sehr klein waren, wird die OLS-Regression im Ergebnisteil dargestellt. Um die Robustheit der Ergebnisse zu überprüfen, wurden zudem eine Reihe an Subgruppen- bzw. Sensitivitätsanalysen, wie branchenspezifische Analysen, durchgeführt. Die gewählte empirische Herangehensweise kontrolliert nicht für umgekehrte Kausalität oder unbeobachtete Heterogenität, weswegen die Ergebnisse lediglich eine deskriptive und nicht kausale Interpretation erlauben.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Deskriptive Ergebnisse zur Einführung neuer Technologien

Die ausgewählten Variablen messen Digitalisierungsmomente relativ global, wobei davon auszugehen ist, dass die konkret eingeführten neuen Technologien über die spezifischen Tätigkeiten bzw. Branchen hinweg sehr unterschiedlich sind. Aus diesem Grund sollen zunächst die branchenspezifischen Unterschiede in der Einführung neuer Technologien deskriptiv betrachtet werden. Abbildung 1 stellt die Anteile der Einführungsvariablen nach Wirtschaftszweigen und Jahr dar. Während die Einführung neuer Computerprogramme tendenziell am

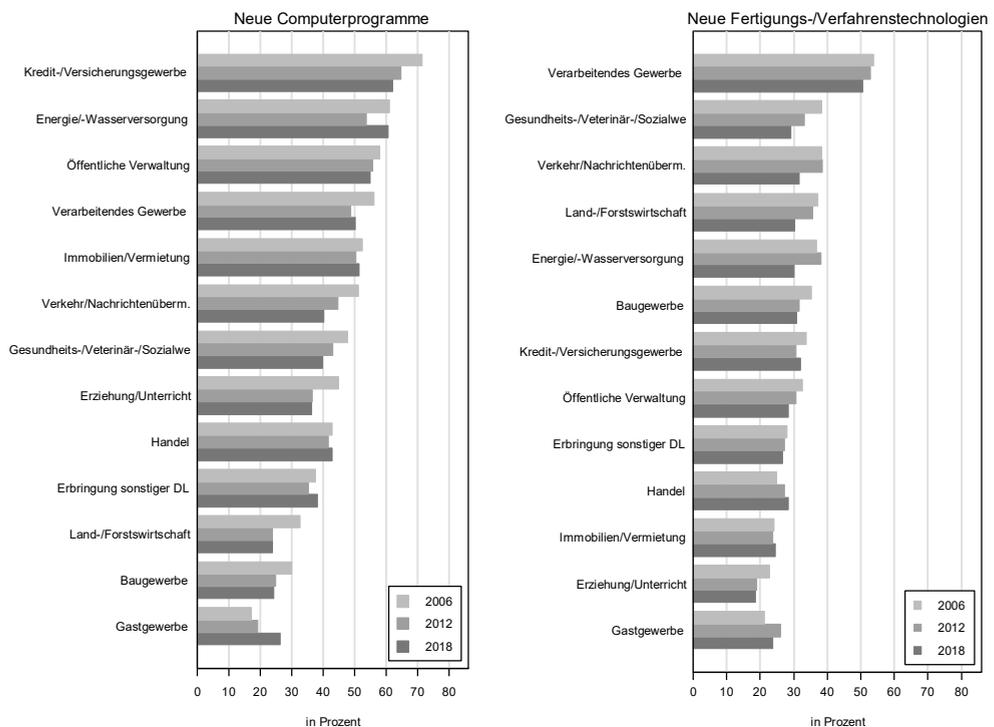
---

6 Um die Analysen möglichst einfach und vergleichbar zu halten, wurde auf die Berechnung von Probit bzw. Logit-Regressionen verzichtet, auch da die Interpretation von Interaktionstermen hierbei nicht ganz trivial ist (vgl. Ai & Norton, 2003).

7 In der Literatur wird die Frage nach der Mindestanzahl an Cluster, um vertrauenswürdige Standardfehler zu erhalten, vielseitig diskutiert, wenngleich es keine eindeutige Definition der Mindestgröße gibt (siehe z.B. Cameron & Miller, 2015). Aus diesem Grund wurden die Standardfehler in weiterführenden Analysen auf Basis von ca. 300 Gruppen (Beruf x Wirtschaftszweige) und auch ungeclustert berechnet, wobei sich keine nennenswerten Unterschiede in den Signifikanzen zeigten (Ergebnisse auf Anfrage).

häufigsten in Branchen mit einem hohen Anteil von Bürotätigkeiten stattfindet, wie beispielsweise im Kredit- und Versicherungsgewerbe (2018: 62 %) oder der öffentlichen Verwaltung (2018: 55 %), findet die Einführung neuer Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien häufig in eher manuell geprägten Branchen, wie z.B. dem verarbeitenden Gewerbe (2018: 51 %) statt. Bis auf wenige Ausnahmen zeigt sich, dass der Anteil an Unternehmen/Betrieben, die neue Computerprogramme bzw. Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien eingeführt haben, seit 2006 rückläufig ist. Dies spricht dafür, dass in vielen Unternehmen die (erste) Umrüstung auf digitale Unternehmen bereits stattgefunden hat, wenngleich die Entwicklung in bestimmten Wirtschaftszweigen nachgelagert zu sein scheint. Eine Ausnahme bildet z.B. das Gastgewerbe, in dem der Anteil an Unternehmen/Betrieben mit neu eingeführten Computerprogrammen mit 27 % im Jahr 2018 über die drei Wellen deutlich gestiegen ist. Bei dem Einsatz von neuen Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien lässt sich im Handel ein leichter Zuwachs über die Zeit verzeichnen. Gleichzeitig zeigt die Darstellung, dass in einigen Branchen von einem kontinuierlichen technologischen Wandel auszugehen ist und sich die Einführung neuer Technologien in kürzeren Abständen zu wiederholen scheint.

Abbildung 1: Einführung neuer Technologien nach Wirtschaftszweigen



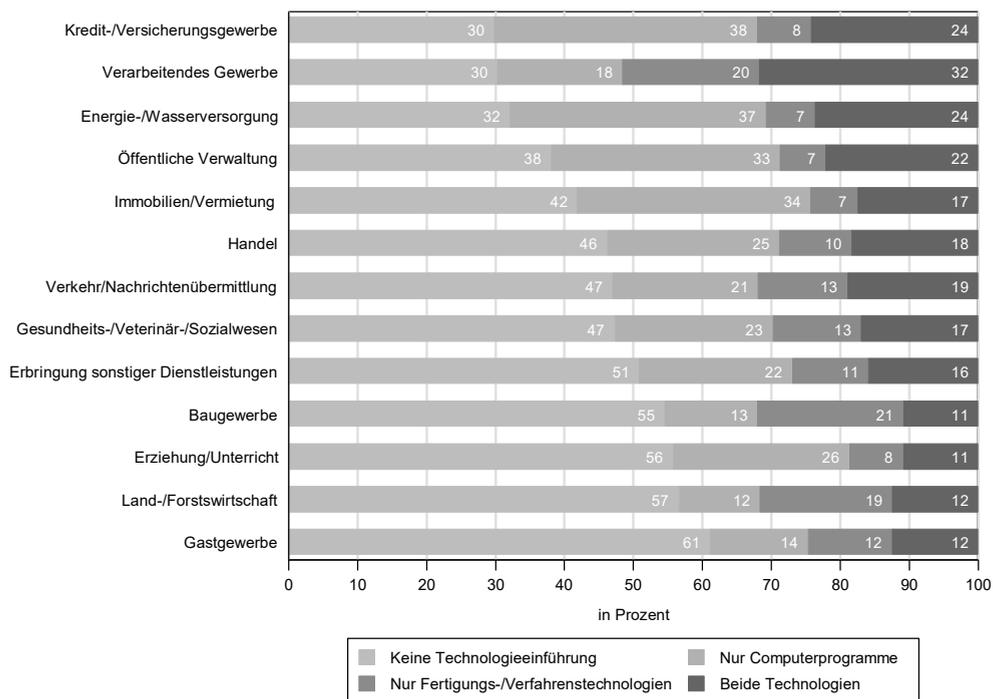
Anmerkung: Dargestellt sind die Anteile der Erwerbstätigen innerhalb einer Branche, die von einer Einführung neuer Technologien in den vergangenen zwei Jahren berichten.

Quelle: BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2006, 2012, 2018, gewichtete Ergebnisse.

Darüber hinaus veranschaulicht Abbildung 2 für das Jahr 2018 ob bzw. welche Technologie(n) innerhalb einer Branche überwiegend eingeführt wurde(n). Branchen, in denen mehrheitlich keine der betrachteten Technologien eingeführt wurde, sind z.B. das Gastgewerbe (61 %) oder der Bereich Erziehung/Unterricht (56 %). Beide Technologien wurden am häufigsten im verarbeitenden Gewerbe eingeführt (32 %).

Um dem Umstand Rechnung zu tragen, dass die Einführung neuer Technologien wie erwartet sehr stark nach Branchen variiert, kontrollieren alle folgenden Analysen für Wirtschaftszweige und Berufsgruppen.

Abbildung 1: Anteile Einführung neuer Technologien innerhalb der Wirtschaftszweige



Anmerkung: Dargestellt sind die Anteile der Erwerbstätigen innerhalb einer Branche, die von einer Einführung der jeweiligen neuen Technologie(n) in den vergangenen zwei Jahren berichten.

Quelle: BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2018, gewichtete Ergebnisse.

## 4.2 Zusammenhang zwischen der Einführung neuer Technologien und Anforderungen

In einem ersten Schritt wird der Fragestellung nachgegangen, ob und in welchem Zusammenhang die Einführung neuer Technologien mit ausgewählten Arbeitsanforderungen steht. Insgesamt zeigen die Ergebnisse einen deutlichen Zusammenhang zwischen den Einführungsvariablen und den betrachteten Arbeitsanforderungen (Tabelle 1). Bezüglich der Arbeitsintensität zeigt sich, dass sowohl die Einführung neuer Computerprogramme als auch

neuer Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien mit einer ca. 8 Prozentpunkte erhöhten Wahrscheinlichkeit unter starkem Termin- oder Leistungsdruck zu arbeiten einhergeht. Betrachtet man Autonomie zeigt sich ein zweiseitiges Bild. Während die Einführung neuer Computerprogramme die Wahrscheinlichkeit (ca. 4 Prozentpunkte) die Arbeit häufig selbst planen zu können erhöht, steht die Einführung neuer Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien in keinem signifikanten Zusammenhang mit dem individuellen Handlungsspielraum. Auch für Monotonie deuten die Ergebnisse darauf hin, dass es einen Unterschied macht, welche Art von Technologie eingeführt wird. So geht die Einführung neuer Computerprogramme mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit von sich wiederholenden Arbeitsgängen einher, wohingegen die Einführung neuer Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien sich wiederholende Tätigkeiten wahrscheinlicher macht. Die betrachteten Zusammenhänge sind über die drei Wellen hinweg weitgehend konstant bzw. teilweise leicht gestiegen, was auf die Robustheit der geschätzten Zusammenhänge hindeutet.

Insgesamt betrachtet deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die Einführung neuer Technologien mit einer erhöhten Arbeitsintensität der Beschäftigten einhergeht, wohingegen sich hinsichtlich des individuellen Handlungsspielraums und der Monotonie Unterschiede nach Art der neu eingeführten Technologie zeigen. Auch wenn sich die Analysen aufgrund unterschiedlicher Variablen zur Messung von Digitalisierung nur mit Einschränkungen vergleichen lassen, sind die Ergebnisse im Einklang mit der bisherigen empirischen Literatur. So kann z.B. Kirchner (2015) zeigen, dass insbesondere die Nutzung des Internets förderlich für den individuellen Handlungsspielraum ist.

*Tabelle 1:* Zusammenhang zwischen Einführungsvariablen und Arbeitsanforderungen (OLS)

|                                     | (A) Arbeitsintensität |                       |                       | (B) Autonomie         |                       |                       | (C) Monotonie          |                        |                       |
|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
|                                     | 2006                  | 2012                  | 2018                  | 2006                  | 2012                  | 2018                  | 2006                   | 2012                   | 2018                  |
| Computerprogramme                   | 0.0730***<br>(0.0099) | 0.0834***<br>(0.0108) | 0.0841***<br>(0.0068) | 0.0371***<br>(0.0100) | 0.0289***<br>(0.0058) | 0.0402***<br>(0.0087) | -0.0277***<br>(0.0069) | -0.0256***<br>(0.0065) | -0.0362**<br>(0.0108) |
| Verfahrens-/Fertigungs-technologien | 0.0734***<br>(0.0059) | 0.0696***<br>(0.0086) | 0.0828***<br>(0.0105) | -0.0114<br>(0.0085)   | -0.0099<br>(0.0101)   | 0.0029<br>(0.0090)    | 0.0403**<br>(0.0125)   | 0.0376**<br>(0.0108)   | 0.0391***<br>(0.0069) |
| # Cluster                           | 32                    | 32                    | 32                    | 32                    | 32                    | 32                    | 32                     | 32                     | 32                    |
| Adj. R <sup>2</sup>                 | 0.0516                | 0.0416                | 0.0352                | 0.1402                | 0.1198                | 0.1257                | 0.1377                 | 0.1256                 | 0.1291                |
| N                                   | 18,925                | 18,337                | 18,830                | 17,995                | 17,425                | 17,892                | 18,918                 | 18,322                 | 18,813                |

*Anmerkung:* \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\*p<0.001; Robuste Standardfehler geclustert über Berufsgruppen in Klammern; Kontrollvariablen: Geschlecht; Dummies für Alter, Bildung, Beruf und Wirtschaftszweige.

*Quelle:* BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2006, 2012, 2018; ungewichtete Ergebnisse.

### 4.3 Robustheitsanalysen

Es zeigen sich nennenswerte Zusammenhänge zwischen der Einführung neuer Technologien und den ausgewählten Arbeitsanforderungen – wobei die Richtung und Stärke des Zusammenhangs mit der konkreten Anforderung und Art der eingeführten Technologie variiert. Um die Sensitivität dieser Ergebnisse zu testen und die Zusammenhänge tiefergehend

analysieren zu können, werden einige Robustheitsanalysen durchgeführt. Aufgrund der Komplexität beschränken sich die Robustheitsanalysen auf die aktuellste Erhebung der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2018 sowie auf die erste Fragestellung zum Zusammenhang zwischen der Einführung neuer Technologien und den Arbeitsanforderungen, da insbesondere hier die Schwierigkeit des Abbilds von Digitalisierung gegeben ist.

In einer ersten Robustheitsüberprüfung soll untersucht werden, inwiefern die gleichzeitige Einführung von Computerprogrammen und Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien mit veränderten Arbeitsanforderungen einhergeht. Hierfür wurden beide Einführungsmerkmale kombiniert, sodass sich Beschäftigte, die entweder keinerlei Einführung innerhalb der letzten zwei Jahre, ausschließlich die Einführung neuer Computerprogramme oder neuer Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien von Beschäftigten, die sowohl die Einführung von Computerprogrammen als auch Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien erfahren haben, abgrenzen lassen. Die Ergebnisse (Tabelle 2, Abschnitt A) sind insgesamt sehr ähnlich zu den Hauptanalysen (Tabelle 1), wenngleich zum Teil etwas ausgeprägter, was sich durch die veränderte/homogenere Referenzkategorie (nur Personen, die innerhalb der letzten zwei Jahre keinerlei Technologieeinführung erfahren haben) erklären lässt. Auffallend ist, dass die gemeinsame Einführung beider Technologien („Beides“, Tabelle 2, Abschnitt A) mit einer deutlich erhöhten Arbeitsintensität einhergeht: So ist die Wahrscheinlichkeit häufig unter Termin- oder Leistungsdruck zu arbeiten für Personen, bei denen mehrere Technologien eingeführt wurden, um 16 Prozentpunkte höher als bei Personen, die innerhalb der letzten zwei Jahre keine Technologieeinführung erfahren haben.

Wie die deskriptiven Analysen und theoretischen Überlegungen nahelegen, ist anzunehmen, dass die Art der eingeführten Technologie sich stark zwischen den unterschiedlichen Branchen unterscheidet. Wenngleich die bisherigen Regressionsanalysen für diese Unterschiede kontrollieren, könnte es sein, dass die Zusammenhänge zwischen den betrachteten Technologieeinführungen und den Arbeitsanforderungen für unterschiedliche Berufe/Branchen unterschiedlich stark oder sogar entgegengesetzt sind. Um dies zu untersuchen werden die Analysen in einer weiteren Robustheitsüberprüfung getrennt für zwei exemplarische Branchen gerechnet, die sich hinsichtlich der Art der Tätigkeiten und somit auch in der Art der Technologieeinführung unterscheiden. Einerseits wird das verarbeitende Gewerbe (WZ 2003: D) betrachtet, da diese Branche im Vergleich zu anderen Branchen noch vermehrt durch manuelle Tätigkeiten charakterisiert ist (*blue-collar*) und somit eher Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien eingeführt werden.<sup>8</sup> Andererseits werden Branchen herangezogen, in denen überwiegend klassische Büro- bzw. Angestelltenberufe zu finden sind (*white-collar*) und neue Technologien somit vornehmlich in Form von Computerprogrammen eingeführt werden. Um eine vergleichbare Stichprobengröße zu der Branche des verarbeitenden Gewerbes zu bekommen, wurden hierfür die drei Branchen Kredit-/Versicherungsgewerbe (WZ 2003: J), Immobilien/Vermietung (WZ 2003: K) und Öffentliche Verwaltung (WZ 2003: L) zusammengefasst.<sup>9</sup> Die Ergebnisse (Tabelle 2, Abschnitt

8 52% der Beschäftigten im verarbeitenden Gewerbe berichten, dass in den vergangenen zwei Jahren an ihrem Arbeitsplatz neue Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien eingeführt wurden (vgl. Abb. 2).

9 54% der Beschäftigten im Kredit-/Versicherungsgewerbe, Immobilien/Vermietung und der öffentlichen Verwaltung berichten, dass in den in den vergangenen zwei Jahren an ihrem Arbeitsplatz neue Computerprogramme eingeführt wurden.

B) sind auch hier insgesamt vergleichbar mit den Hauptanalysen (Tabelle 1). So zeigen sich lediglich zwei nennenswerte Unterschiede: Der Zusammenhang zwischen der Einführung neuer Computerprogramme und dem individuellen Handlungsspielraum ist geringfügig höher für Personen, die im verarbeitenden Gewerbe tätig sind (4,5 Prozentpunkte). Für Personen, die einen Angestelltenberuf nachgehen, ist dieser Zusammenhang geringer (2,6 Prozentpunkte) und stellt sich als nicht signifikant heraus. Hierbei ist jedoch davon auszugehen, dass Personen, die einem Büro- bzw. Angestelltenberuf nachgehen, ohnehin größere Handlungsspielräume haben. Dementsprechend ist es wenig überraschend, dass insbesondere Personen im verarbeitenden Gewerbe von der Einführung neuer Computerprogramme profitieren. Allerdings geht die Einführung neuer Computerprogramme im Angestelltenbereich mit einer höheren Arbeitsintensität einher (11,2 Prozentpunkte), als dies bei Beschäftigten im verarbeitenden Gewerbe (5,8 Prozentpunkte) oder der gesamten Stichprobe (8,4 Prozentpunkte) der Fall ist.<sup>10</sup>

Wie in den theoretischen Überlegungen erörtert, kann die Einführung neuer Technologien auch als Teil eines Restrukturierungsprozesses im Unternehmen/Betrieb verstanden werden. Auch wenn hierbei häufig eine Reihe von Änderungen eng miteinander verwoben sind, soll in einer weiteren Robustheitsüberprüfung versucht werden, den „Digitalisierungseffekt“ von dem „Restrukturierungseffekt“ abzugrenzen. Um sich dem zu nähern, werden die Analysen getrennt für selbstständig arbeitende Personen bzw. Personen der oberen Führungsebene sowie für abhängig Beschäftigte gerechnet. Durch diese Analysen wird versucht die Eingriffstiefe der Veränderung bzw. die Beteiligung der Mitarbeiter im Einführungsprozess/-zeitpunkt in Betracht zu ziehen.<sup>11</sup> Die Ergebnisse für abhängig Beschäftigte (Tabelle 2, Abschnitt C) sind insgesamt betrachtet erwartungsgemäß sehr ähnlich zu den Ergebnissen des gesamten Samples (Tabelle 1). Betrachtet man selbstständige Personen bzw. Personen der oberen Führungsebene, somit also Personen, die in einem gewissen Maß über die Einführung bzw. den Zeitpunkt der Technologieeinführung (mit)bestimmen können, zeigen sich einige Unterschiede. So ist bei ihnen der Zusammenhang zwischen der Einführung neuer Computerprogramme und der Arbeitsintensität höher (10,9 Prozentpunkte) als bei abhängig Beschäftigten (7,9 Prozentpunkte) bzw. dem gepoolten Sample (8,4 Prozentpunkte). Bezüglich Autonomie stellt sich der Zusammenhang für Selbstständige bzw. Führungskräfte der oberen Führungsebene als geringer und als nicht signifikant heraus. Dies lässt sich womöglich dadurch erklären, dass sie bereits über einen weiteren Handlungsspielraum als andere Beschäftigte verfügen.

---

10 Weiterführende branchenspezifischen Auswertungen zeigen (nicht dargestellt), dass die Einführung neuer Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien insbesondere in manuellen Wirtschaftszweigen mit Arbeitsintensität assoziiert ist, während die Einführung neuer Computerprogramme in Branchen mit Bürotätigkeiten verstärkt mit einer erhöhten Arbeitsintensität einhergeht. Der positive Zusammenhang zwischen der Einführung neuer Computerprogramme und erhöhtem Handlungsspielraum lässt sich scheinbar auf wenige Branchen zurückführen (Berufe in Immobilienbranche, Verwaltung, Gesundheit und verarbeitendes Gewerbe).

11 Alternativ wurde in den Analysen der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2018 dafür kontrolliert, ob es einen Betriebs- oder Personalrat gibt. Da dieses Merkmal erstmalig in 2018 erhoben und somit in den anderen Wellen nicht vorhanden ist, wird es nicht als Kontrollvariable aufgenommen. Die Ergebnisse für 2018 sind jedoch sehr ähnlich, wenn hierfür kontrolliert wird.

Tabelle 2: Robustheitsanalysen

|  | Arbeitsintensität     | Autonomie             | Monotonie              |
|--|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| <b>A) Kombiniertes Merkmal</b>                           |                       |                       |                        |
| Keine Einführung   | <i>Referenz</i>       | <i>Referenz</i>       | <i>Referenz</i>        |
| Nur Computerprogramme                                    | 0.1005***<br>(0.0092) | 0.0478***<br>(0.0103) | -0.0383**<br>(0.0130)  |
| Nur Fertigungs-/ Verfahrenstechnologien                  | 0.1143***<br>(0.0167) | 0.0175<br>(0.0119)    | 0.0350**<br>(0.0121)   |
| Beides   | 0.1612***<br>(0.0106) | 0.0407***<br>(0.0108) | 0.0037<br>(0.0154)     |
| # Cluster  | 32                    | 32                    | 32                     |
| Adj. R <sup>2</sup>                                      | 0.0357                | 0.1258                | 0.1291                 |
| N  | 18,830                | 17,892                | 18,813                 |
| <b>B) Verarbeitendes Gewerbe (<i>blue-collar</i>)</b>    |                       |                       |                        |
| Computerprogramme  | 0.0581***<br>(0.0129) | 0.0447**<br>(0.0149)  | -0.0368<br>(0.0201)    |
| Fertigungs-/Verfahrenstechnologien                       | 0.0797**<br>(0.0266)  | 0.0307<br>(0.0195)    | 0.0300<br>(0.0163)     |
| # Cluster  | 32                    | 32                    | 32                     |
| Adj. R <sup>2</sup>                                      | 0.0209                | 0.2000                | 0.1718                 |
| N  | 3,960                 | 3,896                 | 3,958                  |
| <b>B) Büro-/Angestelltenberufe (<i>white-collar</i>)</b> |                       |                       |                        |
| Computerprogramme  | 0.1121***<br>(0.0212) | 0.0257<br>(0.0178)    | -0.0509***<br>(0.0099) |
| Fertigungs-/ Verfahrenstechnologien                      | 0.0682**<br>(0.0229)  | 0.0078<br>(0.0235)    | 0.0550*<br>(0.0200)    |
| # Cluster  | 27                    | 26                    | 27                     |
| Adj. R <sup>2</sup>                                      | 0.0398                | 0.0536                | 0.1101                 |
| N  | 4,770                 | 4,399                 | 4,764                  |
| <b>C) Abhängig Beschäftigte</b>                          |                       |                       |                        |
| Computerprogramme  | 0.0789***<br>(0.0064) | 0.0394***<br>(0.0084) | -0.0366*<br>(0.0134)   |
| Fertigungs-/Verfahrenstechnologien                       | 0.0831***<br>(0.0124) | 0.0045<br>(0.0087)    | 0.0403***<br>(0.0077)  |
| # Cluster  | 32                    | 32                    | 32                     |
| Adj. R <sup>2</sup>                                      | 0.035                 | 0.1269                | 0.1320                 |
| N  | 15,939                | 15,921                | 15,926                 |
| <b>C) Selbstständige bzw. obere Führungsebene</b>        |                       |                       |                        |
| Computerprogramme  | 0.1092***<br>(0.0263) | 0.0268<br>(0.0184)    | -0.0361*<br>(0.0134)   |
| Fertigungs-/Verfahrenstechnologien                       | 0.0772***<br>(0.0145) | -0.0023<br>(0.0095)   | 0.0135<br>(0.0127)     |
| # Cluster  | 31                    | 31                    | 31                     |
| Adj. R <sup>2</sup>                                      | 0.0494                | 0.0101                | 0.1049                 |
| N  | 2,875                 | 1,955                 | 2,871                  |
| <b>D) Unter Kontrolle von allg. Restrukturierung</b>     |                       |                       |                        |
| Computerprogramme  | 0.0650***<br>(0.0082) | 0.0403***<br>(0.0089) | -0.0362**<br>(0.0103)  |
| Fertigungs-/ Verfahrenstechnologien                      | 0.0629***<br>(0.0094) | 0.0035<br>(0.0089)    | 0.0390***<br>(0.0071)  |
| # Cluster  | 32                    | 32                    | 32                     |
| Adj. R <sup>2</sup>                                      | 0.0498                | 0.1251                | 0.1289                 |
| N  | 18,771                | 17,835                | 18,754                 |

Anmerkung: \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\*p<0.001; Robuste Standardfehler geclustert über Berufsgruppen in Klammern; Kontrollvariablen: Geschlecht; Dummies für Alter, Bildung, Beruf und Wirtschaftszweige (außer bei Robustheitsanalyse B).

Quelle: BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2018; ungewichtete Ergebnisse.

In einem weiteren Schritt wurde ein zusätzliches Restrukturierungsmerkmal in die Analysen als Kontrollvariable aufgenommen (d.h. ob wesentliche Umstrukturierungen oder Umorganisationen innerhalb der letzten zwei Jahre vorgenommen wurden), um einen weiteren Versuch anzustellen die Einführung neuer Technologien von Restrukturierung abzugrenzen (Tabelle 2, Abschnitt D). Wenngleich die Zusammenhänge zur Arbeitsintensität etwas schwächer werden, sind die Schätzer generell sehr ähnlich zu den Modellen der Standardspezifikation (Tabelle 1). Auch wenn die Analysen nicht erlauben, die beiden Umstände isoliert zu betrachten, deutet die Robustheit der Ergebnisse wohlgleich daraufhin, dass die Zusammenhänge nicht nur durch die Unsicherheit/Irritation an sich getrieben sind, sondern auch mit der eingeführten Technologie assoziiert sind.

Insgesamt deuten die weiterführenden Analysen auf die Robustheit der Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen der Einführung neuer Technologien und den betrachteten Arbeitsanforderungen hin. Darüber hinaus zeigen diese Analysen erneut, dass ein differenzierter Blick bezüglich unterschiedlicher Beschäftigtengruppen, aber auch verschiedener Technologien, notwendig ist, um die Folgen der Digitalisierung für die Arbeitsgestaltung abschätzen zu können.

#### 4.4 Zusammenhang zwischen den Einführungsvariablen, Anforderungen und Wohlbefinden

Im nächsten Schritt soll nun untersucht werden, inwiefern der Zusammenhang zwischen den betrachteten Arbeitsanforderungen und dem Wohlbefinden von Beschäftigten durch die Einführung neuer Computerprogramme bzw. neuer Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien moderiert wird. Hierzu wird das Wohlbefinden, d.h. die Arbeitsunzufriedenheit und die Anzahl an psychosomatischen Beschwerden, auf Interaktionsterme zwischen den Einführungsvariablen und der jeweiligen Arbeitsanforderung regressiert. Tabelle 3 fasst die Ergebnisse für das Jahr 2018 zusammen, wobei die Spaltenbeschreibung „Anforderung“ die jeweilige Arbeitsanforderung bzw. Ressource, die als unabhängige und interagierende Variable in das Modell eingeht, angibt. Da es sich sowohl bei den Arbeitsanforderungen als auch bei den Einführungsvariablen um Dummyvariablen handelt, lassen sich die Interaktionsterme wie folgt interpretieren: Ein positiver Interaktionseffekt deutet auf eine Verstärkung des Zusammenhangs zwischen der jeweiligen Arbeitsanforderung und dem Wohlbefinden für Personen die eine Einführung neuer Technologien erfahren haben hin, während ein negativer Interaktionseffekt diesen Zusammenhang abschwächt. Betrachtet man die Ergebnisse (Tabelle 3) zeigen sich zunächst die erwarteten Zusammenhänge zwischen den Arbeitsanforderungen und dem Wohlbefinden der Beschäftigten: Arbeitsintensität und Monotonie gehen jeweils mit einem schlechteren Wohlbefinden der Beschäftigten einher, während Autonomie mit einem besseren Wohlbefinden zusammenhängt. Betrachtet man den Zusammenhang zwischen der Arbeitsintensität und Arbeitsunzufriedenheit (Tabelle 3, Spalte 1), zeigt sich, dass die Einführung neuer Computerprogramme diesen Zusammenhang leicht abmildert. So geht häufiger Termin- oder Leistungsdruck für Personen, die keine Einführung neuer Technologien innerhalb der letzten zwei Jahre erfahren haben, mit einer erhöhten Arbeitsunzufriedenheit einher (7,2 Prozentpunkte) während dieser Zusammenhang bei Beschäftigten, bei denen neue Computerprogramme eingeführt wurden, um 2,8 Prozentpunkte geringer ist. Nimmt man die Anzahl psychosomatischer Beschwerden als abhängige

Variable, deuten die Ergebnisse in die gleiche Richtung, wengleich die Schätzer nicht signifikant von Null verschieden sind. Für den Handlungsspielraum zeigt sich, dass Personen mit einem erhöhten Handlungsspielraum seltener unzufrieden sind und seltener bzw. unter weniger psychosomatischen Beschwerden leiden. Berichten Personen bei Einführung neuer Computerprogramme von erhöhtem Handlungsspielraum, hängt dies zusätzlich abmildernd mit der Anzahl psychosomatischer Probleme zusammen. Für die Arbeitsunzufriedenheit sowie für die Einführung neuer Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien zeigen sich keine signifikanten Unterschiede. Personen mit häufig monotonen Tätigkeiten berichten von einer erhöhten Arbeitsunzufriedenheit und leiden unter mehr psychosomatischen Symptomen. Für Personen, die eine Einführung neuer Computerprogramme erfahren haben, ist der Zusammenhang zwischen Monotonie und psychosomatischen Beschwerden stärker. Dieser Zusammenhang stellt sich jedoch als nicht signifikant heraus.

Tabelle 5 im Anhang stellt die Zusammenhänge im Zeitvergleich über die unterschiedlichen Befragungswellen dar. Wengleich die Interaktionsterme überwiegend nicht signifikant von Null verschieden sind, deuten die Schätzer darauf hin, dass die Zusammenhänge über die Wellen hinweg stärker geworden sind. Es lässt sich demnach vermuten, dass das Zusammenspiel zwischen der Einführung neuer Technologien und Arbeitsanforderungen zukünftig bedeutsamer für das Wohlbefinden der Beschäftigten wird.

*Tabelle 3:* Zusammenhang zwischen Einführungsvariablen, Anforderungen und Wohlbefinden (OLS)

| <i>Anforderung</i>                       | <b>(A) Abhängige:<br/>Arbeitsunzufriedenheit</b> |                        |                       | <b>(B) Abhängige:<br/>Anz. Psychosomatische Symptome</b> |                        |                       |
|--|--|------------------------|-----------------------|--|------------------------|-----------------------|
|  | <i>Arbeitsintensität</i>                         | <i>Autonomie</i>       | <i>Monotonie</i>      | <i>Arbeitsintensität</i>                                 | <i>Autonomie</i>       | <i>Monotonie</i>      |
| <i>Anforderung</i>                       | 0.0719***<br>(0.0084)                            | -0.0824***<br>(0.0108) | 0.0432***<br>(0.0074) | 1.2183***<br>(0.0600)                                    | -0.2800***<br>(0.0678) | 0.3504***<br>(0.0373) |
| x Computerprogramme                      | -0.0283*<br>(0.0116)                             | 0.0101<br>(0.0113)     | -0.0062<br>(0.0098)   | -0.0673<br>(0.0554)                                      | -0.2231**<br>(0.0648)  | 0.1194<br>(0.0601)    |
| x Fertigungs-/<br>Verfahrenstechnologien | -0.0017<br>(0.0090)                              | -0.0005<br>(0.0122)    | 0.0017<br>(0.0109)    | 0.1233<br>(0.0872)                                       | -0.1463<br>(0.0938)    | -0.1234<br>(0.0771)   |
| # Cluster                                | 32   | 32                     | 32                    | 32   | 32                     | 32                    |
| Adj. R <sup>2</sup>                      | 0.0200   | 0.0225                 | 0.0134                | 0.1002   | 0.0423                 | 0.0409                |
| N  | 18,810   | 17,876                 | 18,794                | 18,706   | 17,777                 | 18,689                |

*Anmerkung:* \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ ; Robuste Standardfehler geclustert über Berufsgruppen in Klammern; Kontrollvariablen: Geschlecht; Dummies für Alter, Bildung, Beruf und Wirtschaftszweige; Vgl. auch Tabelle 5 im Anhang.

*Quelle:* BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2018; ungewichtete Ergebnisse.

## 5 Diskussion und Fazit

Der Beitrag zeigt, dass die Einführung neuer Technologien direkt mit den Arbeitsanforderungen von Beschäftigten zusammenhängt, wobei sich die Bedeutung sowohl nach Art der Technologie als auch für unterschiedliche Berufsgruppen unterscheidet. Auch deuten die Ergebnisse darauf hin, dass neue Technologien einen Teil des Zusammenhangs zwischen Arbeitsanforderungen und dem psychosomatischen Wohlbefinden von Beschäftigten mode-

rieren können. Somit konnten die auf Basis bisheriger Studien gewonnen Erkenntnisse bestätigt und ergänzt werden: Die Einführung, sowohl neuer Computerprogramme als auch neuer Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien, geht mit einer zunehmenden Arbeitsintensivierung einher. Auch steigen monotone Arbeitsprozesse in Umgebungen mit neuen Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien. Gleichzeitig nimmt der Handlungsspielraum von Beschäftigten zu, was sich jedoch nur für die Einführung neuer Computerprogramme zeigt. Der insbesondere aus der arbeitspsychologischen Forschung wohlbekannte negative Zusammenhang zwischen Intensivierung und psychosomatischem Wohlbefinden, wie auch der positive Zusammenhang mit dem individuellen Handlungsspielraum, wird ein Stück weit durch die Einführung neuer Technologien moderiert.

Die gewonnene empirische Evidenz der direkten Zusammenhänge von Digitalisierung und Arbeitsbedingungen sowie dem Wohlbefinden von Beschäftigten muss in einen übergeordneten Kontext theoretisch eingeordnet werden. Zudem sollten die indirekten Zusammenhänge, die sich aufgrund der veränderten Arbeitsanforderungen in bestimmten Berufsfeldern/Branchen ergeben, diskutiert sowie wiederum ihre gesellschaftlichen Folgen abgeschätzt werden. Wie bereits Kirchner (2015) darstellen konnte, zeigen auch die vorliegenden Analysen, dass die Einführung neuer Technologien nicht pauschal als gut oder schlecht für die Arbeitsgestaltung der Beschäftigten anzusehen ist. Allerdings scheint die Einführung (unterschiedlicher) neuer Technologien zunächst zu einer belastungsbezogenen Segregation des Arbeitsmarktes beizutragen (ebd.). So droht die Gefahr, dass die Digitalisierung der Arbeitswelt zu einer Subjektivierung und Prekarisierung von Arbeit bzw. einzelnen Tätigkeiten beiträgt (Köhler et al., 2008) und langfristig ein Gesundheitsrisiko für bestimmte Gruppen von Beschäftigten darstellen könnte. Inwiefern es hierbei zu einer Polarisierung entlang von Qualifikation kommt (Hirsch-Kreinsen, 2016), ist zukünftig weiter zu untersuchen.

## 5.1 Limitationen

In den Analysen wurde die Einführung neuer Technologien als Indikator für die Digitalisierung der Arbeitswelt herangezogen. Der Mehrwert der Analysen auf Basis der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2018 zeigt sich neben der Aktualität der Daten insbesondere in der Unterscheidung verschiedener Technologien. Unbestreitbar lässt die Unterscheidung zwischen der Einführung neuer Computerprogramme einerseits und neuer Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien andererseits es nicht zu, die Komplexität der vielfältigen Digitalisierungsprozesse abzubilden. Es ist z.B. anzunehmen, dass die digitale Aufrüstung in Unternehmen heutzutage womöglich eher eine Kombination unterschiedlicher (digitaler) Technologien beinhaltet, die sich mit bisherigen Datenquellen jedoch nicht empirisch erfassen lassen. Weiterhin bezieht sich die Abfrage nach Technikerneuerung in den verwendeten Daten auf die vergangenen zwei Jahre. Somit kann nicht ausgeschlossen werden, dass Personen ohne Einführung nicht bereits mit sehr modernen und digitalen Arbeitsmitteln tätig sind. Die Ergebnisse sollten dies jedoch nicht beeinträchtigen, da dieser Umstand vermutlich eher zu einer Unterschätzung der gefundenen Zusammenhänge beiträgt.

Wie bereits erwähnt, lassen die dargestellten Ergebnisse aufgrund der Querschnittsdaten sowie der gewählten empirischen Herangehensweise keine kausalen Schlussfolgerungen zu. So ist nicht auszuschließen, dass die geschätzten Zusammenhänge sich aufgrund

von umgekehrter Kausalität oder unbeobachteter Heterogenität beobachten lassen. Um zielgerichtete Implikationen ableiten zu können, sollten zukünftige Studien sich anhand von Paneldaten oder quasi-experimentellen Methoden daher insbesondere darauf konzentrieren, langfristige bzw. dauerhafte Zusammenhänge abzubilden und kausale Effekte zu identifizieren. Darüber hinaus sollte sich die Forschung mit der Operationalisierung von Digitalisierung beschäftigen und dabei auch ein Augenmerk auf eine möglichst differenzierte Erfassung der unterschiedlichen Technologien legen. Die Datenlage hierzu muss derzeit jedoch aktuell noch als unzureichend beurteilt werden. Neu angelegte Studien sollten die genannten Aspekte daher berücksichtigen.

## 5.2 Ausblick

Es ist anzunehmen, dass sich psychische Arbeitsanforderungen und dabei insbesondere die Intensivierung von Arbeitsprozessen, nur schwer wieder reduzieren lassen. Technologisch bedingte, größere Handlungsspielräume können eine Möglichkeit sein, um diesen Anforderungen zu begegnen – an welcher Stelle Handlungsspielräume jedoch (durch Überlast oder ungerechtfertigter Verantwortungszuschreibung) zur überlastenden Beanspruchung werden können, ist unklar bzw. individuell und arbeitskontextbezogen höchst unterschiedlich. Deswegen erscheint es insbesondere für das betriebliche Gesundheitsmanagement empfehlenswert, Beanspruchungen frühzeitig zu erkennen und arbeitsplatzbezogen zu reagieren. Eine Möglichkeit bietet die Berücksichtigung psychischer Belastungen in der gesetzlich vorgeschriebenen Gefährdungsbeurteilung. Darüber hinaus erscheint es sinnvoll, Ausgleichsmöglichkeiten und -zeiten in den sozialpartnerschaftlichen Aushandlungsprozessen mitzudiskutieren, wie dies beispielsweise in den jüngsten Tarifabschlüssen der Metall- und Elektrobranche der Fall war. Die Ergebnisse des vorliegenden Beitrages können zur Versachlichung solcher Aushandlungsprozesse beitragen.

## Literatur

- Ahlers, E. (2018). Forderungen der Betriebsräte für die Arbeitswelt 4.0. *WSI Policy Brief*, (20), 1–11.
- Ai, C., & Norton, E. C. (2003). Interaction terms in logit and probit models. *Economics Letters*, 80(1), 123–129.
- Andries, F., Smulders, P. G., & Dhondt, S. (2002). The use of computers among the workers in the European Union and its impact on the quality of work. *Behaviour & Information Technology*, 21(6), 441–447.
- Arnold, D., Butschek, S., Steffes, S., & Müller, D. (2016). *Monitor – Digitalisierung am Arbeitsplatz: aktuelle Ergebnisse einer Betriebs- und Beschäftigtenbefragung*. Berlin: ZEW-Gutachten und Forschungsberichte, Bundesministerium für Arbeit und Soziales.
- BMAS. (2017). *Weissbuch: Arbeiten 4.0*. Berlin: Bundesministerium für Arbeit und Soziales.
- Böhm, S. A., Bourovoi, K., Brzykcy, A., Kreissner, L. M., & Breier, C. (2016). *Auswirkungen der Digitalisierung auf die Gesundheit von Berufstätigen: eine bevölkerungsrepräsentative Studie in der Bundesrepublik Deutschland*. St. Gallen: Universität St. Gallen.
- Cameron, A. C., & Miller, D. L. (2015). A practitioner's guide to cluster-robust inference. *Journal of Human Resources*, 50(2), 317–372.
- Cascio, W. F. (2003). Changes in workers, work, and organizations. In I. B. Weiner (Hrsg.), *Handbook of Psychology* (Vol. 12, S. 401–422). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

- Castells, M. (2001). *Informationszeitalter: Wirtschaft, Gesellschaft, Kultur* (Vol. 1: Der Aufstieg der Netzwerkgesellschaft). Opladen: Leske + Budrich.
- Crow, B., & Longford, G. (2000). Digital restructuring: gender, class and citizenship in the information society in Canada. *Citizenship Studies*, 4(2), 207–230.
- Demerouti, E., Bakker, A. B., Nachreiner, F., & Schaufeli, W. B. (2001). The job demands-resources model of burnout. *Journal of Applied Psychology*, 86(3), 499–512. <https://doi.org/10.1037//0021-9010.86.3.499>
- Diener, E., Oishi, S., & Lucas, R. E. (2003). Personality, culture, and subjective well-being: emotional and cognitive evaluations of life. *Annual Review of Psychology*, 54(1), 403–425. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.54.101601.145056>
- Dworschak, H. (2002). Betriebliche Gesundheitsförderung: eine empirische Untersuchung zum Zusammenwirken gesundheitsfördernder Maßnahmen, empfundener Arbeitsbelastungen und Arbeitszufriedenheit. *WISO: Wirtschafts- und Sozialpolitische Zeitschrift*, 25(2), 113–128.
- Faragher, E. B., Cass, M., & Cooper, C. L. (2013). The relationship between job satisfaction and health: a meta-analysis. In C. L. Cooper (Hrsg.), *From stress to wellbeing: the theory and research on occupational stress and wellbeing* (Vol. 1, S. 254–271). London: Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1136/oem.2002.006734>
- Flecker, J., Fibich, T., & Kraemer, K. (2017). Socio-economic changes and the reorganization of work. In C. Korunka & B. Kubicek (Hrsg.), *Job demands in a changing world of work* (S. 7–24). Cham: Springer.
- Franke, F. (2015). Is work intensification extra stress? *Journal of Personnel Psychology*, 14(1), 17–27. <https://doi.org/10.1027/1866-5888/a000120>
- Gallie, D. (2007). Production regimes, employment regimes, and the quality of work. In D. Gallie (Hrsg.), *Employment regimes and the quality of work* (S. 1–34). Oxford: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199230105.001.0001>
- Green, F. (2006). *Demanding work: The paradox of job quality in the affluent economy*. Princeton University Press.
- Hacker, W., & Richter, P. (1998). *Belastung und Beanspruchung: Stress, Ermüdung und Burnout im Arbeitsleben*. Heidelberg: Asanger.
- Hammermann, A., & Stettes, O. (2015). Bewältigung von Stress in einer vernetzten Arbeitswelt: Befunde aus der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung. *IW-Trends – Vierteljahresschrift zur empirischen Wirtschaftsforschung*, 42(2), 113–135. <https://doi.org/10.2373/1864-810X.15-02-07>
- Hirsch-Kreinsen, H. (2016). Zum Verhältnis von Arbeit und Technik bei Industrie 4.0. *APuZ – Aus Politik und Zeitgeschichte*, 66(18/19), 10–17.
- Holler, M. (2017). *Verbreitung, Folgen und Gestaltungsaspekte der Digitalisierung in der Arbeitswelt: Auswertungsbericht auf Basis des DGB-Index Gute Arbeit 2016*. Berlin: Institut DGB-Index Gute Arbeit.
- Karasek, R. (1979). Job demands, job decision latitude, and mental strain: implications for job redesign. *Administrative Science Quarterly*, 24(2), 285–308. <https://doi.org/10.2307/2392498>
- Karasek, R. (1998). Demand/Control model: A social-emotional, and psychological approach to stress risk and active behavior development. In J. M. Stellman (Hrsg.), *Encyclopedia of Occupational Health and Safety*. Geneva: ILO International Labour Office.
- Kirchner, S. (2015). Konturen der digitalen Arbeitswelt. *KzJSS Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 67(4), 763–791. <https://doi.org/10.1007/s11577-015-0344-3>
- Köhler, C., Struck, O., Grotheer, M., Krause, A., Krause, I., & Schröder, T. (2008). *Offene und geschlossene Beschäftigungssysteme: Determinanten, Risiken und Nebenwirkungen*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-91117-5>

- Köper, B., & Richter, G. (2016). Restrukturierung und Gesundheit. In B. Badura, A. Ducki, H. Schröder, J. Klöse, & M. Meyer (Hrsg.), *Fehlzeiten-Report 2016* (S. 159–170). Berlin, Heidelberg: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-49413-4\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-662-49413-4_14)
- Korunka, C. (2017). Challenges for job design. In C. Korunka & B. Kubicek (Hrsg.), *Job demands in a changing world of work: Impact on workers' health and performance and implications for research and practice* (S. 131–151). Cham: Springer.
- Korunka, C., & Kubicek, B. (2017). Job demands in a changing world of work. In C. Korunka & B. Kubicek (Hrsg.), *Job demands in a changing world of work: impact on workers health and performance and implications for research and practice* (S. 1–5). Cham: Springer.
- Kraan, K. O., Dhondt, S., Houtman, I. L., Batenburg, R. S., Kompier, M. A., & Taris, T. W. (2014). Computers and types of control in relation to work stress and learning. *Behaviour & Information Technology*, 33(10), 1013–1026. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2014.916351>
- Lenhardt, U., & Priester, K. (2005). Flexibilisierung – Intensivierung – Entgrenzung: Wandel der Arbeitsbedingungen und Gesundheit. *WSI Mitteilungen*, 58(9), 491–497.
- Lohmann-Haislah, A. (2012). *Stressreport Deutschland 2012: psychische Anforderungen, Ressourcen und Befinden*. Berlin: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA).
- Martin, L., & Omrani, N. (2015). An assessment of trends in technology use, innovative work practices and employees' attitudes in Europe. *Applied Economics*, 47(6), 623–638. <https://doi.org/10.1080/00036846.2014.978072>
- Meyer, S.-C., & Hünefeld, L. (2018). *Berufliche Computernutzung: Chancen und Risiken für Erwerbstätige* (BiBB/BAuA Faktenblatt No. 25). Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). <https://doi.org/10.21934/baua:fakten20180711>
- Moldaschl, M., & Voß, G. G. (2002). *Subjektivierung von Arbeit*. München: Hampp.
- OECD. (2017). *OECD Employment Outlook 2017*. [https://doi.org/10.1787/empl\\_outlook-2017-en](https://doi.org/10.1787/empl_outlook-2017-en)
- Pfeiffer, S. (2012). Technologische Grundlagen der Entgrenzung: Chancen und Risiken. In B. Badura, A. Ducki, H. Schröder, J. Klöse, & M. Meyer (Hrsg.), *Fehlzeiten-Report 2012* (S. 15–21). Berlin, Heidelberg: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-29201-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-29201-9_2)
- Pongratz, H. J. (2009). Konkurrenz und Integration in Reorganisationsprozessen: zur Problematik „schöpferischer Zerstörung“ innerhalb von Organisationen. *Soziale Welt*, 60(2), 179–197. <https://doi.org/10.5771/0038-6073-2009-2-179>
- Rau, R. (2017). Zum Stellenwert von Erholung in der Welt der ‚Arbeit 4.0‘. In R. Romahn (Hrsg.), *Arbeitszeit gestalten: wissenschaftliche Erkenntnisse für die Praxis* (S. 61–77). Marburg: Metropolis.
- Rau, R., & Buyken, D. (2015). Der aktuelle Kenntnisstand über Erkrankungsrisiken durch psychische Arbeitsbelastungen. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie A&O*, 59(3), 113–129. <https://doi.org/10.1026/0932-4089/a000186>
- Rohrbach-Schmidt, D. (2009). *The BIBB/IAB and BIBB-BAuA surveys of the working population on qualification and working conditions in Germany* (BIBB-FDZ Daten- und Methodenberichte). Bundesinstitut für Berufsbildung, Forschungsdatenzentrum.
- Rohrbach-Schmidt, D., & Hall, A. (2013). *BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012* (BIBB-FDZ Daten- und Methodenbericht). Bundesinstitut für Berufsbildung, Forschungsdatenzentrum.
- Rohrbach-Schmidt, D., & Hall, A. (2019). *BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2018* (BIBB-FDZ Daten- und Methodenbericht (im Erscheinen)). Bundesinstitut für Berufsbildung, Forschungsdatenzentrum.
- Rosa, H. (2005). *Beschleunigung: die Veränderung der Zeitstrukturen in der Moderne*. Suhrkamp Verlag.
- Rosen, P. H. (2016). *Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt – Handlungs- und Entscheidungsspielraum, Aufgabenvariabilität*. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). <https://doi.org/10.21934/baua:bericht20160713/1b>

- Rothe, I., & Beermann, B. (2014). Arbeitsschutz: zukünftige Herausforderungen. In B. Badura, A. Ducki, H. Schröder, J. Klose, & M. Meyer (Hrsg.), *Fehlzeiten-Report 2014* (Vol. 2014, S. 177–186). Berlin, Heidelberg: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-43531-1\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-662-43531-1_17)
- Schwarzer, R. (2004). *Psychologie des Gesundheitsverhaltens: Einführung in die Gesundheitspsychologie*. Göttingen: Hogrefe.
- Silla, I., & Gamero, N. (2014). Shared time pressure at work and its health-related outcomes: job satisfaction as a mediator. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 23(3), 405–418.
- Stab, N., Jahn, S., & Schulz-Dadaczynski, A. (2016). *Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt: Arbeitsintensität*. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). <https://doi.org/10.21934/baua:bericht20160713/1d>
- Stab, N., & Schulz-Dadaczynski, A. (2017). Arbeitsintensität: ein Überblick zu Zusammenhängen mit Beanspruchungsfolgen und Gestaltungsempfehlungen. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 71(1), 14–25. <https://doi.org/10.1007/s41449-017-0048-9>
- Warhurst, C., Carré, F., Findlay, P., & Tilly, C. (Hrsg.). (2012). *Are bad jobs inevitable?: trends, determinants and responses to job quality in the twenty-first century*. New York: Palgrave Macmillan.
- Watson, T. (2011). *Sociology, work and organisation* (6th ed.). London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203805268>
- Zapf, D., & Semmer, N. K. (2004). Stress und Gesundheit in Organisationen. *Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich D, Serie III, 3*, 1007–1112.

## Anhang

Tab. 4: Stichprobenstatistik

|  | BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung |               |               |
|--|-----------------------------------|---------------|---------------|
|  | 2006                              | 2012          | 2018          |
| <b>Digitalisierungsmomente:</b> Einführung neuer...                                  |                                   |               |               |
| Computerprogramme [0;1]  | 49.13                             | 44.08         | 44.18         |
| Fertigungs-/Verfahrenstechnologien [0;1]   | 37.03                             | 36.19         | 33.28         |
| Computerprogramme und Fertigungs-/Verfahrenstechnologien [0;1]                       | 25.15                             | 22.42         | 20.60         |
| <b>Arbeitsanforderungen:</b> Häufig (=1) vs. Manchmal/selten/nie (=0)                |                                   |               |               |
| Arbeitsintensität: Termin- oder Leistungsdruck [0;1]                                 | 53.70                             | 52.16         | 48.16         |
| Autonomie: Arbeit eigenständig planen [0;1]  | 69.61                             | 68.78         | 65.41         |
| Monotonie: Wiederholende Arbeitsschritte [0;1]                                       | 51.39                             | 48.41         | 45.52         |
| <b>Wohlbefinden</b>  |                                   |               |               |
| Arbeitsunzufriedenheit [0;1]: weniger/nicht zufrieden (=1) vs. (sehr) zufrieden (=0) | 7.78                              | 7.47          | 9.26          |
| # Psychosomatische Beschwerden [0;8]: arith. Mittel (Standardabw.)                   |                                   | 2.31 (2.33)   | 2.37 (2.36)   |
| <b>Kontrollvariablen</b>   |                                   |               |               |
| Frauen   | 43.89                             | 45.07         | 45.49         |
| Männer   | 56.11                             | 54.93         | 54.51         |
| Alter: arith. Mittel (Standardabw.)  | 41.31 (10.67)                     | 42.67 (11.18) | 43.60 (11.80) |
| Bildung: Niedrig   | 7.92                              | 6.91          | 6.17          |
| Bildung: Mittel  | 62.99                             | 61.76         | 57.14         |
| Bildung: Hoch  | 29.09                             | 31.34         | 36.69         |

|   | BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung |        |        |
|---|-----------------------------------|--------|--------|
|   | 2006                              | 2012   | 2018   |
| <b>Branchen (basierend auf Wirtschaftszweige 2003 A-Q)</b>                    |                                   |        |        |
| Land-/Forstwirtschaft (A)   | 1.79                              | 1.76   | 1.95   |
| Bergbau/Gewinnung (C)   | 0.38                              | 0.21   | 0.15   |
| Verarbeitendes Gewerbe (D)  | 26.72                             | 29.01  | 24.58  |
| Energie-/Wasserversorgung (E)   | 0.95                              | 1.53   | 1.21   |
| Baugewerbe (F)  | 6.29                              | 5.77   | 5.65   |
| Handel (G)  | 11.16                             | 9.42   | 8.31   |
| Gastgewerbe (H)   | 2.45                              | 2.42   | 2.69   |
| Verkehr/Nachrichtenübermittlung (I)   | 5.64                              | 5.01   | 6.04   |
| Kredit-/Versicherungsgewerbe (J)  | 3.85                              | 3.51   | 2.95   |
| Immobilien/Vermietung (K)   | 8.39                              | 8.93   | 10.87  |
| Öffentliche Verwaltung (L)  | 7.87                              | 7.13   | 6.80   |
| Erziehung/Unterricht (M)  | 7.10                              | 7.15   | 7.16   |
| Gesundheits-/Veterinär-/Sozialwesen (N)                                       | 11.35                             | 11.57  | 13.89  |
| Erbringung sonstiger Dienstleistungen (O)                                     | 4.41                              | 4.60   | 5.07   |
| Sonstige Branchen (B, P, Q, sonstige)   | 1.66                              | 1.99   | 2.66   |
| <b>Berufe (basierend auf KIdB 1992, 2 Steller)</b>                            |                                   |        |        |
| Berufe in der Land-, Forstwirtschaft, im Gartenbau                            | 2.24                              | 2.02   | 2.20   |
| Bergleute, Mineralgewinner, -aufbereiter, Steinbearbeiter, Baustoffhersteller | 0.22                              | 0.15   | 0.11   |
| Keramik-, Glasberufe  | 0.18                              | 0.20   | 0.08   |
| Chemie, Kunststoffberufe  | 0.91                              | 1.25   | 0.77   |
| Berufe in der Papierherstellung und im Druck                                  | 0.85                              | 0.64   | 0.36   |
| Berufe in der Holzbearbeitung   | 0.03                              | 0.13   | 0.10   |
| Berufe in der Metallerzeugung, Gießereiberufe                                 | 1.92                              | 1.75   | 1.43   |
| Metall- und Maschinenbauberufe  | 6.39                              | 6.39   | 5.12   |
| Elektroberufe   | 2.26                              | 2.88   | 1.83   |
| Montierer/-innen  | 0.76                              | 1.00   | 0.27   |
| Textil- und Bekleidungsberufe   | 0.31                              | 0.35   | 0.25   |
| Berufe in der Lederherstellung, -verarbeitung                                 | 0.07                              | 0.08   | 0.04   |
| Ernährungsberufe  | 2.02                              | 2.18   | 2.27   |
| Hoch-, Tiefbauberufe  | 1.48                              | 1.29   | 1.05   |
| Ausbauberufe, Polsterer   | 1.17                              | 1.04   | 1.20   |
| Berufe in der Holz- und Kunststoffverarbeitung                                | 0.86                              | 0.88   | 1.05   |
| Maler, Lackierer  | 0.77                              | 0.64   | 0.59   |
| Warenprüfer, Versandfertigmacher  | 1.67                              | 1.37   | 1.29   |
| Hilfsarbeiter   | 0.55                              | 0.59   | 0.70   |
| Maschinisten  | 1.49                              | 1.00   | 1.71   |
| Ingenieure, Chemiker, Physiker, Mathematiker                                  | 3.40                              | 3.26   | 3.74   |
| Techniker   | 3.94                              | 4.57   | 4.19   |
| Warenkaufleute  | 7.81                              | 7.46   | 6.69   |
| Dienstleistungskaufleute  | 4.35                              | 4.08   | 3.64   |
| Verkehrsberufe  | 6.83                              | 6.62   | 7.07   |
| Organisations-, Verwaltungs-, Büroberufe                                      | 20.22                             | 19.42  | 19.77  |
| Ordnungs-, Sicherheitsberufe  | 3.71                              | 3.47   | 3.84   |
| Schriftwerkschaffende, künstlerische Berufe                                   | 1.66                              | 2.06   | 2.21   |
| Gesundheitsberufe   | 6.29                              | 6.33   | 7.04   |
| Sozial-, Erziehungsberufe   | 10.14                             | 10.68  | 13.63  |
| Sonstige DL-Berufe  | 5.07                              | 5.37   | 5.10   |
| Sonstige Arbeitskräfte  | 0.43                              | 0.86   | 0.67   |
|   | N 19,823                          | 19,619 | 19,523 |

Quelle: BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2006, 2012, 2018, gewichtete Ergebnisse.

Tab. 5: Zusammenhang zwischen Einführungsvariablen, Anforderungen und Wohlbefinden (OLS)

|  | (A) Arbeitsunzufriedenheit |                        |                        | (B) Anz. Psychoso. Symptome |                        |
|--|----------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------|
|  | 2006                       | 2012                   | 2018                   | 2012                        | 2018                   |
| <b>Arbeitsintensität</b>                 |                            |                        |                        |                             |                        |
| Arbeitsintensität                        | 0.0450***<br>(0.0078)      | 0.0505***<br>(0.0052)  | 0.0719***<br>(0.0084)  | 1.2214***<br>(0.0745)       | 1.2183***<br>(0.0600)  |
| x Computerprogramme                      | -0.0112<br>(0.0083)        | -0.0129<br>(0.0067)    | -0.0283*<br>(0.0116)   | -0.0359<br>(0.0894)         | -0.0673<br>(0.0554)    |
| x Fertigungs-/<br>Verfahrenstechnologien | 0.0115<br>(0.0059)         | 0.0181*<br>(0.0087)    | -0.0017<br>(0.0090)    | -0.0341<br>(0.0574)         | 0.1233<br>(0.0872)     |
| # Cluster                                | 32                         | 32                     | 32                     | 32                          | 32                     |
| Adj. R <sup>2</sup>                      | 0.0157                     | 0.0159                 | 0.0200                 | 0.0920                      | 0.1002                 |
| N  | 18,917                     | 18,324                 | 18,810                 | 18,244                      | 18,706                 |
| <b>Autonomie</b>                         |                            |                        |                        |                             |                        |
| Autonomie                                | -0.0582***<br>(0.0074)     | -0.0750***<br>(0.0091) | -0.0824***<br>(0.0108) | -0.2193**<br>(0.0787)       | -0.2800***<br>(0.0678) |
| x Computerprogramme                      | -0.0012<br>(0.0129)        | 0.0025<br>(0.0140)     | 0.0101<br>(0.0113)     | -0.1696<br>(0.1035)         | -0.2231**<br>(0.0648)  |
| x Fertigungs-/<br>Verfahrenstechnologien | 0.0162<br>(0.0097)         | 0.0129<br>(0.0119)     | -0.0005<br>(0.0122)    | -0.2201**<br>(0.0760)       | -0.1463<br>(0.0938)    |
| # Cluster                                | 32                         | 32                     | 32                     | 32                          | 32                     |
| Adj. R <sup>2</sup>                      | 0.0169                     | 0.0187                 | 0.0225                 | 0.0382                      | 0.0423                 |
| N  | 17,987                     | 17,412                 | 17,876                 | 17,337                      | 17,777                 |
| <b>Monotonie</b>                         |                            |                        |                        |                             |                        |
| Monotonie                                | 0.0265*<br>(0.0104)        | 0.0349***<br>(0.0043)  | 0.0432***<br>(0.0074)  | 0.2213***<br>(0.0451)       | 0.3504***<br>(0.0373)  |
| x Computerprogramme                      | 0.0054<br>(0.0114)         | -0.0110<br>(0.0066)    | -0.0062<br>(0.0098)    | 0.0783<br>(0.0862)          | 0.1194<br>(0.0601)     |
| x Fertigungs-/<br>Verfahrenstechnologien | -0.0147<br>(0.0075)        | 0.0057<br>(0.0051)     | 0.0017<br>(0.0109)     | 0.1171<br>(0.0740)          | -0.1234<br>(0.0771)    |
| # Cluster                                | 32                         | 32                     | 32                     | 32                          | 32                     |
| Adj. R <sup>2</sup>                      | 0.0113                     | 0.0098                 | 0.0134                 | 0.0361                      | 0.0409                 |
| N  | 18,910                     | 18,308                 | 18,794                 | 18,229                      | 18,689                 |

Anmerkung: \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\*p<0.001; Robuste Standardfehler geclustert über Berufsgruppen in Klammern; Kontrollvariablen: Geschlecht; Dummies für Alter, Bildung, Beruf und Wirtschaftszweige.

Quelle: BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2006, 2012, 2018; ungewichtete Ergebnisse.