

### **Wearable Computing im Betrieb gestalten: Rolle und Perspektiven der Lösungsentwickler im Prozess der Arbeitsgestaltung**

Evers, Maren; Krzywdzinski, Martin; Pfeiffer, Sabine

Veröffentlichungsversion / Published Version

Zeitschriftenartikel / journal article

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

Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB)

#### **Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:**

Evers, M., Krzywdzinski, M., & Pfeiffer, S. (2019). Wearable Computing im Betrieb gestalten: Rolle und Perspektiven der Lösungsentwickler im Prozess der Arbeitsgestaltung. *Arbeit - Zeitschrift für Arbeitsforschung, Arbeitsgestaltung und Arbeitspolitik*, 28(1), 3-27. <https://doi.org/10.1515/arbeit-2019-0002>

#### **Nutzungsbedingungen:**

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

#### **Terms of use:**

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

Evers, Maren; Krzywdzinski, Martin; Pfeiffer, Sabine

**Article — Published Version**

## Wearable Computing im Betrieb gestalten: Rolle und Perspektiven der Lösungsentwickler im Prozess der Arbeitsgestaltung

Arbeit - Zeitschrift für Arbeitsforschung, Arbeitsgestaltung und Arbeitspolitik

**Provided in Cooperation with:**  
WZB Berlin Social Science Center

Suggested Citation: Evers, Maren; Krzywdzinski, Martin; Pfeiffer, Sabine (2019) : Wearable Computing im Betrieb gestalten: Rolle und Perspektiven der Lösungsentwickler im Prozess der Arbeitsgestaltung, Arbeit - Zeitschrift für Arbeitsforschung, Arbeitsgestaltung und Arbeitspolitik, ISSN 2365-984X, De Gruyter, Berlin, Vol. 28, Iss. 1, pp. 3-27, <http://dx.doi.org/10.1515/arbeit-2019-0002>

This Version is available at:  
<http://hdl.handle.net/10419/196184>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Maren Evers, Martin Krzywdzinski, Sabine Pfeiffer

## Wearable Computing im Betrieb gestalten

Rolle und Perspektiven der Lösungsentwickler im Prozess der Arbeitsgestaltung

<https://doi.org/10.1515/arbeit-2019-0002>

**Zusammenfassung:** Wearables (beispielsweise Datenbrillen und Smartwatches) sind ein besonders sichtbares Element von Industrie-4.0-Anwendungen. Sie sollen situationsgerechte Informationen zur Verfügung stellen, können aber zugleich auch Daten über den Arbeitsprozess – und teils sogar über Bewegungsmuster und Vitalfunktionen der Beschäftigten – generieren. Die Wearable-Technologie ist in einem frühen Entwicklungsstadium, in dem die Interessen und Sichtweisen der relevanten Akteure, vor allem der Technikentwickler und des Managements möglicher Anwendungsunternehmen von besonderer Bedeutung sind. Der vorliegende Artikel untersucht die Rolle der Lösungsentwickler und ihr Verständnis von Arbeit und den Arbeitsprozessen, in denen Wearables eingesetzt werden sollen. Er beruht auf leitfadengestützten Interviews mit Lösungsentwicklern. Gezeigt wird ein ambivalentes Verständnis von Arbeit: Auf der einen Seite dominiert die Wahrnehmung menschlicher Arbeitskräfte als potenzielle Fehlerquellen und die Fokussierung auf die Optimierung einzelner Arbeitsplätze und ihrer Ergonomie, während übergreifende Fragen der Arbeitsgestaltung und Arbeitsorganisation ausgeblendet werden. Auf der anderen Seite werden die Potenziale und Gefahren der Wearable-Technologien im Hinblick auf Individualisierung, Datenschutz und Kontrolle differenziert gesehen und diskutiert.

**Schlüsselwörter:** Industrie 4.0, Technologie, Technologieentwicklung, Arbeitsprozess, Optimierung

---

**Maren Evers, PD Dr. Martin Krzywdzinski**, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, Reichpietschufer 50, 10785 Berlin, Deutschland. E-Mail: [maren.evers@wzb.eu](mailto:maren.evers@wzb.eu), [martin.krzywdzinski@wzb.eu](mailto:martin.krzywdzinski@wzb.eu)

**Prof. Dr. Sabine Pfeiffer**, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Nuremberg Campus of Technology, Fürther Str. 246c, 90429 Nürnberg, Deutschland. E-Mail: [sabine.pfeiffer@fau.de](mailto:sabine.pfeiffer@fau.de)

# Wearable Computing in the workplace

## Role of solution developers and their perceptions of work and work processes

**Abstract:** Wearables (such as data glasses and smartwatches) are a particularly visible element of Industry 4.0 applications. They aim at providing situation-specific information to workers, but at the same time they can also generate data on the work process – and sometimes even on movement patterns and vital functions of the employees. Wearables technology is at an early stage of development, in which the interests and perspectives of relevant stakeholders, especially technology developers and the management, are of particular importance. This article explores the role of solution developers and their understanding of work and the work processes in which wearables are to be used. It is based on semi-structured interviews with solution developers and experts from science and companies. The analysis shows an ambivalent understanding of work: on the one hand, it is characterized by the perception of workers as potential sources of error and it focuses on the optimization of individual workplaces and their ergonomics, while broader questions of work design and work organization are ignored. On the other hand, the technology developers see and discuss the potentials and dangers of wearables technologies with regard to individualization, data protection and control in a differentiated manner.

**Keywords:** industry 4.0, technology, developers, labour process, optimization

## 1 Einleitung: Technik am Arbeitskörper

Wearables – also beispielsweise Datenbrillen und Smartwatches – sind ein besonders sichtbares Element von Industrie-4.0-Anwendungen. Wearables sollen die Beschäftigten mit den IT-Systemen in den Unternehmen vernetzen und als eine Schnittstelle dienen, die den Beschäftigten situationsgerechte Informationen zukommen lässt und das Arbeiten mit beiden Händen ermöglicht (Hobert/Schumann 2017a, 4276), aber auch Daten über den Arbeitsprozess – und teils sogar über Bewegungsmuster und Vitalfunktionen der Beschäftigten – liefern kann (Langer u.a. 2016).

Die Prominenz der Wearables in der Industrie-4.0-Diskussion täuscht allerdings darüber hinweg, dass sich diese Technologie noch weitgehend in einer

Design- und Bereitstellungsphase befindet, wie man in Anlehnung an Noble (1979; vgl. Weyer u.a. 1997) sagen könnte. In dieser Phase der sozialen Genese der Technologie werden die Charakteristika und Nutzungsszenarien immer noch zwischen Akteuren wie Lösungsentwicklern, Anwenderunternehmen, aber auch Betriebsräten und Beschäftigten verhandelt. Bei den betrieblichen Einsatzprojekten handelt es sich überwiegend um Pilotvorhaben, in denen Nutzungsformen und ihre Auswirkungen entwickelt und ausprobiert werden.

In dieser frühen Phase der Technikgenese sind – im Sinne von „managerial and engineering ideologies“ (Noble 1979) – die Interessen und Sichtweisen der relevanten Akteure, nämlich vor allem der Technikentwickler und des Managements möglicher Anwendungsunternehmen von besonderer Bedeutung. In diesem Beitrag konzentrieren wir uns auf die Rolle der Lösungsentwickler – zumeist junge Start-ups – und auf ihr Verständnis von Arbeit und den Arbeitsprozessen, in denen Wearables eingesetzt werden sollen. Uns interessiert, welche Auswirkungen der Technologien auf den Arbeitsprozess sie erwarten. Dabei behandeln wir drei Fragen:

1. Wie nehmen Lösungsentwickler die Motive und Zielsetzung der Anwendungsunternehmen im Hinblick auf die Nutzung von Wearable Computing wahr?
2. Welche Verständnisse von Arbeit und betrieblicher Mitbestimmung sind bei Lösungsentwicklern vorherrschend und wie wirkt sich das auf die Nutzungsszenarien von Wearables aus?
3. Welche Perspektiven und Grenzen der Wearable-Technologie werden von den Lösungsentwicklern gesehen?

Der Beitrag stellt erste Ergebnisse des Projekts „Wearable Computing in Fertigung und Logistik“ vor. Er beginnt mit einer Analyse der Entwicklung der Wearable-Technologie, des Diskurses in den Technikwissenschaften sowie der dort diskutierten Einsatzszenarien (Kapitel 2). Darauf folgt in Kapitel 3 eine theoretische Einbettung der Thematik in die Diskussionen über die Social Construction of Technology sowie die Labour Process Theory. Den inhaltlichen Schwerpunkt des Beitrags bilden leitfadengestützte Interviews mit den Lösungsentwicklern und weiteren Experten, deren methodische Grundlagen in Kapitel 4 dargestellt sind und deren Ergebnisse in Kapitel 5 diskutiert werden.

Im Hinblick auf die Ziele der Einführung der Wearable-Technologie zeigt sich ein ambivalentes Bild. Zwar spielen auf der einen Seite Kontroll- und Rationalisierungsziele eine Rolle, es werden aber auf der anderen Seite auch ergonomische Aspekte, die Einbeziehung der Beschäftigten und das Bewusstsein für die Überwachungsgefahren der Technologie betont. Charakteristisch ist dabei

aber eine Verengung der Sicht der Lösungsentwickler auf den einzelnen Arbeitsplatz, während Fragen der Arbeitsorganisation und innerbetrieblichen Arbeitsteilung ausgeblendet werden. Deutlich wird zugleich auch, dass sich viele Unternehmen noch in einer Phase des Ausprobierens der Technologie befinden, die durch eine erhebliche Offenheit gegenüber weiteren Zielen und Einsatzformen geprägt ist.

## **2 Wearables: Vielfalt der Technologien, Unübersichtlichkeit bei der Nutzung**

Gemäß einer Definition von Hobert und Schumann sind Wearable Computer „eigenständige Endgeräte, die dauerhaft am Körper getragen werden und zu jeder Zeit eine beiläufige und freihändige Nutzung und Interaktion mit dem Benutzer ermöglichen“ (Hobert/Schumann 2017b, 4). Beispiele sind Datenbrillen (wie etwa die Google Glass), so genannte Smartwatches oder auch mit Sensorik ausgestattete Handschuhe. Ihre Relevanz gewinnen diese Geräte vor allem durch ihre Vernetzung mit den im Betrieb genutzten IT-Systemen. Diese Vernetzung macht die flexible Bereitstellung von Informationen aus Datenbanken, Wissensmanagementsystemen, den Manufacturing Execution Systems (MES) und den Enterprise Resource Planning Systems (ERP) möglich. Zugleich wird durch die am Körper getragenen Geräte eine permanente Lokalisierung und Kontrolle von Bewegungen bis hin zur Messung von Körperfunktionen möglich, die wiederum mit den Leistungskontrollsystemen verbunden werden kann. Durch die Wearables wird die oder der Beschäftigte als lebende Person Teil der Vernetzung. Wearables sind damit eine spezifische Ausprägung der mobilen Assistenzsysteme, die als zentrales Element von Industrie-4.0-Konzepten gelten (Niehaus 2017; acatech 2016).

Der Beginn der Arbeiten an industrieller Nutzung von Wearables geht auf das Ende der 1980er Jahre zurück (vgl. Baumann 2013; Pezzlo u.a. 2009; Regenbrecht u.a. 2005; Barfield u.a. 2001), allerdings wurden erst in den 2010er Jahren technologische Bedingungen erreicht, die den betrieblichen Einsatz wirklich möglich machten. Die Miniaturisierung der Computer und vor allem der Batterien verbesserte den Tragekomfort am Körper, während zugleich die Preise kontinuierlich fielen und die Leistungsdauer der Batterien gesteigert wurde. Insbesondere im Bereich der Datenbrillen kamen neue Modelle auf den Markt (z.B. Google Glass), die neben einem verringerten Gewicht auch ein verbessertes Sichtfeld und eine verbesserte grafische Darstellung boten. Mit dem

Internet der Dinge entstand eine Infrastruktur, die die Einbettung der Wearables in die betrieblichen IT-Systeme möglich machte.

Angestoßen durch die Diskussion über Industrie 4.0 und die durch staatliche Förderprogramme und zunehmende Investitionsbereitschaft der Unternehmen vorhandenen Finanzmittel begann eine neue Welle der Entwicklung und Erprobung von Wearables für den betrieblichen Einsatz. Auf dem Markt für Wearable-Computing-Anwendungen lassen sich unterschiedliche Akteure differenzieren. Es gibt Entwickler der Hardware, also beispielsweise Google oder Vuzix im Fall der Datenbrillen. Google liefert dabei auch das Android-Betriebssystem. Es gibt auch reine Softwareentwickler, die Wearables für die Anwendungsszenarien einbinden, also die entsprechende Software programmieren und die Anwendung beim Kundenunternehmen implementieren. Es gibt auch Beispiele, in denen Hard- und Software gemeinsam entwickelt werden: zum Beispiel die in Schutzhelme integrierte Datenbrille von Gesis und der Hochschule Zwickau (2018) oder das bei Siemens angesiedelte Forschungsprojekt zur Entwicklung von Datenbrillen und Anwendungen „Glass@Service“. Unternehmen wie Microsoft mit der „Hololens“ treten auch selbst als Lösungsentwickler auf.

Die meisten Lösungsentwickler sind im Gegensatz zu traditionellen Industrieausrüstern häufig Neugründungen der letzten Jahre – alle uns bekannten auf Wearables spezialisierten Lösungsentwickler wurden nach dem oder im Jahr 2009 gegründet. Sie verfügen über begrenzte Erfahrung im industriellen Kontext. Auffällig ist, dass die Entwicklung des Geschäftsmodells zum Teil über Wettbewerbe großer Konzerne erfolgte, wo über Preisgelder eine Anschubfinanzierung generiert werden konnte. So schildern zwei Start-ups in den Interviews, dass sie an Wettbewerben US-amerikanischer Konzerne teilgenommen haben. Eins dieser Start-ups beschreibt weiterhin, dass es nach erfolgreicher Beendigung des Wettbewerbs Investorenkapital vom Konzern erhalten hat. Weitere Start-ups erläutern, dass sie in der Phase der Prototypenentwicklung Unterstützung von Industrieunternehmen erhielten. Vier Lösungsentwickler sind Ausgründungen aus Universitäten.

Die Anzahl und Bandbreite von Projekten und Anwendungen mit Wearables im industriellen Kontext zu erfassen ist sehr schwierig. Zum einen kommen laufend neue Projekte hinzu, zum anderen werden nicht alle öffentlich gemacht. Bei einer Recherche im März 2018 konnten wir 25 Lösungsanbieter weltweit mit 87 angegebenen Referenzfällen identifizieren.

Dabei treten vor allem die folgenden Nutzungsszenarien auf (vgl. auch Niehaus 2017):

- *Kommissionierung, Pick-by-vision* (32 Prozent der von Lösungsanbietern angegebenen Referenzfälle): Das Wearable (Datenbrille) zeigt beispielsweise

die Anzahl zu entnehmender Teile in Verbindung mit dem entsprechenden Regal an. Die Aufträge können mittels des Wearables (z.B. mit Hilfe der Kamera der Datenbrille oder eines mit einem RFID-Chip ausgerüsteten Armbands) quittiert werden.

- *Werkerführung in Fertigung und Montage* (17 Prozent der Referenzfälle): Über die Wearables werden Informationen für die Montagereihenfolge angezeigt und geprüft.
- *Fernwartung, Service* (15 Prozent der Referenzfälle): Über das Wearable können in einer Art Konferenzschaltung Expertinnen und Experten zugeschaltet werden, die über die Kamerafunktion des Geräts z.B. die zu reparierende Maschine sehen und entsprechende Hinweise geben können.
- *Wartung und Instandhaltung* (7 Prozent der Referenzfälle): Das Wearable zeigt an, wann in welcher Reihenfolge welches Teil geprüft werden muss. Auch hier kann z.B. per Kamera die Durchführung der erforderlichen Wartungsschritte bestätigt werden.
- *Arbeitsschutz, Ergonomie* (6 Prozent der Referenzfälle): Warnungen zum Gefahrenschutz werden über das Wearable direkt an die Mitarbeiterin oder den Mitarbeiter gegeben, etwa wenn Gas austritt.
- *Training* (5 Prozent der Referenzfälle): Anlernprozesse sollen mittels Wearables unterstützt werden.
- *Andere* (18 Prozent der Referenzfälle).

Zur Vorbereitung der empirischen Analyse haben wir eine systematische Recherche fachwissenschaftlicher Veröffentlichungen zum Thema Wearables im Bereich der Ingenieurwissenschaften und der Informatik durchgeführt. Berücksichtigt wurden insgesamt 61 Veröffentlichungen ab dem Jahr 1999, deren Autorinnen und Autoren zu 51 Prozent den Fachgebieten Maschinenbau, Logistik und Produktion, zu 33 Prozent dem Bereich Informatik zuzuordnen sind und zu 16 Prozent aus anderen Disziplinen stammten. Die Publikationen wurden anhand folgender Fragestellungen analysiert: Welche Vorteile der Anwendungen werden genannt? Wie wird Arbeit dargestellt? Wie finden betriebliche Mitbestimmung und Beteiligung Erwähnung?

Die in den Veröffentlichungen genannten Vorteile des Einsatzes von Wearables wurden zu folgenden sechs Kategorien zusammengefasst: (1) Informationen bedarfsgerecht, echtzeitnah und individuell bereitstellen und verarbeiten, (2) Beschäftigte anleiten, (3) mit freien Händen arbeiten können, (4) Prozessoptimierung (höhere Arbeitsgeschwindigkeit, bessere Qualität, vereinfachte Dokumentation von Prozessen, höhere Flexibilität), (5) Verbesserung von Akzeptanz und Ergonomie und (6) Expertenwissen vor Ort bereitstellen.



Charakteristisch war, dass alle Publikationen erhebliche Rationalisierungspotenziale durch den Wearables-Einsatz versprochen. Deutlich wird dies beispielsweise in der Forschung über den Einsatz von Wearables in der Logistik (Kommissionierung). Der Fokus liegt auf der Überprüfung des Zusammenhangs zwischen der Nutzung von Wearables und der Reduktion von Kommissionierzeit sowie Kommissionierfehlern (z.B. Günther u.a. 2009). Baumann (2013) kam in einer Laborstudie zum gleichen Ergebnis wie Günther u.a. (2009), berichtete aber große Akzeptanzprobleme der Technologie.

Trotz der Zunahme von Pilotprojekten zur Einführung der Wearable-Technologie im industriellen Kontext befindet sich diese Technologie – zumindest zum Zeitpunkt des Verfassens dieses Artikels – weiterhin in einer frühen Entwicklungsphase, in der die Eigenschaften der Technik und ihre Nutzungsformen zwischen den Lösungsentwicklern, den Kundenunternehmen, aber auch weiteren Akteuren ausprobiert und ausgehandelt werden.

### **3 Wearable Computing und Arbeit: Theoretischer Rahmen**

Für die Analyse des sozialen Prozesses der Genese der Wearable-Technologie im betrieblichen Kontext bietet sich ein Rückgriff sowohl auf die Ansätze der Social Construction of Technology (SCOT) bzw. der Science and Technology Studies (STS) als auch auf die Arbeitssoziologie und hier insbesondere die Labour Process Theory (LPT) an. Im Folgenden diskutieren wir zuerst, wie diese Ansätze die Prägung der Technikentwicklung durch die Akteure und sozialen Prozesse verstehen. Anschließend gehen wir auf Studien ein, die das durch Industrie 4.0 repräsentierte Technikverständnis analysieren.

#### **3.1 Social Construction of Technology**

Der zentrale Punkt der SCOT- bzw. STS-Ansätze ist die These einer sozialen Konstruktion von Technologie und die Ablehnung technikdeterministischer Argumentationen. Wie Pinch und Bijker (1984) argumentieren, ist die Technikgenese ein Aushandlungs- und Konfliktprozess zwischen „relevanten sozialen Gruppen“ mit unterschiedlichen Verständnissen der technischen Problemlage, der technischen Lösungswege sowie auch der Bewertung von Erfolg bzw. Misserfolg der Technik. Die Form und auch Nutzungsweise einer Technik ist also nicht vorbestimmt, vielmehr herrscht eine „interpretative Flexibilität“ vor, die in Aus-

handlungsprozessen zwischen Akteuren Schritt für Schritt eingeschränkt wird. Bijker (1987) spricht von der Entwicklung eines „technologischen Rahmens“, der das geteilte Verständnis von Problemen, Zielen, Problemlösungsstrategien, organisationalen Restriktionen, Designmethoden, Einsatzarten der Technik etc. beinhaltet. Insbesondere das von Weyer (Weyer u.a. 1997) entwickelte mehrstufige Phasenmodell der Technikgenese betont die Offenheit des Aushandlungsprozesses sowie die Rolle von Netzwerken, in denen Akteure wie Ingenieurinnen und Ingenieure, Start-ups etc. relativ gleichrangig an der Technikentwicklung zusammenarbeiten. Weyer unterscheidet dabei die Entstehungsphase, die Stabilisierungsphase und die Durchsetzungsphase der Technik, wobei es bis zum Schluss zur Rekonfiguration der Technik kommen kann.

In der Auseinandersetzung mit Weyer hat Hirsch-Kreinsen (2005) angemerkt, dass viele Technikentwicklungen eher in hierarchischen Koordinationsformen innerhalb von Unternehmen oder innerhalb von hierarchisch strukturierten Unternehmensnetzwerken entwickelt werden (ähnlich Dolata 2001). Über diesen Einwand hinaus kommt zudem die Frage von Macht und Hierarchie bei der Technikgenese ins Spiel, wenn die Analyse auch jene Akteure in die Betrachtung einbezieht, die von dem Technikeinsatz betroffen sind, im Technikgeneseprozess aber keine oder nur eine untergeordnete Stellung haben – in unserem Fall die Beschäftigten.

### 3.2 Labour Process Theory

Die Machtbeziehungen im Arbeitsprozess sind der Ausgangspunkt der Analyse von Technikgeneseprozessen in der Tradition der LPT. Dabei teilt die LPT mit den SCOT- und STS-Ansätzen die These der sozialen Konstruktion von Technologie – auch wenn ihr immer wieder der Vorwurf des Technikdeterminismus gemacht wird (Wajcman 2006). Zugleich bezieht die LPT in die Analyse auch die angestrebten und faktischen Effekte der Implementierung der Technologie im Arbeitsprozess ein. Hier teilt die LPT die Argumente, die in den letzten Jahren durch so genannte Socio-Materiality-Ansätze formuliert wurden (Orlikowski 2007; Leonardi 2012).

Am eingängigsten wurde der LPT-Ansatz in David Nobles (1979) bekannter Analyse der Einführung von NC-Werkzeugmaschinen (Numeric Control) in der amerikanischen Industrie der Nachkriegszeit formuliert. Noble unterscheidet drei unterschiedliche Phasen der Technikgenese: „design“, „deployment“ (im Folgenden „Bereitstellung“) und „actual use“ (im Folgenden „Anwendung“). Im Unterschied zu Weyers Betonung horizontaler Netzwerke betont Noble, dass die Design- und Bereitstellungsphase durch die Intentionen und Ideologie

machtvoller Akteure geprägt wird. Anhand der Analyse der Konkurrenz von zwei unterschiedlichen Automatisierungsansätzen (NC und „record-playback“, mit dem die an der Werkzeugmaschine ausgeführten Einstellungen auf einem Magnetband gespeichert und dann beliebig oft abgespielt werden konnten) zeigt Noble, dass sich jene Technik durchsetzte, die die Unterstützung staatlicher Investoren gewann (hier der Air Force) und die mit den herrschenden „managerial and engineering ideologies“ übereinstimmte. Das Management sah in der NC-Technologie einen Weg zur Schwächung der Position der Beschäftigten auf dem Shopfloor, indem die Erstellung der Programme auf Lochkarten in eigene Engineering-Abteilungen ausgelagert wurde. Noble betont, dass eine Reihe von Unternehmen den Begriff NC nicht als Bezeichnung für eine spezifische Technologie, sondern für ein neues und expertenbasiertes Produktionssystem benutzte. Diese Managementperspektive sah den menschlichen Einfluss im Arbeitsprozess vor allem als Fehlerquelle. Noble (1979, 30) argumentiert:

„Here the ideology of control emerges most clearly as a motivating force, an ideology in which human judgement is construed as ‚human error‘. But this ideology is itself a reflection of something else: the reality of the capitalist mode of production. The distrust of human beings by engineers is a manifestation of capital’s distrust of labor. The elimination of human error and uncertainty is the engineering expression of capital’s attempt to minimize its dependence upon labor by increasing its control over production.“

Eine Schwäche vieler LPT-Studien ist allerdings die unterkomplexe Ausarbeitung der Begriffe der „managerial“ und „engineering ideologies“. Diese werden oftmals schlicht mit dem Interesse an Kontrolle des Arbeitsprozesses identifiziert (so etwa in der klassischen Studie von Braverman 1974), was für eine zeit- und kontextsensible Analyse nicht ausreicht. Demgegenüber hat die spätere arbeitssoziologische Forschung gezeigt, dass Technikentwicklung und Technikeinsatz mit sehr unterschiedlichen Strategien im Hinblick auf Kontrolle des Arbeitsprozesses und die Nutzung von angelernter oder fachlich hoch qualifizierter Arbeit einhergehen kann (Hirsch-Kreinsen u.a. 1990; Schumann u.a. 1994; Krzywdzinski 2017). Aus der Sicht der STS hat Wajcman (2006) die Vorstellung homogener Interessen des Managements (bzw. des Kapitals) im Technikgeneseprozess kritisiert.

### 3.3 Managementideologien in der Industrie 4.0

Die Diskussion über Industrie 4.0 hat das Interesse an der Analyse von „engineering ideologies“ neu belebt. Allerdings liegen bislang nur übergreifende Darstellungen vor, die sich auf den öffentlichen Diskurs über Industrie 4.0 (bzw.

Digitalisierung im Allgemeinen) beziehen. Hirsch-Kreinsen (2017) analysiert Industrie 4.0 als ein „Technologieversprechen“. Er hebt hervor, dass der öffentliche Diskurs zu einer kollektiven Agenda mit einem erheblichen Einfluss auf Unternehmensakteure geworden ist. Der Diskurs selbst zeige aber einen ambivalenten Charakter. Einerseits weise er klare Merkmale eines Technikutopismus auf, andererseits konnten sich im Diskurs auch kritische Stimmen – etwa der Gewerkschaften – artikulieren, die die sozialen Risiken betonen (vgl. auch Pfeiffer 2017).

Mit dem Technikutopismus nimmt der Diskurs über Industrie 4.0 Elemente und Denkfiguren auf, die insbesondere im Silicon Valley entwickelt wurden (vgl. Boes u.a. 2015). Morozov (2013) hat das Technikverständnis des Silicon Valley als „Solutionismus“ bezeichnet. Unter diesem Begriff versteht er ein Denken, das annimmt, alle sozialen Probleme durch „smarte“ Technologien und auf diesen Technologien aufbauende Kontroll- und Anreizformen lösen zu können. Raffetseder, Schaupp und Staab (2017) interpretieren den Technikutopismus des Industrie-4.0-Diskurses als eine Wiederkehr kybernetischer Managementkonzepte, die auf technische Selbststeuerung setzen.

Was bislang weitgehend fehlt, sind konkrete empirische Analysen der Managementkonzepte bei der Einführung von Wearables bzw. digitalen Assistenzsystemen. Eine erste, auf einer empirischen Analyse eines Pick-by-voice-Systems in der Kommissionierung sowie eines Smartwatch-basierten Systems in der Logistik beruhende Studie von Niehaus (2017) fokussiert in der LPT-Tradition auf die Kontrollproblematik. Niehaus betont allerdings die Offenheit der Technologie und die hohe Varianz der Managementstrategien. Er unterscheidet tayloristische Ansätze, die Wearables zur stärkeren Kontrolle des Prozesses und der Beschäftigten nutzen, und „Autonomie“-Szenarien, in denen Wearables zur Informationsbereitstellung und Anreicherung des Arbeitsprozesses genutzt werden. Es bleibt allerdings offen, welche Faktoren die unterschiedlichen Szenarien herbeiführen und welche Strategien und Konzepte das Management sowie die Lösungsentwickler in den beiden von Niehaus untersuchten Fällen verfolgten. Auch andere Studien deuten darauf hin, dass digitale Assistenzsysteme mit unterschiedlichen Zielen eingeführt werden. In einer Fallstudie zur Einführung eines digitalen Assistenzsystems in der Instandhaltung dominieren Rationalisierungs- und Kontrollziele des Managements (Baethge-Kinsky u.a. 2018). In einem anderen Fallbeispiel einer Einführung der digitalen Werkerführung in einem Montagebereich (Kuhlmann u.a. 2018) überwiegen eher Motive der Erhöhung der Prozesssicherheit und der Vermeidung von Arbeitsunfällen.

### 3.4 Zusammenfassung

Aufbauend auf den SCOT- und STS-Ansätzen gehen wir davon aus, dass die Gestalt der Technologie nicht einfach eine Frage des technischen Fortschritts ist, sondern das Resultat eines Kommunikations- und Aushandlungsprozesses in einem Netzwerk von Akteuren. Derzeit befindet sich die Wearable-Technologie noch in der Design- bzw. Bereitstellungsphase, in der die Lösungsentwickler zusammen mit dem Management der Unternehmen, die die Technologie potenziell nutzen werden, an möglichen Einsatzformen arbeiten. Der Fokus unserer Analyse wird auf den Lösungsentwicklern liegen. In Anknüpfung an die LPT fragen wir zugleich, welche Verständnisse von Arbeit in den Technikgeneseprozess einfließen und ob Anliegen der Beschäftigten überhaupt Raum in der Technikentwicklung gegeben wird.

## 4 Daten und Methoden: Die Erforschung zukünftiger Arbeitswelten

Die in der vorliegenden Analyse verwendeten Daten wurden im Forschungsprojekt „Wearable Computing in Fertigung und Logistik“ erhoben, das von der Hans-Böckler-Stiftung gefördert wird. Die Neuheit verschiedener Wearable-Technologien und die Dynamik und (noch) vorhandene Offenheit der sie kennzeichnenden Technikentwicklungs- und Arbeitsgestaltungsprozesse erfordern ein qualitatives und explorativ-verstehendes Forschungsdesign.

In der ersten Phase des Forschungsprojekts 2017 wurden 16 Experteninterviews mit insgesamt 20 Personen durchgeführt, in denen die möglichen Nutzungsszenarien, der Entwicklungsstand der Technik sowie die Rolle der Lösungsentwickler im Fokus standen. In der zweiten Phase des Projekts werden ab 2018 Fallstudien in Betrieben durchgeführt – diese sind aber nicht Gegenstand dieses Artikels.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die durchgeführten leitfadengestützten Experteninterviews. Insgesamt 12 Interviews wurden mit Lösungsentwicklern in und außerhalb Deutschlands realisiert. Als Lösungsentwickler bezeichnen wir Unternehmen, die Wearables-Anwendungen entwickeln und explizit für den betrieblichen Einsatz anbieten. Ergänzt wurden diese durch Interviews mit Wissenschaftlern sowie durch zwei Interviews mit Experten aus Industrieunter-

nehmen, die sich zum Zeitpunkt der Erhebung in einem Projekt zusammen mit einem Lösungsentwickler befanden.<sup>1</sup>

Tab. 1: Experteninterviews

Anzahl Interviews	Anzahl Gesprächspartner	Interviewpartner	Land
6	7	Lösungsentwickler	Deutschland
6	6	Lösungsentwickler	USA, GB, Schweden
2	4	Wissenschaftler	Deutschland
2	3	Industrieunternehmen mit Anwendungsprojekten	Deutschland
16	20		

Die Auswertung erfolgte mittels inhaltlich strukturierender qualitativer Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2016). Hierbei kommt ein mehrstufiges Verfahren zur Bildung von Kategorien zum Einsatz. Nach erster Durchsicht des Materials wurde dieses anhand der Hauptkategorien „Verständnis von Arbeit“, „Mitbestimmung und Beteiligung“, „Motive“, „Daten und Content-Generierung“, „Lösungsentwickler“ sowie „Wearables-Markt“ codiert. Im nächsten Schritt wurden induktiv Subkategorien entwickelt. Die Subkategorien der für diesen Beitrag relevanten Kategorien sind in Tabelle 2 aufgeführt.

## 5 Engineering ideologies – „Arbeit“ im Verständnis der Lösungsentwickler von Wearables

Die bisherigen Ausführungen zeigen: Wearables sind ein technisch hoch dynamischer Gegenstandsbereich. Ihr Einsatz im Betrieb ist noch in einer frühen Phase der Aushandlung, in dem die Start-ups der Lösungsentwickler ein relevanter Akteur sind. Wir konzentrieren uns im Folgenden auf diese Akteursgruppe und ihre für die Gestaltung von Arbeit besonders relevanten Sichtweisen

<sup>1</sup> Mit einer einzigen Ausnahme waren alle interviewten Personen Männer. Wir werden daher aus Gründen der Einfachheit im Folgenden von Lösungsentwicklern sprechen.

und Erfahrungen. Dabei erscheinen uns zunächst die Motive der Implementierung von Wearables durch die Kundenunternehmen als zentral. Daran anknüpfend zeigen wir, welches Verständnis des Arbeitsprozesses Lösungsentwickler haben und inwieweit die Wearables als Kontrolltechnologie dienen. Schließlich zeichnen wir die erwarteten Auswirkungen auf die Arbeitsorganisation und die Sichtweise der Lösungsentwickler auf die Mitbestimmung nach.

**Tab. 2:** Kategorien der Analyse

Hauptkategorie	Subkategorien
Verständnis von Arbeit	Technik am Körper und Kontrolle Arbeitsorganisation und Qualifikation Ergonomie Interaktion
Mitbestimmung und Beteiligung	Betriebliche Mitbestimmung Beteiligung Einführungsprozesse
Motive	Rationalisierung Experimentieren IT-Systeme Innovationsfähigkeit
Lösungsentwickler	Fachlicher Hintergrund und Industrieerfahrung Use Cases

## 5.1 Motive der Implementierung von Wearables im Arbeitsprozess

Bemerkenswert ist, dass die Motive für die Durchführung von Wearables-Projekten von den Lösungsentwicklern als mehrschichtig wahrgenommen werden. Auf der einen Seite finden sich Projekte, in denen die Kundenunternehmen ganz eindeutig Rationalisierungsmotive im Hinblick auf Arbeit formulieren. Paradigmatisch für diesen Ansatz steht vor allem der Logistiksektor, in dem mit der Pick-by-voice-Technologie Wearables bereits in größerem Umfang praktisch genutzt werden. Die Steigerung der Prozessgeschwindigkeit bei gleichzeitiger Reduktion der Fehlerrate sei hier zentrales Ziel.

„Also wenn die Logistiker kommen, dann muss es sich von der ersten Sekunde halt rechnen.“

Lösungsentwickler Deutschland LE-D-5

An die Rationalisierungsmotive schließt etwas indirekt ein immer wieder vorkommendes Motiv die Erzeugung von Daten über den Arbeitsprozess und die Exploration von möglichen Nutzungsformen der Daten zwecks Prozessoptimierung an.

„Das ist auch das, was Kunden eigentlich schon erwarten ... Die würden sich wünschen, dass wir einfach automatisch die Prozesse optimieren können. Dass wir sagen, okay, jetzt sind wir so dicht am Prozess dran wie noch nie zuvor, wie könnte der Prozess jetzt aufgrund der Datenlage optimaler gestaltet werden? [...] Das sind halt so datengetriebene Lösungen, also die Daten analysieren und dann halt Produkte abzuleiten, Optimalprozesse, Ergonomieempfehlungen, was man halt so alles denken kann.“

Lösungsentwickler Deutschland LE-D-5

Zugleich berichten die Lösungsentwickler, dass die Motivlagen der Kundenunternehmen in vielen anderen Projekten durchaus vage und offen sind. Im Prinzip könnte dies bedeuten, dass hier erheblicher Gestaltungsspielraum, eine erhebliche „interpretative Flexibilität“ (Pinch/Bijker 1984) der Technologie besteht. In vielen Unternehmen wird mit möglichen Nutzungsformen experimentiert:

„Wir sind da wirklich offen, wir probieren es aus. Wir wissen nicht – ist die Datenbrille geeignet für die Produktion? Wir testen den Einsatz.“

Industrieunternehmen Deutschland U-D-1

Die Offenheit für das Ausprobieren unterschiedlicher Anwendungsfälle besteht nicht zuletzt dahingehend, dass manche Unternehmen die Implementierung der Wearables als einen Weg sehen, die so genannte Middleware zu entwickeln, um unterschiedliche mobile Geräte in die IT-Architektur einzubinden. Es geht in diesem Fall also weniger um die konkreten Geräte (etwa Datenbrillen) als um eine mittelfristige Überarbeitung der IT-Systeme.

„Das Wichtigste ist vielleicht die Middleware, denn diese ist ja unabhängig von einem bestimmten Gerät. Auch wenn wir den Einsatz der Datenbrille am Ende – zumindest vorläufig – verwerfen, haben wir ja die Middleware, die wir auch mit Tablets, Smartphones oder anderen Geräten nutzen können.“

Industrieunternehmen Deutschland U-D-1



Relevant erscheint von Unternehmensseite her auch das Motiv zu sein, sich mit neuen Technologien auseinanderzusetzen – und durch diese Auseinandersetzung nach außen hin Innovationsfähigkeit zu demonstrieren:

„Am Anfang war diese ganze Auseinandersetzung auch von der Managementebene so ein bisschen wohlwollend begleitet worden auch aus der Hinsicht, na ja, das ist jetzt eine innovative Auseinandersetzung mit einem interessanten Thema, das gute Presse macht, eine schöne Außendarstellung hat und jetzt primär gar nicht den Fokus hat, da Geld mit zu verdienen, sondern wir machen uns spannender, interessanter und wir machen uns für neue Mitarbeiter interessanter, wir werden wahrgenommen innerhalb und außerhalb des Konzerns.“

Unternehmen Deutschland U-D-2

## 5.2 „Unser Ziel ist eigentlich, dem Arbeiter das Leben leichter zu machen“ – wie verstehen Lösungsentwickler den Arbeitsprozess?

Die fachlichen Hintergründe der von uns interviewten Lösungsentwickler sind divers, es dominieren aber Informatik und Betriebswirtschaft. Ihnen gemeinsam ist, dass selten eine spezifische Vorbildung hinsichtlich Produktionstechnik bzw. der Bereiche besteht, in denen sie Wearables-Anwendungen implementieren. Das für diese Implementierungen notwendige Prozesswissen wird in einigen Interviews als etwas dargestellt, das sich die Personen im Rahmen ihrer Tätigkeit aneignen könnten. Dementsprechend beziehen sich die Lösungsentwickler in ihrer Einschätzung der Auswirkungen der Technologien auf Arbeit nicht auf existierende Konzepte aus dem Bereich der Arbeitswissenschaft, sondern auf ihre Eindrücke und Erfahrungen.

In vielen Interviews betonen die Lösungsentwickler, dass der Einsatz von Wearables positive Auswirkungen auf Arbeit aufgrund der Möglichkeit einer ergonomischeren Arbeitsgestaltung haben könne. Dies soll dadurch gewährleistet werden, dass das Arbeiten ‚hands free‘ möglich und der „lästige Teil der Arbeit“, wie beispielsweise die Informationsbeschaffung oder unnötige Laufwege, minimiert würden. Dies seien ungeliebte Tätigkeiten, sodass man hier positive Resonanz von den Beschäftigten erlange. Gleichzeitig birgt eine solche ergonomische Optimierung unseres Erachtens das Risiko der Verdichtung ‚produktiver‘ Arbeitsanteile – und damit einer Intensivierung der Arbeit.

„Ich glaube, die meisten nehmen das tatsächlich als Bereicherung wahr, weil wir halt den lästigen Anteil der Arbeit minimieren. Die Arbeit an sich verändert sich ja nicht.“

Lösungsentwickler Deutschland LE-D-5

Hervorzuheben ist an dieser Stelle die auffällig isolierende Betrachtungsweise des Arbeitsprozesses, die immer einzelne Arbeitsplätze in den Blickpunkt nimmt und zu optimieren trachtet – auf die Implikationen im Hinblick auf Arbeitsorganisation werden wir weiter unten eingehen. Hervorzuheben ist auch, dass in einem Teil der Interviews die menschlichen Arbeitskräfte als eine potenzielle Fehlerquelle im Arbeitsprozess gesehen werden. Die Optimierung der Ergonomie hat dabei auch den Sinn, potenzielle Fehlerquellen zu beseitigen.

In einigen Interviews werden aber die Gefahren einer Entmächtigung der Arbeitskräfte von den Lösungsentwicklern durchaus thematisiert:

„Also aus unternehmerischer Sicht will man natürlich die Prozesse absichern, da will man natürlich irgendwie den Freiheitsgrad minimieren, weil dieser Freiheitsgrad, der bringt halt Fehlerquoten und Varianzen und was weiß ich, diese ganzen Probleme. Aus der humanistischeren Perspektive denkt man sich natürlich manchmal schon sehr, was macht man denn da eigentlich, ne, würde man selber so arbeiten wollen?“

Lösungsentwickler Deutschland LE-D-5

### 5.3 Neue Kontrollformen der Arbeit als Preis ergonomischer Verbesserung?

Die großen Gewinne im Hinblick auf Arbeitsergonomie und Produktionseffizienz sind aus der Sicht der Lösungsentwickler vor allem dann zu erreichen, wenn Daten aus Arbeitsprozessen umfassend erfasst und ausgewertet werden. Diskutiert werden beispielsweise Situationen, in denen die Technologie erkennt, ob eine Person den ersten Tag nach dem Urlaub da ist oder gerade ein Werkstück bearbeiten soll, das lange nicht mehr im Produktionsprogramm vorkam. Andere genannte Beispiele beziehen sich auf sogenannte „leistungsgewandelte“ Beschäftigte (also z.B. Personen, die aufgrund gesundheitlicher Einschränkungen nicht mehr taktgebunden arbeiten können), wobei Wearables diese Menschen bei Arbeitsvorgängen individualisiert unterstützen könnten.

„Wenn man sich mal das Potenzial anguckt, über die Nutzung [...] der Daten. Ich bin da noch gar nicht mal unbedingt bei Vitaldaten, aber allein bei dem Positionsthema und bei einer gewissen Verhaltenshistorie, die mitarbeiterbezogen ist. Da kann man viel machen und da kann man auch viele überflüssige Tätigkeiten vermeiden, die heute keinem Spaß machen. Informationssuche, Informationsklärung ist immer so ein Thema, über das keiner in der Praxis so richtig redet. Und da bietet das natürlich einen großen Hebel. Da muss ich aber auch Daten nutzen, die ich heute nicht nutzen kann und nicht nutzen will. [...] [Man könnte] Arbeitsplätze komplett individualisieren, immer in Klammer, solange Individualisierung nicht im krassen Gegensatz zu der Produktivität steht. Aber dass man halt seine Einstellung mitbringt: [...] Der Arbeitsbereich, der hat halt auch meine Körperhöhe,

wie ist das Material greifbar [...], je nachdem, ob ich Links- oder Rechtshänder bin. Mein Arbeitstakt passt sich vielleicht noch ein bisschen an meine momentane Situation an. Das kann jetzt abgefahren mein Puls sein, das kann aber auch, glaube ich, ein bisschen einfacher umsetzbar die Frage sein, wann ich das letzte Mal so was Ähnliches bearbeitet habe oder ob ich gerade aus dem Urlaub zurückkomme oder schon eine Weile da war oder ob ich grade einen Fehler hatte oder nicht.“

Forscher Deutschland EF-D-1

Den Lösungsentwicklern ist dabei die potenzielle Nutzung dieser Technologien zur Kontrolle der Beschäftigten sehr bewusst, allerdings verweisen die interviewten Personen immer wieder auf die Chancen bei der Verbesserung der Arbeitsergonomie und auf die Möglichkeit des Ausschaltens der Geräte durch die Beschäftigten, um so der Kontrolle zu entgehen:

„In gewisser Weise profitiert auch das Unternehmen davon, aber in erster Linie der Mitarbeiter. Möglich wäre zum Beispiel vielleicht, den Wert zu speichern, wann es besonders stressig für ihn war.“

Lösungsentwickler Deutschland LE-D-4

Hinsichtlich der Erfassung und Auswertung der Daten wird in einem Interview der Vergleich zur privaten Smartphone-Nutzung bemüht, bei der die meisten Menschen bereits freiwillig bewusst oder unbewusst eine Vielzahl personenbezogener Daten preisgeben. Dementsprechend wäre auf der betrieblichen Ebene die bessere Ergonomie mit der Zurverfügungstellung personenbezogener Daten erkaufte und man könnte erwarten, dass die Akzeptanz dieser Datennutzung durch die Beschäftigten hoch wäre:

„Wir haben ja bereits etwas, was mehr oder weniger so funktioniert und das sind unsere Smartphones, die derart viele Informationen über uns sammeln. Da unterscheiden sich die Datenbrillen gar nicht so groß. Es wird sich mit der Zeit anpassen.“

Lösungsentwickler Deutschland LE-D-3

Besonders brisant werden die Kontrollmöglichkeiten bei den Nutzungsszenarien, in denen die Wearables die Körperfunktionen der Beschäftigten erfassen und so Aussagen über ihre Fitness, Leistungsfähigkeit bis hin zur Gesundheit erhalten würden. Die Frage, welche Rolle es spielt, dass sich die Technik direkt am Körper befindet, wird neben der Diskussion des ‚Aus-Knopfs‘ von einem Technikentwickler auch dahingehend diskutiert, welche Funktionen überhaupt eingebaut werden sollten:

„Wir diskutieren im Team, ob wir den Pulsmesser mit einbauen oder nicht [...]. Also ist es wirklich so sinnvoll, überzeugen uns die positiven Funktionen so sehr, dass sie die negativen Funktionen überwiegen? Also der Horrorfall ist, der Puls steigt, wenn sich zwei Ar-

beiter treffen; der Puls steigt, weil der eine in den anderen verliebt ist – und ich kann so rauskriegen, dass der homosexuell ist. So könnte ich den Datensatz deuten. Und das ist eine Gefahr, die ist irgendwie da. Wie können wir das verhindern? Bauen wir den Sensor da gar nicht erst ein? [...] Verschlüsseln wir den [Datensatz] schon, sodass der Kunde diesen Datensatz nie sehen wird oder nie kriegen wird? Dann haben wir eine große Verantwortung über diesen Datensatz. Wollen wir uns dieser Verantwortung stellen oder sagen wir uns: ‚Ach, dann nehmen wir die Daten gar nicht erst auf‘, weil das halt sehr persönlich ist?“

Lösungsentwickler Deutschland LE-D-1

Deutlich wird hier, dass den Lösungsentwicklern die Ambivalenz der von ihnen entwickelten Technik durchaus bewusst ist.

## 5.4 Arbeitsorganisation – ein Nicht-Thema

Der Fokus der Lösungsentwickler auf Optimierung und ergonomische Verbesserung an einzelnen Arbeitsplätzen geht mit einer weitgehenden Ausblendung von Fragen der Arbeitsorganisation und Arbeitsteilung im Betrieb einher. Unsere Interviews mit Lösungsentwicklern zeigen, dass Wearables in erster Linie in bestehende Arbeitsprozesse eingebaut werden und es kaum Versuche gibt, die Einführung der Technologie als Anlass für eine grundlegende Umgestaltung der Arbeitsorganisation zu nutzen.

„In den Arbeitsszenarien, die ich kennen gelernt habe, [ist es] eben so, dass man den Arbeitsprozess belassen hat, wie er war, und die Datenbrille als neues Arbeitsmittel jetzt da reingeschüttet hat. Das passt mal besser und mal schlechter, mal gibt man sich ein bisschen mehr Mühe bei der Anpassung, mal ein bisschen weniger.“

Forscher Deutschland EF-D-2

Allerdings wird von den Lösungsentwicklern bei der Frage möglicher Spielräume für eine Neugestaltung der Arbeitsorganisation auf den noch unreifen Stand der Wearable-Technologie verwiesen. Das grundsätzliche Ziel der technologischen Entwicklung wird darin gesehen, dass die Beschäftigten die Wearables-Anwendungen gemäß ihren Bedürfnissen konfigurieren können. Die Softwaresysteme müssen also anpassungsfähig werden und die Nutzung von Beschäftigten mit unterschiedlichen Qualifikationsniveaus, Prozesskenntnissen und auch mit unterschiedlichem Unterstützungsbedarf erlauben. Allerdings betonen die interviewten Personen, dass die Softwaretechnologie für Wearables noch bei Weitem nicht eine solche Anpassungsfähigkeit habe.

„Wir wollen dahin, dass man wirklich alles selber sich zusammenbaut und konfiguriert, von der Maschine bis hin zu den einzelnen Softwarekomponenten – und das alles sehr,

sehr einfach. Also wirklich drag and drop. Da sind wir leider noch nicht, [...] da sind wir grad mitten in der Entwicklung, [...] dass da sich der Werker oder der Meister eine neue Maschine hinzufügt, [dass er angibt,] ich möchte folgende Maschine haben, folgende Infos brauche ich.“

Lösungsentwickler Deutschland LE-D-4

Thematisiert werden von den Technikentwicklern die Auswirkungen der Einführung von Wearables auf die Kommunikation im Betrieb. Diese Auswirkungen werden durchaus ambivalent beurteilt. Auf der einen Seite könnten die Wearables mehr Kommunikation ermöglichen:

„[Wenn] auf der Smartwatch die Meldung erscheint: ‚Geh wieder zu der Maschine, jetzt ein neues Teil einlegen‘ – oder was auch immer –, ich kann jetzt aber grad da nicht hingehen, dann kann ich mir auch über die Smartwatch Unterstützung rufen. Das heißt, ich sage, ich möchte an der Maschine Unterstützung, drücke auf einen Button, dann wird es broadcastet an die anderen Smartwatches von den anderen Workern und die können dann den Auftrag annehmen oder nicht annehmen. Und so hat man praktisch eine Selbstorganisation.“

Lösungsentwickler Deutschland LE-D-4

Zugleich könnten die Wearables aber auch isolieren, weil sie Möglichkeiten einer nicht vom IT-System gesteuerten Kommunikation einschränken:

„Natürlich muss ich jetzt sagen, ich habe jetzt nicht mehr den Weg zum Messraum und kann nicht mehr mit meinem Kumpel im Messraum sprechen – ja, tatsächlich ist das ein Thema.“

Lösungsentwickler Deutschland LE-D-4

## 5.5 Funktionelle Sicht auf betriebliche Mitbestimmung und Beteiligung

Fast alle Wearables-Anbieter kommen im Zuge der Einführung ihrer Produkte in Unternehmen mit der betrieblichen Mitbestimmung in Berührung, denn der Einsatz von Wearables berührt eine Reihe von Mitbestimmungsrechten der Betriebsräte nach § 87 (1) des Betriebsverfassungsgesetzes. Die Nutzung von Wearables könnte einen Einfluss auf Beginn und Ende der Arbeitszeit sowie Arbeitspausen haben, etwa wenn die Mitarbeiter durch Störungsmeldungen per Wearables in der Pause unterbrochen werden. Auch stellen sie technische Anwendungen dar, die das Verhalten und die Leistung von Mitarbeitern überwachen können. Offen ist, inwieweit das Tragen von Wearables das Risiko für Arbeitsunfälle und Krankheiten erhöht. Weiterhin können sich durch Wearables

die Arbeitsaufgaben verändern und damit können sie Einfluss auf die Eingruppierung in die Entgeltgruppen nehmen.

In den meisten Interviews wird von den Lösungsentwicklern die Einbeziehung des Betriebsrats (bzw. der Beschäftigtenvertretung allgemein) in die Technikentwicklung als sehr wichtig bezeichnet – ein überraschender Befund. Als durchaus unterstützend werden Betriebsräte von den von uns interviewten Lösungsentwicklern im Zusammenhang mit ergonomischen Verbesserungen wahrgenommen. Jene Lösungsentwickler, die bereits Projekte in Industrieunternehmen durchgeführt hatten, betonten zudem, dass eine Einbeziehung des Betriebsrats bereits zu Beginn der Projekte notwendig ist, um die erfolgreiche Durchführung nicht zu gefährden:

„Also ich halte es auf jeden Fall für sinnvoll, den Betriebsrat mit einzuziehen [...]. Teilweise haben die ja durchaus eine gewisse Macht und können so ein Projekt deutlich ins Stocken bringen. Insofern finde ich das gut, wenn man den Betriebsrat von Beginn an involviert.“

Lösungsentwickler Deutschland LE-D-5

Zugleich thematisieren die Lösungsentwickler in einer Reihe der von uns durchgeführten Interviews, dass Mitbestimmung im Zusammenhang mit der Aufzeichnung und Auswertung von Daten auch als Einschränkung wirkt, die teilweise die Nutzung der Technikpotenziale erschwert:

„Ich glaube, wir könnten viel mehr Daten erfassen, es gibt aber dazu aber eine Betriebsvereinbarung, welche Daten erfasst werden dürfen und welche nicht. Das sind ein paar Hürden, durch die ist man sehr eingeschränkt. Solche Daten, die man da noch zusätzlich erfassen könnte, um einen Mehrwert zu kriegen. [...] Also zum Beispiel in der Produktion, wo wir waren, hatte keiner eine Ahnung, wie häufig ein Werker eigentlich in den Werkraum läuft, um zu überprüfen, ob Teile in Ordnung oder nicht in Ordnung sind [...]. Wäre eine spannende Sache, über Werte das rauszufinden. Leider ist da wieder der Betriebsrat, der versucht, das so stark wie möglich zu verhindern, dass man personenbezogene Daten wie Vitaldaten auswertet. Man müsste das natürlich sehr personenbezogen haben, um zu wissen, was da stattgefunden hat. Das bringt natürlich auch Risiken mit sich.“

Lösungsentwickler Deutschland LE-D-4

Oft geht aus den Interviews nicht hervor, wie der Kontakt zwischen dem Lösungsentwickler und dem Betriebsrat im Detail funktioniert. Es gibt im Sample das Beispiel eines Lösungsentwicklers, der im Interview mehrere Aussagen über Betriebsräte tätigt, zum Beispiel dazu, wann ein Betriebsrat Wearables-Anwendungen eher unterstützend gegenübersteht und wann ablehnend. Gegen Ende des Interviews erwähnt er dann, dass er kaum direkten Kontakt zum Betriebsrat hat. Wir können an dieser Stelle nur vermuten, dass diese Sichtweise der Lö-

sungsentwickler die Darstellung des Managements über die Rolle des Betriebsrats widerspiegelt – auch in anderen Interviews finden sich dazu Hinweise.

„Also ich habe zumindest nicht mit dem Betriebsrat [gesprochen], außer dass ich dort vor Ort bin, dass ich mich mit dem mal ein bisschen intensiver unterhalten habe. Jetzt wenn ich per Remote mit dem kommuniziere, ist der Betriebsrat keiner der Akteure, mit denen ich aktiv kommuniziere.“

Lösungsentwickler Deutschland LE-D-5

Die Sichtweise auf betriebliche Mitbestimmung ist also insgesamt ambivalent. Dies könnte dadurch erklärt werden, dass Kundenunternehmen ihre Sichtweise an die Lösungsentwickler weitergeben. Einer grundsätzlichen Zustimmung zur Mitbestimmung steht eine teilweise skeptische Wahrnehmung der Betriebsräte als „Bremser“ gegenüber. Zumindest in einigen Interviews hängt dies mit einem „funktionellen“ Verständnis von Mitbestimmung zusammen: Die Rolle der Betriebsräte wird vor allem in der Generierung von Unterstützung gesehen.

## 6 Schlussfolgerungen

Unsere Darstellung zeigt, dass sich die Wearable-Technologie – zumindest im Hinblick auf ihren betrieblichen Einsatz – noch in der Entstehungsphase befindet und noch eine Reihe von technischen Problemen gelöst und Standards entwickelt werden müssen. Es ist noch eine Vielzahl von Gestaltungsentscheidungen zu treffen: Welche Sensoren werden eingebaut (z.B. Pulsmesser), welche Funktionalitäten werden definiert, wie werden die Wearables in die IT-Infrastrukturen der Unternehmen eingebunden? Die STS- und SCOT-Forschung zeigt, dass sich hier die Technologien durch Aushandlungsprozesse zwischen Akteuren noch wandeln können.

Welche Positionen nehmen dabei Lösungsentwickler ein? Unsere Interviews zeigen ein ambivalentes Bild. Auf der einen Seite betonen die Lösungsentwickler die Bedeutung der Einbeziehung von Beschäftigten und ihrer Interessenvertretung in die Technikentwicklung und heben Potenziale für die Verbesserung der Arbeit heraus. Zugleich zeigen sich in etlichen der Interviews Verengungen: Dazu zählt erstens die Wahrnehmung menschlicher Arbeitskräfte als potenzielle Fehlerquellen im Arbeitsprozess, die es technisch zu kontrollieren gilt – eine Wahrnehmung, die seit langer Zeit in der Forschung und auch Praxis immer wieder in Frage gestellt wird (Kern/Schumann 1984), sich aber zugleich als sehr beständig erweist. Zweitens werden die Funktionalitäten der Wearables sehr stark mit dem Fokus auf die Optimierung einzelner Arbeitsplätze disku-

tiert. Es fehlt teilweise eine umsichtige Herangehensweise, die die Arbeitsorganisation und die innerbetriebliche Arbeitsteilung übergreifend ins Auge fasst und darüber nachdenkt, welche Funktionalitäten der Software hier benötigt würden.

Die im Fall der Wearables zu beobachtenden „engineering ideologies“ der Lösungsentwickler sind also differenzierter, als sie etwa in den klassischen Beiträgen der LPT beschrieben werden. Wenngleich Kontroll- und Rationalisierungsinteressen vorhanden sind, so finden sich zugleich auch die Betonung von Ergonomieaspekten und ein klarer Blick für die Überwachungsgefahren, die mit der Wearable-Technologie einhergehen. Die Positionen der Lösungsentwickler spiegeln hier die Ambivalenz der öffentlichen Diskussion über Industrie 4.0 wider, in der sich ebenfalls sowohl utopische als auch dystopische Elemente finden (vgl. Hirsch-Kreinsen 2017; Butollo u.a. 2018). In manchen Äußerungen der Lösungsentwickler klingt der „Solutionismus“ des Silicon Valley (Morozov 2013) an, der auf die technische Lösung sozialer Probleme setzt. Allerdings benennen die Lösungsentwickler zugleich klar die Grenzen und Gefahren der Technologie, was wohl daran liegt, dass sie sich in einer Vielzahl von Entwicklungs- und Pilotprojekten in Kooperation mit unterschiedlichen Unternehmen befinden, in denen ihnen die gegenwärtigen Restriktionen der Wearable-Technologie sehr deutlich werden.

Anzumerken ist, dass die Wearable-Technologie durchaus Potenziale bietet. Gerade durch die Möglichkeit der Individualisierung der Assistenzsysteme kann Flexibilität für Beschäftigte ermöglicht werden. Kürzere Arbeitszeiten bis hin zur Teilzeitarbeit oder flexible Abwesenheitszeiten etwa für Erziehungsaufgaben oder Pflege haben ja die Folge, dass Beschäftigte immer wieder aus dem Arbeitsprozess herausgenommen werden. Wenn die Einsatzflexibilität und Rotation von Aufgaben mit den Qualitäts- und Produktivitätsanforderungen in Einklang gebracht werden soll, kann eine Unterstützung von Beschäftigten bei der Ausführung von Arbeitsaufgaben hilfreich sein. Eine solche Individualisierung der Assistenzsysteme bedarf aber neuer Lösungen im Hinblick auf Datenerfassung und auch Datennutzung. Die Lösungsentwickler diskutieren diese Fragen sehr differenziert. Betont wird immer wieder, dass sich die Potenziale der Wearable-Technologie erst mit einer umfassenden Vernetzung und Nutzung der im Arbeitsprozess erhobenen Daten heben lassen, dass aber diese Datenerfassung auch Gefahren birgt. Hier wird in Zukunft ein zentrales Feld für betriebliche Arbeitspolitik liegen.

Dabei werden die in Deutschland geltenden Regeln des Datenschutzes und der Mitbestimmung von den Lösungsentwicklern als sehr streng angesehen. Es könnte daher erwartet werden, dass Wearables-Anwendungen im Ausland an-



ders gestaltet werden – unsere Interviews legen zum Teil einen offensiveren Umgang mit der Technologie an Standorten außerhalb Deutschlands nahe.

Dies wirft die Frage auf, inwiefern Betriebsräte in der Lage sind, die Konsequenzen bestimmter Gestaltungsalternativen zu bewerten und sich in die Aushandlungsprozesse einzuschalten. Bisher wird betriebliche Mitbestimmung von den Lösungsentwicklern relativ funktional gesehen, also vor allem als Legitimation und weniger als wichtiger Input. Hier gilt es, Kompetenzen in den Betriebsräten aufzubauen, Beratungsangebote zu entwickeln und auch Kenntnisse sinnvoller Nutzungsfälle zu verbreiten.

## Literatur

- Acatech (2016): Innovationspotentiale der Mensch-Maschine-Interaktion. München: Acatech Impuls
- Baethge-Kinsky, V., K. Marquardsen, K. Tullius (2018): Perspektiven industrieller Instandhaltungsarbeit; in: WSI Mitteilungen, 71, 3, 174–181
- Barfield, W., K. Baird, J. Shewchuk, G. Ioannou (2001): Applications of Wearable Computers and Augmented Reality to Manufacturing; in: W. Barfield, T. Caudell (Hg.): Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality. Mahwah, 695–713
- Baumann, H. (2013): Order Picking Supported by Mobile Computing. Dissertation. Bremen
- Bijker, W. (1987): The Social Construction of Bakelite: Toward a Theory of Innovation; in: W. Bijker, T. Hughes, T. Pinch (Hg.): The Social Construction of Technological Systems. Cambridge, MA, 159–187
- Boes, A., A. Bultemeier, K. Gül, T. Kämpf, B. Langes, T. Lühr, K. Marrs, A. Ziegler (2015): Zwischen Empowerment und digitalem Fließband: Das Unternehmen der Zukunft in der digitalen Gesellschaft; in: T. Sattelberger, I. Welpel, A. Boes (Hg.): Das demokratische Unternehmen. Freiburg/München, 57–73
- Braverman, H. (1974): Labor and monopoly capital: The degradation of work in the twentieth century. New York
- Butollo, F., U. Jürgens, M. Krzywdzinski (2018): Von Lean Production zur Industrie 4.0: Mehr Autonomie für die Beschäftigten?; in: Arbeits- und Industriesoziologische Studien, 11, 2, 75–90
- Dolata, U. (2001): Risse im Netz – Macht, Konkurrenz und Kooperation in der Technikentwicklung und -regulierung; in: G. Simonis, R. Martinsen, T. Saretzki (Hg.): Politik und Technik. Analysen zum Verhältnis von technologischem, politischem und staatlichem Wandel am Anfang des 21. Jahrhunderts. Wiesbaden, 37–54
- Günther, W., N. Blomeyer, R. Reif, M. Schedlbauer (2009): Pick-by-vision: Augmented Reality unterstützte Kommissionierung. Garching
- Hirsch-Kreinsen, H. (2005): Wirtschafts- und Industriesoziologie. Grundlage, Fragestellungen, Themenbereiche. Weinheim/München
- Hirsch-Kreinsen, H. (2017): Industrie 4.0 als Technologieversprechen. Soziologisches Arbeitspapier Nr. 46. Dortmund

- Hirsch-Kreinsen, H., R. Schultz-Wild, C. Köhler, M. von Behr (1990): Einstieg in die rechnerintegrierte Produktion: alternative Entwicklungspfade der Industriearbeit im Maschinenbau. Frankfurt am Main
- Hobert, S., M. Schumann (2017a): Enabling the Adoption of Wearable Computer in Enterprises – Results of Analyzing Influencing Factors and Challenges in the Industrial Sector; in: Proceedings of the 50<sup>th</sup> Hawaii International Conference on System Sciences 2017, 4276–4285
- Hobert, S., M. Schumann (2017b): Wearable Computer im Industriesektor. Aktueller Stand der Forschung und empirische Erkenntnisse aus der Praxis zum Einsatz von Augmented Reality Anwendungen im Industriesektor. Arbeitsbericht 01/2017 der Professur für Anwendungssysteme und E-Business, Georg-August-Universität Göttingen.  
<https://publikationen.as.wiwi.uni-goettingen.de/getfile?DateiID=736>
- Kern, H., M. Schumann (1984): Das Ende der Arbeitsteilung? Rationalisierung in der industriellen Produktion. München
- Krzywdzinski, M. (2017): High-Wage and Low-Wage Approaches to High-Tech Manufacturing in the Automotive Industry; in: *New Technology, Work and Employment*, 32, 3, 247–267
- Kuckartz, U. (2016): Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. Weinheim und Basel
- Kuhlmann, M., B. Splett, S. Wiegrefe (2018): Montagearbeit 4.0? Eine Fallstudie zu Arbeitswirkungen und Gestaltungsperspektiven digitaler Werkerführung; in: *WSI-Mitteilungen*, 71, 3, 183–188
- Langer, T., J. Stoldt, D. Bolev, M. Putz (2016): Ortsunabhängige Mitarbeiterbindung in der Fertigung. Gestaltungshilfen für flexible Produktionssysteme in der Industrie 4.0; in: *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 111, 5, 302–305
- Leonardi, P. (2012): Materiality, Sociomateriality, and Socio-Technical Systems: What Do These Terms Mean? How Are They Different? Do We Need Them?; in: P. Leonardi, B. Nardi, J. Kallinikos (Hg.): *Materiality and Organizing: Social Interaction in a Technological World*. Oxford, 25–48
- Morozov, E. (2013): *To Save Everything, Click Here. Technology, Solutionism and the Urge to Fix Problems That Don't Exist*. London
- Niehaus, J. (2017): *Mobile Assistenzsysteme für Industrie 4.0. Gestaltungsoptionen zwischen Autonomie und Kontrolle*. Düsseldorf
- Noble, D. (1979): *Social Choice in Machine Design: The Case of Automatically Controlled Machine Tools*; in: A. Zimbalist (Hg.): *Case Studies on the Labor Process*. New York, 18–50
- Orlikowski, W. (2007): *Sociomaterial Practices: Exploring Technology at Work*; in: *Organization Studies*, 28, 9, 1435–1448
- Pezzlo, R., E. Pasher, M. Lawo (Hg.) (2009): *Intelligent Clothing. Empowering the Mobile Workers by Wearable Computing*. Heidelberg
- Pfeiffer, S. (2017): *Industrie 4.0 in the Making – Discourse Patterns and the Rise of Digital Despotism*; in: K. Briken, S. Chillias, M. Krzywdzinski, A. Marks (Hg.): *The New Digital Workplace*. London, 21–41
- Pinch, T. F., W. E. Bijker (1984): *The social construction of facts and artifacts: Or how the sociology of science and technology might benefit each other*; in: *Social Studies of Science*, 14, 399–441
- Raffetseder, E.-M., S. Schaupp, P. Staab (2017): *Kybernetik und Kontrolle. Algorithmische Arbeitssteuerung und betriebliche Herrschaft*; in: *Prokla*, 187, 227–247

- Regenbrecht, H., G. Baratoff, W. Wilke (2005): Augmented Reality Projects in Automotive and Aerospace Industry; in: IEEE Computer Graphics and Applications, November/December 2005
- Schumann, M., V. Baethge-Kinsky, M. Kuhlmann, C. Kurz, U. Neumann (1994): Trendreport Rationalisierung. Automobilindustrie, Werkzeugmaschinenbau, Chemische Industrie. Berlin
- Wajcman, J. (2006): New connections: social studies of science and technology and studies of work; in: Work, Employment and Society, 20, 4, 773–786
- Weyer, J., U. Kirchner, L. Riedl (1997): Technik, die Gesellschaft schafft: Soziale Netzwerke als Ort der Technikgenese. Berlin