

# BEITRÄGE AUS DER FORSCHUNG

## Band 207

Hartmut Hirsch-Kreinsen

### Technik und Arbeit

„Bringing technology back in“



sfs

## **Impressum**

**Beiträge aus der Forschung, Band 207**

**ISSN: 0937-7379**

**Dortmund 2021**

Sozialforschungsstelle Dortmund (sfs)

Fakultät Sozialwissenschaften | Technische Universität Dortmund

Evinger Platz 17

D-44339 Dortmund

Tel.: +49 (0)2 31 – 755-1

Fax: +49 (0)2 31 – 755-90205

Email: [information.sfs@tu-dortmund.de](mailto:information.sfs@tu-dortmund.de)

[www.sfs-dortmund.de](http://www.sfs-dortmund.de)

Hartmut Hirsch-Kreinsen

## Technik und Arbeit

### „Bringing technology back in“

#### Zusammenfassung

Mainstreamauffassung der sozialwissenschaftlichen Technik- und Arbeitsforschung ist, dass technikdeterministische Auffassungen zu verwerfen sind. Daher bleibt die arbeitssoziologische Frage nach dem *Verhältnis von Technik und Arbeit* bis heute, insbesondere im Zusammenhang mit der Diffusion digitaler Techniken vielfach unterbelichtet. Dieser Frage soll im vorliegenden Beitrag nachgegangen werden. Ausgangsthese ist, dass Technologie bzw. Technik als Moment sozialer Ordnungsbildung eng mit Arbeit verschränkt sind. Davon ausgehend wird am Beispiel digitalisierter Industriearbeit argumentiert: Erstens, mit Digitalisierung wird eine organisationstechnologische Infrastruktur als globaler Rahmen für Arbeit generiert. Zweitens, für Arbeit verbinden sich damit funktional unverzichtbare Übersetzungsleistungen zwischen virtueller und realer Arbeitsebene. Drittens, deren konkrete Ausführung wird bestimmt vom jeweiligen Technikdesign und Kopplungsmodi zwischen Technik und Arbeit auf der Ebene von Arbeitsprozessen. Viertens, Prozesse der Implementation und Aneignung digitaler Techniken auf der lokalen Ebene sind hierbei als modifizierende Faktoren zu begreifen. Abschließend wird metaphorisch die Formel von einem „soft“ Determinismus vorgeschlagen.

#### Abstract

Mainstream opinion of sociological research on technology and work is that technological determinism has to be rejected. Therefore, the question of the relationship between technology and work remains largely underexposed to this day, especially concerning the diffusion of digital technologies. This question will be discussed in this paper. The starting thesis is that technology has to be regarded as a moment in the formation of social order. Following this, based on the empirical example of digitized industrial work it will be argued: First, with digitization a digital infrastructure is generated as a global framework for work. It can be termed as organization technology. Second, for work translation tasks between the virtual and real work level are functionally indispensable. Thirdly, the pattern of these translation tasks is influenced by the design of digital systems and the resulting coupling modes between technology and work on the local level of work processes. Fourth, processes of the implementation and utilization of digital technologies on the local level are to be understood as modifying factors for the emerging relation between technology and work. Finally, metaphorically, the formula of a “soft” determinism is proposed.

## Inhalt

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 1. Einleitung.....                                           | 3  |
| 2. Technologie und Technik.....                              | 5  |
| 3. Digitalisierung und Arbeit – zum Stand der Forschung..... | 6  |
| 3.1 Technologiefunktionen .....                              | 6  |
| 3.2 Multifunktionalität .....                                | 8  |
| 3.3 Zwischenresümee .....                                    | 10 |
| 4. Diskussion .....                                          | 11 |
| 4.1 Zentralität von Organisationstechnologie .....           | 11 |
| 4.2 Unverzichtbare Übersetzungsleistungen.....               | 13 |
| 4.3 Technikdesign und Kopplungsmodi .....                    | 15 |
| 4.4 Implementation und Aneignung .....                       | 17 |
| 5. Fazit.....                                                | 18 |
| Referenzen .....                                             | 19 |

## 1. Einleitung

Mit der von Ulrich Dolata und Raimund Werle im Jahr 2007 geprägten Formel „Bringing technology back in“ soll an einen aktuell wieder relevant gewordenen sozialwissenschaftlichen Diskurs angeknüpft werden (vgl. Dolata/Werle 2007), der nach den sozialen Konsequenzen des technischen Wandels fragt. Seine aktuelle Bedeutung gewinnt dieser Diskurs auf Grund der laufenden gesellschaftspolitischen und wissenschaftlichen Debatte über die Konsequenzen neuer digitaler Techniken für die soziale und ökonomische Entwicklung. Einerseits werden optimistische, ja geradezu technikutopische Erwartungen formuliert, wonach digitale Techniken das zentrale Mittel der Wahl für die Bewältigung vielfältiger gesellschaftlicher Herausforderungen sind. Insbesondere gelten sie als unverzichtbar, um die gegenwärtigen sozialen und ökonomischen Verwerfungen zu bewältigen. Andererseits sind pessimistische, ja technikdystopische Perspektiven und Prognosen gleichfalls prägend für diesen gesellschaftlichen Diskurs.

Dieser Diskurs berührt die alte sozialwissenschaftliche Frage, inwieweit Technik sozialen Wandel anstößt, in welche Richtung dieser verläuft und welche Mechanismen hierbei wirksam sind. Dies gilt insbesondere für die Frage nach dem Wandel von Arbeit, der im öffentlichen und wissenschaftlichen Diskurs über die Konsequenzen der digitalen Techniken ein zentraler Stellenwert zukommt. Resümiert man zu dieser Frage die sozialwissenschaftliche Arbeitsforschung, so findet man eine ganze Reihe von Thesen etwa über quantitative Folgen für den Arbeitsmarkt und über strukturelle Konsequenzen für Tätigkeiten und Qualifikationen in den unterschiedlichsten Wirtschaftssektoren. Der Frage nach dem Verhältnis von Technik und Arbeit wird systematisch allerdings bislang nicht nachgegangen.

Eine Begründung für diese Situation liefert spätestens seit der zweiten Hälfte der 1980er Jahre die Mainstreamauffassung der sozialwissenschaftlichen Technik- und Arbeitsforschung, wonach technikdeterministische Auffassungen zu verwerfen sind. So begründet diese Auffassung deziert Burkard Lutz im Jahr 1987, gemäß dem Technik nicht als ein eigenständiges oder gar gesellschaftlich exogenes Phänomen begriffen werden darf, dessen Entwicklung technisch-wissenschaftlichen Logiken und Eigendynamiken folgt und das damit auch nicht in eindeutiger und technologisch ableitbarer Weise gesellschaftlichen Wandel bestimmt. Lutz betont dass Technikanwendung und Technikentwicklung keineswegs einer allenfalls durch Wirtschaftlichkeitskriterien gebrochenen Eigenlogik technischer Rationalität und Effizienz unterliegen. Sie seien immer auch Antworten auf gesellschaftliche Herausforderungen und Problemlagen, Reaktionen auf soziale Zwänge wie auch Mittel zur Verfolgung wirtschaftlicher Interessen. Die damalige, für die weitere sozialwissenschaftliche Technik- und Arbeitsforschung, weitreichende Schlussfolgerung ist, dass der Zusammenhang zwischen technischer Entwicklung und sozialem Wandel nur dann richtig begriffen werden könne, wenn man ihn als interdependent betrachtet und wenn man zusammen mit den sozialen Wirkungen technischer Innovationen stets auch technische Entwicklung als sozialen Prozess in den Blick nehme (vgl. Lutz 1987: 41).

Diese arbeitssoziologische Kritik am Technikdeterminismus konvergiert mit einflussreichen Positionen in der Techniksoziologie und den Science and Technology Studies (STS), besonders den Thesen des prominenten Ansatzes des Social Construction of Technology (COST) (vgl. Pinch/Bijker 1984). Sowohl Technologieentwicklung als auch die Nutzung neuer Technologien werden hier sozialkonstruktivistisch als sozial bestimmte Konstruktions- und Aushandlungsprozesse konzeptualisiert. Zwar wird auch in diesem Kontext nicht bestritten, dass man von einer „influence of technology upon social relations“ (Mackenzie/Wajcman 1999: 41) ausgehen könne, jedoch werden Fragen über die sozialen Effekte neuer Technologien im Mainstream dieser Forschung nicht systematisch

verfolgt. Nach wie vor gilt bis heute, dass die sozialwissenschaftliche Technikforschung die Frage nach den Konsequenzen neuer Technologien für soziale Prozesse weitgehend aus den Augen verloren hat (vgl. Dolata/Werle 2007: 15). Nur verschiedentlich werden in der Forschung die weitreichende Abkehr vom Technikdeterminismus und die daraus resultierenden Forschungsdefizite kritisiert und es wird die offene Frage nach den sozialen Folgen neuer Technologien angemahnt (vgl. Smith/Marx 1994; Zammuto et al. 2007; Orlikowski 2010; Dafoe 2015; Paragas/Lin 2016).

Dies gilt auch für die Arbeits- und Industriesoziologie (AIS) in Deutschland, wo diese Defizite vor allem im Zusammenhang mit der zunehmenden Verbreitung neuer digitaler Techniken moniert werden.<sup>1</sup> Gleichwohl wird in der AIS bis heute mehrheitlich weitgehend „technikfrei“ geforscht (vgl. Pfeiffer 2018: 334). Dies gilt nicht zuletzt auch für die aktuelle Digitalisierungsforschung:<sup>2</sup>

Zum einen richtet sich in sehr vielen arbeitssoziologischen Studien auf die neuen Techniken im Einzelnen kein größeres Untersuchungsinteresse und ihre konkrete Gestalt wird nicht weiter thematisiert. Zum anderen fällt am gegenwärtigen Diskurs über die Digitalisierung der Arbeit auf, dass er von „erstaunlichen Generalisierungen“ getragen wird und es kaum berücksichtigt wird, dass Digitalisierung eine große Vielzahl sehr unterschiedlicher Techniken mit jeweils spezifischen Einflüssen auf Arbeit bezeichnet (vgl. The Berlin Script Collective 2018: 124).<sup>3</sup> Freilich machen die vorliegenden Forschungsergebnisse zugleich deutlich, dass Technik als einflussreiche oder gar verursachende Variable bei der Analyse des Wandels von Arbeit keinesfalls übergangen werden darf.

Diesen generellen Zusammenhang greifen nur einige wenige Untersuchungen auf, an die im Folgenden angeknüpft werden soll. Ausgangspunkt ist die ebenso banale wie folgenreiche Feststellung, dass es nicht möglich ist, den Wandel von Arbeit zu verstehen, ohne dabei den Einfluss von Technik systematisch zu berücksichtigen (vgl. Zammuto et al. 2007: 760). Oder wie ein Technikhistoriker feststellt: „Machines make history by changing the material conditions of human existence“ (Heilbroner 1994: 69). Aufgegriffen werden soll damit die alte arbeits- und industriesoziologische Frage nach dem *Verhältnis von Technik und Arbeit*. Es soll gefragt werden, welchen Veränderungs- und Anpassungsdruck neue digitale Techniken im Prozess ihrer Diffusion und Implementation in Arbeitsprozessen auf Arbeit und Arbeitsorganisation ausüben. Allerdings sollen dabei besonders die Verkürzungen eines als *untersozialisiert* zu bezeichnenden „harten“ technologischen Determinismus vermieden werden. Zugleich soll aber auch der Bezug auf als *übersozialisiert* zu verstehende konstruktivistische Ansätze der Technikforschung ausgeschlossen bleiben.

Im Einzelnen soll diese Frage mit den folgenden Argumentationsschritten angegangen werden: Zunächst wird eine begriffliche Unterscheidung zwischen Technologie und Technik vorgenommen, die leitend für die weitere Argumentation ist. Als das zentrale Merkmal digitaler Technologien wird dabei ihre jeweilige Funktion in Arbeitsprozessen herausgearbeitet (Abschn. 2). Ausgehend vom Stand der Forschung wird dann das breite Feld digitaler Technologien in funktionaler Hinsicht präzisiert (Abschn. 3). Diese Befunde werden anschließend konzeptionell auf drei Thesen zugespitzt (Abschn. 4): Erstens wird mit der Diffusion digitaler Technologien eine umfassende organisations-technologische Infrastruktur generiert. Zweitens impliziert dies unverzichtbare Übersetzungsleistungen von Arbeit zwischen der organisationstechnologisch erzeugten virtuellen Ebene und der realen Prozessebene. Drittens werden die Gestaltungsmöglichkeiten der Übersetzungsleistungen

---

<sup>1</sup> Vgl. hierzu die instruktive Zusammenfassung des Diskurses bis zurück in die 1950er Jahre bei Pfeiffer (2018).

<sup>2</sup> Vgl. z.B. die Zusammenfassung verschiedener aktueller Studien in WSI (2018) oder auch die Aufsätze in den AIS Studien (2018).

<sup>3</sup> Dies trifft durchaus auch auf die eigenen Studien über die digitale Transformation von Arbeit zu.

durch das Design der konkreten Techniken und den Kopplungsmodi zwischen Technik und Arbeit auf der Ebene lokaler Arbeitsprozesse bestimmt. Viertens entscheidet sich das konkrete Verhältnis zwischen Technik und Arbeit erst im Prozess der praktischen Aneignung der neuen Techniken durch die Beschäftigten. Im Fazit wird schließlich die Ausgangsfrage nach dem Stellenwert des Technikdeterminismus und dem Verhältnis von Technik und Arbeit wieder aufgenommen und metaphorisch die Formel von einem „soft“ Determinismus vorgeschlagen (Abschn. 5). Zu betonen ist, dass im gegebenen Rahmen die mit der Diskussion über den Technikdeterminismus eng verschränkte und genau genommen nur analytisch zu trennende Frage nach den Bestimmungsfaktoren und Mechanismen von Technikgenese auf den unterschiedlichsten gesellschaftlichen und organisationalen Ebenen ausgeklammert werden soll.

Empirisch stehen dabei im Folgenden – als instruktives empirisches Beispiel – besonders der industrielle Sektor und Produktionsarbeit im Fokus, die allen vorliegenden Befunden zufolge (vgl. z.B. zusammenfassend Hirsch-Kreinsen 2020) gegenwärtig einen ausgesprochenen Schub der Einführung digitaler Technologien erfahren. Wie konzeptionell allerdings genauer gezeigt werden kann, sind die am industriellen Beispiel gewonnen Einsichten generalisierbar.

## 2. Technologie und Technik

In Abgrenzung zu konstruktivistischen Auffassungen soll Technik als Moment sozialer Ordnungsbildung verstanden werden (vgl. The Berlin Script Collective 2018: 126). In anderen Worten: Technik trägt zur Reproduktion und/oder Produktion Ordnungsstrukturen (vgl. Bender 2007: 47) bei. In diesem Sinn kann *Technik als Struktur* verstanden werden, insofern technisierte Prozesse ein hohes Beharrungsvermögen aufweisen, nur schwer änderbar sind und einen prägenden Einfluss auf soziale Ordnungen und soziales Handeln ausüben. Voraussetzung hierfür ist, dass Technik sozial relevante Funktionen ausführt und darüber hinaus objektiviert sowie regulativ, kollektives und individuelles Handeln koordinierende Effekte entfaltet (vgl. Dolata/Werle 2007: 18ff.). Nicht zuletzt auch in Anschluss an die STS-Debatte kann ihre Funktionalität daher als besonderes Merkmal einer Technologie angesehen werden (vgl. Dafoe 2015: 1051).

Aus diesem Grund soll Technik nicht nur als Rahmenbedingung sozialer Prozesse angesehen werden, sondern sie ist mit diesen eng verschränkt. Insofern Technologie bestimmte Funktionen ausführt, gibt sie zugleich Gelegenheitsstrukturen für soziales Handeln und Optionen für ihre je unterschiedliche gesellschaftliche, wirtschaftliche und organisatorische Nutzung vor. Welche konkreten Nutzungsformen von Technik sich auf verschiedenen sozialen Ebenen letztlich einspielen, wird dabei von ihrer jeweiligen Funktion sowie den gegebenen sozioökonomischen Bedingungen, organisationalen Strukturen und akteursbezogenen Such- und Entscheidungsprozessen bestimmt. Anders formuliert: mit neuen Techniken verbinden sich stets *Handlungskorridore*, die Möglichkeiten für verschiedene Muster ihrer Nutzung rahmen und die von AkteurInnen nicht einfach ignoriert werden können. In diesem Sinn prägen Techniken „...distinkte, nicht beliebig variiere industrielle, politische und gesellschaftliche Muster ihrer Organisation und Reproduktion, Regulierung und Nutzung“ (Dolata/Werle 2007: 23).

Diese Argumente sollen im Folgenden in Hinblick auf die zunehmende Diffusion und Nutzung digitaler Technologien in Arbeitsprozessen genauer ausgeführt werden. Dazu muss allerdings die häufig anzutreffende Konfusion über die Begriffe Technik und Technologie geklärt werden. Denn oftmals werden die Begriffe im deutschen Sprachgebrauch umstandslos in eins gesetzt bzw. es wird – so in der techniksoziologischen Forschung – unscharf zumeist nur von „Technik“ gesprochen. Zum Problem wird diese Unschärfe besonders im Hinblick auf Digitalisierung. Denn damit wird kein eindeutiges technisches Konzept bezeichnet, sondern es werden mit den bekannten Termini

wie „Industrie 4.0“ oder auch „Künstliche Intelligenz“ sehr unterschiedliche und nicht immer vergleichbare Entwicklungspfade und breite Anwendungspotenziale verschiedener Systeme und Einzeltechniken angesprochen. Dies ist Folge des Charakters der Digitalisierung als universelle und hochflexible *General Purpose Technology* (vgl. Brynjolffson/McAfee 2014: 71ff.). Demgemäß verbinden sich mit diesen sehr unterschiedliche Ebenen und Funktionen ihrer Nutzung sowie verschiedene Handlungskorridore für Arbeit, respektive Gestaltungsoptionen für die Arbeitsorganisation.

Infolgedessen soll nachfolgend genauer zwischen Technologie und Technik unterschieden werden. Obendrein soll das breite Feld der Digitalisierung zunächst unspezifisch als Technologie bezeichnet werden. Mit diesem Begriff sollen ein weitgespanntes Feld sehr unterschiedlicher Einsatzformen und Systemausprägungen sowie das damit verbundene Wissen und die damit einhergehende Rationalität bezeichnet werden, die bestimmte Methoden und Verfahren mit Plausibilitätskriterien versehen und die Angemessenheit der gewählten Mittel im Hinblick auf die gewünschten Zwecke feststellen (vgl. Lösch 2012). Technologie bezieht sich in diesem Sinn auf bestimmte digitale Konfigurationen, die bestimmte Funktionen in Produktions- und Arbeitsprozessen übernehmen und in einer spezifischen Art und Weise ausführen.

Technik soll demgegenüber eng als *Realphänomen* verstanden werden (vgl. Mayntz 2001). Konkret ist Technik in diesem Sinn als materiell gestaltetes Artefakt zu verstehen, das sachlich greifbar und sichtbar ist und als technisches System auch mehrere miteinander verbundene Artefakte umfassen kann. Im Rahmen eines technologischen Feldes sind technische Artefakte mit bestimmten Funktionalitäten der Technologie verknüpft und richten sich auf ihre partielle oder umfassende Ausführung. Mit Bezug auf Digitalisierung wird im weiteren Verlauf von Technik gesprochen, wenn es um konkrete digitale Systeme, ihre Hardware und Software und etwa eine je spezifische Mensch-Maschine-Schnittstelle geht.

Diese begriffliche Unterscheidung impliziert, dass der Frage nach dem Verhältnis von Technik und Arbeit auf zwei Analyseebenen nachzugehen ist. Der umfassende Charakter digitaler Technologien bezieht sich auf die organisationale Ebene unternehmens- und arbeitsorganisatorischer Funktionen im Allgemeinen. Die technologische Funktionen ausführende Technik bezieht sich hingegen auf die Ebene von unmittelbaren Arbeitsprozessen im Speziellen. Wie gezeigt werden soll, konstituiert sich der Einfluss von Technologie bzw. Technik auf Arbeit über beide Ebenen sich in unterschiedlicher Weise.<sup>4</sup>

### 3. Digitalisierung und Arbeit – zum Stand der Forschung

Resümiert man den Stand der Forschung, so lassen sich sehr unterschiedliche Funktionalitäten mit digitaler Technologie in Produktions- und Arbeitsprozessen genauer bestimmen. Deutlich wird dabei, dass sich damit ebenso unterschiedliche Relationen zwischen Technik und Arbeit verbinden.

#### 3.1 Technologiefunktionen

In der Forschung werden verschiedene Ansätze zur Klassifikation der Funktionen digitaler Technologien auf unterschiedlichen Ebenen mit verschiedenen Reichweiten vorgelegt. In einer generellen Perspektive ist zunächst eine in den Wirtschaftswissenschaften geläufige Unterscheidung zu

---

<sup>4</sup> Unabhängig von dieser begrifflichen Unterscheidung soll aber bei der Ausgangsfrage aufgrund ihres traditionellen Forschungskontextes weiterhin von Technik und Arbeit gesprochen werden.

nennen. In einer Makroperspektive wird in Hinblick auf Arbeitsmarkteffekte prinzipiell zwischen „labor enabling/augmenting“ und „labor replacing“ digitalen Technologien unterschieden (vgl. Frey 2019: 12ff.). Etwas differenzierter ist die Kategorisierung von Dellot (2018), mit der neben generellen Arbeitsmarkteffekten auch Wertschöpfungsstrukturen in den Blick genommen werden. Er definiert vier Typen digitaler Technologien, die unterschiedliche Konsequenzen für Arbeit haben: „substitution, augmentation i.e. expanding the capability of workers, generation of new tasks and transference i.e. shifting tasks from workers to consumers.“<sup>5</sup>

Ähnliche, aber mit Blick auf Arbeitsprozesse konkretere Überlegungen, formuliert Shoshana Zuboff (vgl. 1988: 11) in ihrer wegweisenden Publikation „In the Age of the Smart Machine – The Future of Work and Power“ aus dem Jahr 1988.. Sie spricht von einem durch Informationstechnologien gewandelten Verhältnis zwischen Technik und Arbeit, welches sie in funktionaler Perspektive als Dualität zwischen *automate* und *informate* fasst. Informationstechnologien hätten danach zunächst eine Automatisierungsfunktion, die die Kontinuität und traditionelle Logik technologischer Rationalisierung fortsetze, die Abhängigkeit der Prozesse von Qualifikation und Arbeit reduziere und damit vor allem Substitutionseffekte von Arbeit nach sich ziehe. Laut Zuboff weisen die neuen Technologien zugleich aber auch eine Informationsfunktion auf, die zu einer steigenden Verfügbarkeit von Daten und Informationen über die Prozesse und damit ihrer verbesserten Plan-, Steuer- und Kontrollierbarkeit führt. Insgesamt führt dies zu nachhaltigen Strukturveränderungen bisheriger Arbeit und den damit zusammenhängenden sozialen Beziehungen (vgl. *ibid.*). Andere AutorInnen ergänzen, daran orientiert die beiden genannten Funktionen mit einer dritten Dimension, die als *Transformation* von Arbeitsprozessen in ihrer Gesamtheit gefasst wird (vgl. Boos et al. 2013).

Daneben sind mehrere im engeren Sinn arbeitssoziologische Ansätze hervorzuheben. Wegweisend ist hier zunächst einmal ein Konzept der „Computerstudien“ aus dem Institut für Sozialforschung Frankfurt von Ende der 1970er/Anfang der 1980er Jahre. Danach können Computertechnologien in Anbetracht ihrer Funktionen in Arbeitsprozessen in verschiedener Weise klassifiziert und als Ausgangspunkt für die Arbeitsanalyse genommen werden (vgl. Brandt et al. 1978; Benz-Overhage et al. 1982). Unterschieden wird zwischen Automatisierungsmittel, Arbeitsmittel und Organisationstechnologie, wobei die AutorInnen den Begriff der Organisationstechnologie als Spezifikum der neuen Technologien ansehen. Bezeichnet werden damit digital erbrachte Regelungsfunktionen von Wertschöpfungsprozessen, die zuvor auf organisatorischem Wege erbracht worden sind.

Arbeitssoziologisch ähnlich argumentiert Sabine Pfeiffer (vgl. 2018: 339) in ihrem Forschungsresümee über die Digitalisierung von Arbeit. Sie unterscheidet relativ informationstechnisch orientiert zwischen vier Dimensionen: Webbasierte und mobile Kommunikation, produktionsdurchdringende und -übergreifende Vernetzung, neue Robotik- und Produktionstechnologien und körpernahe datengenerierende Geräte. Sie sieht solche Klassifikationsmuster als unverzichtbar für die arbeitssoziologische Analyse an, „da sie jeweils für die Frage der Mensch-Maschine-Interaktion, der Arbeitsgestaltung, der (De- oder Re-)Qualifizierung und möglicher Beschäftigungseffekte sowie in Bezug auf Mitbestimmungsfragen ganz unterschiedliche Implikationen aufwerfen.“ (*ibid.*) Daneben ist auf eine Typisierung digitaler Technologien von Baethge-Kinsky et al. (2018) hinzuweisen. Auf der Basis einer empirischen Untersuchung in der Automobilmontage unterscheiden sie zwischen Digitalisierung als neue Stufe der Automatisierung, digitale Assistenzsysteme direkter und indirekter manueller Arbeit und Digitalisierung als Integration betrieblicher Abläufe. Wie gezeigt

---

<sup>5</sup> Demgegenüber ist in den Wirtschaftswissenschaften eine einfachere Begrifflichkeit gebräuchlich. In Hinblick auf Arbeitsmarkteffekte wird zwischen „labor enabling/augmenting“ und „labor replacing“ Technologien unterschieden (vgl. Frey 2019: 12ff.).

wird, haben diese Digitalisierungstypen jeweils verschiedene Konsequenzen für die Struktur und den Ablauf der Arbeitsprozesse, ohne indes Tätigkeiten und Qualifikationen im Einzelnen direkt zu tangieren. Zu erwähnen ist schließlich das sehr informationstechnologisch orientierte Kategorienschema von Kuhlmann und Voskamp (2019). Am empirischen Beispiel des Maschinenbaus unterscheiden sie sechs verschiedene Technologiestufen, die von Vernetzung bis hin zu digitalen Plattformen reichen.

Resümiert man diese Konzepte, so wird deutlich, dass digitale Technologien zum einen ein breites heterogenes Feld von verschiedensten Anwendungsmöglichkeiten und Funktionen umfassen. Weiterhin lassen sich aber arbeitsprozessual drei zentrale Funktionsbereiche identifizieren, die in erster Näherung als Automatisierung, Unterstützung und Prozessorganisation gefasst werden können. Daran orientiert und auf der Basis eigener Forschungsergebnisse begründet, soll im Folgenden das Feld der industriellen Digitalisierung in Hinblick auf die Konsequenzen für Arbeit und vor dem Hintergrund des Konzepts der *Multifunktionalität* digitaler Technologien präzisiert werden.<sup>6</sup>

### 3.2 Multifunktionalität

Das unterscheidende Kriterium für dieses Konzept ist, in welcher Weise digitale Technologien Funktionen von Produktions- und Arbeitsprozessen übernehmen, erweitern und vor allem auch Optionen für neue Funktionalitäten technologisch ermöglichen. Mit diesen unterschiedlichen Funktionen wird Arbeit jedoch keineswegs determiniert, vielmehr verbinden sich mit ihnen je unterschiedliche technologisch gegebene Handlungs- und Gestaltungskorridore für Arbeit. Die folgenden funktionalen Dimensionen digitaler Technologien und mögliche Konsequenzen für Arbeit lassen sich zeigen.

#### *Automatisierung*

Eine zentrale Funktion digitaler Technologien offenbart sich in der *Automatisierung*, indem sie in der Logik traditioneller technischer Rationalisierung auf die fortschreitende Substitution von Arbeit durch die Objektivierung von Wissen und Arbeitserfahrungen zielen und diese Möglichkeiten digital kontinuierlich ausweiten. Konkrete Techniken in diesem Kontext sind beispielsweise Robotersysteme, automatische selbstfahrende Transportsysteme, additive Produktionsverfahren, Assistenzsysteme sowie Engineering- und Planungssysteme der verschiedensten Art. Digitale Automatisierung wandelt sich dabei zunehmend in Richtung einer *Steigerung der Autonomie* der digitalen Technologien auf der Basis von Konzepten der Künstlichen Intelligenz. Damit wird eine Technologie verfügbar, die lernfähig ist und auch in unbekannten Situationen eigenständig entscheiden und agieren kann (vgl. Weyer 2019: 50ff.).

Was den Aspekt der Arbeit anbelangt, verbindet sich mit der digitalen Automatisierung im Vergleich zu konventionellen Automatisierungstechniken eine beschleunigte funktionale und zeitliche *Entkopplung* von Technik und Arbeit. Die Relationen zwischen automatisierten Abläufen und der verbleibenden Arbeit werden gelockert, da verbleibende Tätigkeiten und Arbeitsaufgaben funktional, zeitlich sowie angesichts der Aufgabeninhalte immer weniger durch die Technologie vorgegeben werden. Folge ist, dass Arbeit zunehmend aus dem unmittelbaren Prozess heraustritt und nun

---

<sup>6</sup> Vgl. hierzu Hirsch-Kreinsen (2018; 2020) und Ittermann/Falkenberg (2019).

mehr planende, steuernde und kontrollierende Funktionen hat. In Anschluss an frühere arbeitssoziologische Studien kann daher von einer wachsenden Bedeutung von im Einzelnen sehr unterschiedlichen Formen von *Gewährleistungsarbeit* gesprochen werden (vgl. Springer 1987).

### *Assistenz*

Digitale Technologien umfassen weiterhin *Funktionen der Assistenz* von Arbeit. Insofern kann von Technologie auch als *Arbeitsmittel* gesprochen werden, da sie Arbeit erleichtert, anleitet sowie Lernprozesse gezielt ermöglicht. Konkrete Techniken in diesem Funktionszusammenhang sind beispielsweise Robotersysteme zur Unterstützung und Handhabung schwerer Arbeiten. Auch ist hier die Nutzung mobiler Datenendgeräte wie Notebooks, Tablets Datenbrillen, Smartwatches, sog. Head Mounted Displays oder am Körper getragener Wearables zu nennen, die mit übergeordneten Planungs- und Steuerungssystemen vernetzt sind. Vor allem können Datenendgeräte inzwischen als weit genutztes digitales Unterstützungs- und Arbeitsmittel angesehen werden. Oftmals werden diese Systeme unter dem generellen Label „Assistenzsysteme“ zusammengefasst (vgl. Falkenberg 2021). Sie zielen auf eine deutlich verbesserte Informatisierung von Arbeit, indem sie Informationen vielfältigster Art über Arbeitsabläufe zur Verfügung stellen. Anzutreffen ist darüber hinaus auch die digitale Erweiterung der Darstellung und Wahrnehmung der Arbeitsrealität, die als „augmentation“ bezeichnet wird (vgl. Dellot 2018). Insgesamt entsteht damit eine raum-, zeit- und aufgabenflexible Arbeitssituation, die arbeitsorganisatorisch in sehr verschiedener Weise genutzt werden kann.

### *Konnektivität*

Digitale Technologien ermöglichen weiterhin eine umfassende *Konnektivität* zwischen unterschiedlichen nicht-technischen und technischen Prozesselemente, z.B. Produkte, Werkzeuge, Maschinen, Materialien sowie auch Tätigkeiten und Arbeitskräfte. Voraussetzung hierfür ist ihre informationstechnologische Vernetzung über das Internet oder sog. Clouddienste, die tendenziell Organisationsgrenzen überschreitend genutzt werden können. Ein wesentliches Ziel ist es dabei, Steuerungs- und Kontrollprozesse durch reibungslose Informationstransfers zu beschleunigen und Abstimmungsprobleme und Fehlinformationen zu minimieren.

Damit eröffnen sich bislang nicht gekannte neue Gestaltungskorridore für Arbeit. Insbesondere auch in diesem Fall greift eine verstärkte Entkopplung von Technik und Arbeit, denn: zum einen werden durch Vernetzung Fehlerquellen bei der Informationsweitergabe und „Medienbrüche“ weitgehend vermieden, wodurch unmittelbare und laufende Eingriffe in Informations- und Kommunikationszusammenhänge zur Korrektur und Kompensation von fehlerhaften oder fehlenden Informationen unnötiger werden. Zum anderen werden durch die vernetzten Informations- und Kommunikationsprozesse über verschiedene Arbeitssegmente hinweg Integrationsoptionen für zuvor arbeitsteilige Prozesse eröffnet. Damit kann die bisherige Betriebsförmigkeit von Produktions- und Arbeitsstrukturen überwunden werden und es werden Optionen für weitere Entgrenzungsprozesse von Arbeitsorganisation und Beschäftigung geschaffen.

### *Virtualisierung*

Digitale Technologien umfassen schließlich die Funktion der *Virtualisierung* von Produktions- und Arbeitsprozessen durch ihre digitale Abbildung und Modellierung. Damit eröffnen sich völlig neue Möglichkeiten für eine Optimierung, Steuerung und Kontrolle der grundsätzlichen Organisierung von Produktion und Arbeit. Informationstechnisch ist in diesem Kontext vom Internet of Things und Cyber-Physischer-Systemen (CPS) zu sprechen, die die digitale mit der realen Welt verknüpf-

fen. Datentechnische Voraussetzungen hierfür sind beispielsweise sog. digitale Zwillinge, die reale Prozesse virtuell modellieren und die damit verknüpfte Anwendung von Big-Data-Methoden sowie die digital gestützte Integration unterschiedlichster Prozessfunktionen und Herstellung ihrer Interoperationabilität. Konkret wird damit die Nutzung einer ausgebauten Hierarchie digitaler Planungs- und Steuerungstechniken wie Managementinformationssysteme, ERP-Systeme oder Shopfloor-Managementsysteme möglich, die ein Netz von übergreifenden Rahmendaten für die Steuerung und Kontrolle der Prozesse erzeugen.

Vor dem Hintergrund der Arbeit lässt sich in diesem Kontext festhalten: An den Rahmendaten haben sich Arbeitskräfte zu orientieren, welche ihre Umsetzung in konkrete stoffliche störungsfrei ablaufende Prozesse kontinuierlich überwachen und gewährleisten müssen. Daraus resultieren *Übersetzungsleistungen* von Arbeit. Es geht um den wechselseitigen Abgleich zwischen virtuellen Prozessmodellen und daraus resultierenden Prozessvorgaben einerseits und häufig nicht endgültig im Voraus kalkulierbaren realen physischen, ökonomischen und sozialen Prozessabläufen andererseits. Dabei zielen die Rahmendaten auf die Regulation betrieblicher und überbetrieblicher Gesamtprozesse der Wertschöpfung in ihrer Gesamtheit und es geht weniger um Teilprozesse und einzelne Arbeitssegmente. Daher eröffnen sich in dieser Perspektive sehr divergierende und weite Gestaltungsoptionen für Arbeit und die anfallenden Übersetzungsaufgaben. Anders formuliert: Arbeit kann in sehr unterschiedlicher Weise in die digital gestützte Prozesskoordination eingefügt werden.

### 3.3 Zwischenresümee

Ohne Frage handelt es sich bei den vier genannten Funktionszusammenhängen um eine analytische Unterscheidung, die sich empirisch nur schwer trennen lassen. Zunächst einmal ist davon auszugehen, dass die verschiedenen Funktionsbereiche informationstechnologisch nicht gleichberechtigt nebeneinander stehen. Vielmehr stehen sie in einem hierarchischen Verhältnis, insofern, als etwa die virtuelle Prozessabbildung für weitere Funktionen wie Assistenz und Automatisierung die Voraussetzung darstellt. Denn durch virtuelle Modellbildung, Digital Twins etc. werden erst die benötigten Daten für die Assistenz und Unterstützung von Arbeit generiert.

Zudem überschneiden sich die verschiedenen Funktionen. So setzt Virtualität unmittelbar Vernetzung voraus oder Assistenzsysteme können sowohl Aufgaben automatisieren als auch Arbeit tatsächlich unterstützen. Die Konsequenz kann sein, dass sich je nach tatsächlichem technologischen Funktionszusammenhang unterschiedliche Handlungsspielräume für Arbeit einspielen und sich möglicherweise wechselseitig konterkarieren. Beispielsweise kann Arbeit durch Automatisierung substituiert, zugleich aber durch die Funktion der Assistenz unterstützt und in ihren Handlungsmöglichkeiten erweitert werden. Schließlich bleibt offen, welches denn nun im Vergleich zu früheren Phasen von Informationstechnologien die Besonderheiten des gegenwärtigen Entwicklungsschubs dieser Technologien sind.

Demgemäß präzisiert diese funktionale Sicht in einem ersten Schritt das breite Feld der digitalen Technologien und bezeichnet die damit grundsätzlich strukturell gegebenen Handlungskorridore für Arbeit. Offen bleibt dabei indes die Frage, wie sich unter diesen Bedingungen die Relation zwischen Technik und Arbeit konkret ausformt und wie sie sich konzeptualisieren lässt. Auf diese Frage richtet sich der folgende Abschnitt.

## 4. Diskussion

Mit der Beantwortung dieser Fragen soll nun versucht werden, das Verhältnis von digitaler Technik und Arbeit auf einer „mittleren Abstraktionsebene“ genauer bestimmbar zu machen und damit Kategorien für eine komparative Perspektive auf die Entwicklung dieses Verhältnisses zur Diskussion zu stellen (vgl. The Berlin Script Collective 2018).

### 4.1 Zentralität von Organisationstechnologie

Um die Besonderheiten des gegenwärtigen Digitalisierungsschubs für Arbeit herauszuarbeiten, soll auf die oben erwähnte Frankfurter Kategorie der Organisationstechnologie zurückgegriffen werden. Diese ist, dass im Kontext des Digitalisierungsschubs Organisationstechnologie in Relation zu weiteren Funktionen digitaler Technologien eine hohe Zentralität zukommt und damit technologische Strukturen etabliert werden, die für Arbeit einen unübergehbaren Gestaltungs- und Handlungskorridor vorgeben.

Dieser Begriff bezeichnet weder eine einzelne der erwähnten technologischen Funktionen noch die Summe einzelner Techniken, sondern einen technologisch gestifteten systemischen Gesamtzusammenhang von Produktions- und Arbeitsprozessen, der eine hohe räumliche, funktionale und zeitliche Reichweite aufweist. Organisationstechnologie umfasst Planungs-, Steuerungs- und Kontrollverfahren, die früher organisatorisch erbracht worden sind, setzt sie in Daten und Informationen über einen anzustrebenden Produktionsablauf um und steuert auf diese Weise nicht mehr allein Arbeit, sondern den Produktionsprozess mit seinen technischen, sozialen und organisatorischen Elementen in seiner Gesamtheit, d.h. sowohl in der betrieblichen als auch überbetrieblichen Dimension. Die Spezifika dieser Kategorie verdeutlichen Brandt et al. mit der Formulierung – Organisationstechnologie „... heißt...nicht nur Veränderung des materiellen Produktionsgefüges, sondern zugleich Entwicklung eines betrieblichen Informationsprozesses, über den die Steuerungsfunktionen, die aus der unmittelbaren Sphäre der einzelnen Teilarbeiten herausgenommen worden sind, zentral koordiniert und gelenkt werden können“ (Brandt et al. 1978: 64ff.).

Mit den oben skizzierten Funktionalitäten lässt sich Organisationstechnologie daher präzisieren: Zum einen umfasst dieser Begriff die Funktion der Kommunikation, durch die über verschiedenste Internet- und Clouddienste sowie die industrielle Nutzung des Internets ein organisations- und wertschöpfungsübergreifender Austausch von Daten und Informationen möglich wird. Zum zweiten umfasst er die Funktion der *Virtualisierung*. Denn über die digitale Modellierung von Prozessen und die hierfür genutzten informationstechnischen Systeme, die mit den Begriffen Internet of Things und Cyber-Physische-Systeme (CPS) bezeichnet werden, wird auf technologischem Wege ein systemischer Gesamtzusammenhang von Produktions- und Arbeitsprozessen generiert. Organisationstechnologie erfasst mithin Daten über Prozesse, wertet sie nach vorgegebenen Parametern aus, bildet damit Prozesse modellhaft ab, simuliert und plant sie und gibt Daten zur Prozesssteuerung vor.<sup>7</sup>

Die Zentralität von Organisationstechnologie begründet sich wie folgt:

- Sie kann als für den Ablauf von Prozessen und Wertschöpfungsketten unverzichtbare *digitale Infrastruktur* angesehen werden. Sie hat einerseits den Charakter eines für die Planung und

---

<sup>7</sup> Diese Verknüpfung der virtuellen mit der realen Ebene von Produktionsprozessen gilt als die Grundlogik des Konzepts von Industrie 4.0 (vgl. Kagermann/Wahlster 2021).

Steuerung der Prozesse unverzichtbaren „Hintergrundcharakters“, dessen funktionale Relevanz in der Regel erst auffällt, wenn Störungen auftreten. Andererseits aber ist sie für Nutzer insofern transparent und datentechnologisch unverzichtbar, als diese um das Vorhandensein der Infrastruktur wissen und auf die Infrastruktur zur Ausführung ihrer Arbeit und Handlungen zurückgreifen müssen (vgl. Büchner 2018: 281).

- Organisationstechnologie weist daher bezogen auf Organisations- und Wertschöpfungsprozesse, wie die Nutzung von Computern und Algorithmen generell, tendenziell einen *ubiquitären Charakter* auf (vgl. Müller-Mall 2020: 10). Datentechnologisch abstrahiert sie von den realen Besonderheiten der erfassten Produktions- und Arbeitsprozesse und macht sie deswegen in Hinblick auf ihre Modellierung, Steuerung und Kontrolle vergleichbar. Sie ist somit ein umfassender Datenlieferant und unverzichtbar für die Nutzung weiterer digitaler Funktionalitäten im Rahmen des organisationstechnologisch optimierten Gesamtprozesses. Hardwaretechnisch basiert sie dabei zunehmend, wie auch mit dem Begriff des Edge Computings gefasst, auf netzwerkförmigen, verteilten und dezentralisierten Systemen.
- Empirisch lässt sich festhalten, dass sich die Digitalisierungsstrategien vieler Betriebe auf die Implementation und den Ausbau von übergreifenden Planungs- und Steuerungssystemen und die damit zusammenhängenden Prozesse der Datenerfassung, Datenanalyse und Prozessmodellierung fokussieren. Angeknüpft wird dabei vielfach an vorhandene ERP und PPS-Systeme, die von ExpertInnen verschiedentlich als „Rückgrat“ der betrieblichen Softwarelandschaft angesehen werden. Diese werden einerseits in Richtung der Einführung von MES (Management Execution Systems) und der Verknüpfung mit bestehenden SAP-Systemen ausgebaut. Andererseits werden sie in Richtung der Fertigungsebene durch Shopfloor-Managementsysteme erweitert.
- Schließlich ermöglicht Organisationstechnologie eine neue Qualität der Rationalisierung von Produktions- und Arbeitsprozessen. Denn zum einen kann mit ihr ein vernetzter und steuerbarer Gesamtzusammenhang von inner- und überbetrieblichen Wertschöpfungsprozessen hergestellt werden. Zum anderen richtet sich ihr Einsatz auf die Durchsetzung widersprüchlicher Rationalisierungsziele: auf die Synchronisation von Teilarbeiten und die Integration des Produktionsprozesses zu einem Kontinuum, die Eliminierung unproduktiver Zeiten und die massive Beschleunigung der Prozesse sowie ihre gleichzeitige Standardisierung und Flexibilisierung (Benz-Overhage et al. 1982: 40).<sup>8</sup>

Empirisch finden sich in Betrieben durchaus noch viele digitale Stand-alone-Techniken wie etwa einzelne Handhabungsgeräte zur Unterstützung von manuellen Tätigkeiten wieder, die nicht unbedingt vernetzt sind. Indes drängen die Anwendungspotenziale neuer vernetzter Systeme – insbesondere die Optimierungsvorteile einer systematischen Datenanalyse und Datennutzung sowie die damit erreichbaren ökonomischen Effekte – auf eine schnelle Diffusion von organisationstechnologischen Systemen. Dabei weist Organisationstechnologie ein hohes Maß an technologischer Rekonfigurierbarkeit hinsichtlich ihres Ausbaus und ihrer Kombination mit einer großen Anzahl digitaler Tools und Komponenten auf. Systemtheoretisch verstanden, verbinden sich damit „Metaprogramme“, die als Konditional- und Zweckprogramme mit sozialen Ordnungen, insbesondere mit

---

<sup>8</sup> Schon Mitte der 1980er Jahre haben geradezu visionär Norbert Altmann, Dieter Sauer et al. diese neue Qualität betrieblicher Rationalisierungsstrategien mit der Kategorie der „Systemischen Rationalisierung“ gefasst. Sie gingen damals davon aus, dass die Integrationspotentiale der neuen Technologien noch „latent“ seien (vgl. Altmann et al. 1986: 192). Erst die neuen digitalen Technologien ermöglichen nun einen Rationalisierungsschub in diese Richtung.

Organisationen, eng verwoben sind (vgl. Piepek/Wulf 2009). Der infrastrukturelle Charakter von Organisationstechnologie wird schließlich auch daran deutlich, dass sie die Voraussetzung für die Nutzung und Entwicklung der weiteren digitalen Funktionen der Automatisierung und Assistenz und ihrer technischen Systeme darstellt. Diese Funktionen sind der Infrastruktur gleichsam nachgeordnet und mit ihnen wechselseitig verknüpft. Denn sie liefern die erforderlichen Daten für die Infrastruktursysteme und werden zugleich von diesen mit den für ihre Funktionsfähigkeit erforderlichen Daten versorgt.

### 4.2 Unverzichtbare Übersetzungsleistungen

Was die Arbeit anbelangt, generiert Organisationstechnologie mit der virtuellen Prozessabbildung und den daraus resultierenden Datenvorgaben für Wertschöpfungsprozesse zunächst einmal einen definierten Handlungskorridor. Mit den Datenvorgaben werden Anweisungen für die Prozesse gegeben, technische Abläufe auf der Prozessebene festgelegt und Handlungsoptionen für Arbeit kanalisiert. Allgemein gesprochen: die Vorgaben haben strukturellen Charakter, denn sie „normalisieren“ soziales Handeln (vgl. Müller-Mall 2020) und erzeugen damit standardisierte Arbeitsabläufe.

Zugleich aber ist die organisationstechnologische Normalisierung und Standardisierung von Arbeit nicht eindeutig, sondern ihr sind Widersprüche immanent, die die Notwendigkeit von – zu den Vorgaben – komplementären Übersetzungsleistungen zwischen den virtuellen und realen Prozessabläufen durch Arbeit erfordern. Sie sind Resultat eines mit betrieblichen Digitalisierungsprozessen einhergehenden Phänomens, das in der Literatur als „Paradox betrieblicher Informatisierungsprozesse“ bezeichnet wird. Danach führen der Einsatz digitaler Systeme und die virtuelle Modellierung und Abbildung realer Abläufe zu einer „Gleichzeitigkeit einer vollkommenen Sinnentlastung durch Daten und einer gleichzeitigen erhöhten Angewiesenheit auf die sinnvolle Interpretation und Nutzung informationstechnisch generierter Daten“ (Heidenreich et al. 2008: 198). Der Grund hierfür liegt darin, dass virtuelle Modellierung und Abbildung von Prozessen stets eine Abstraktifizierung und Dekontextualisierung der aufgenommenen, simulierten und anschließend zur Prozesssteuerung in die Realität vermittelten Daten implizieren. Anders formuliert: es handelt sich bei den virtuellen Modellen und den von ihnen generierten Daten um eine digitale abstrakte Realität, die stets in die stoffliche Realität transformiert werden muss. „Betriebliche Informatisierungsprozesse sind deshalb durch eine Gleichzeitigkeit von Formalisierung und Entformalisierung, von Dekontextualisierung und Rekontextualisierung, von Vergegenständlichung und situativ angepasster Nutzung gekennzeichnet“ (ibid.). Konkret geht es um die Planung und Steuerung organisatorischer sowie stofflich-materieller Prozesse, die, je konkreter Situation, nur begrenzt vorab kalkulierbar sind und eine Vielzahl von ex ante nicht immer erfassbaren sozialen, ökonomischen sowie technologischen Störgrößen aufweisen. Diese reichen von technologischen Komplexitäten etwa von Prozessstörungen und unklaren Produktvarianzen über dynamische, unkalkulierbare Kunden- und Marktanforderungen bis hin zu ideosynkratischen Arbeitspraktiken von Beschäftigten, die nicht in digitalisierten Planvorgaben aufgehen.<sup>9</sup>

Hinzu kommt ein weiteres grundlegendes Problem: die virtuellen Prozessmodelle und die daraus abgeleiteten Plandaten basieren stets auf Daten aus der Vergangenheit (vgl. Müller-Mall 2020:

---

<sup>9</sup> Ein instruktives empirisches Beispiel hierfür liefern jüngst Kuhlmann und Voskamp in ihrer Untersuchung von Konstruktionsprozessen im Maschinenbau. Trotz des Einsatzes elaborierter Simulationssysteme ist nach ihren Befunden qualifizierte Arbeit als „Flexibilitätsreserve und Problemlöser in unerwarteten Situationen“ (Kuhlmann/Voskamp 2019: 37) unverzichtbar.

70ff.). Zwar wird mit den verschiedensten Formen der Prozessabbildung, insbesondere dem absehbaren Einsatz lernender Systeme und den Möglichkeiten einer Echtzeitplanung versucht, daraus valide Prognosen und Handlungsvorgaben über möglichst alle zukünftigen Prozesssituationen zu generieren. Doch können reale Dynamiken, Störgrößen und unerwartete Handlungskonstellationen grundsätzlich nie hinreichend ex ante modelliert und prognostiziert werden. Anders formuliert: unvermeidbar ist, auch vor dem Hintergrund der Bedingungen des Einsatzes von lernfähigen Systemen, ein Gap zwischen algorithmischer Prognose und eintretender Realität. Die Folge können nicht intendierte Unschärfen der organisationstechnologischen Vorgaben sein, welche komplementäre Übersetzungsleistungen durch Arbeit erfordern.

Die Auslegung und Übersetzung formaler organisationaler Vorgaben in konkrete Arbeitsvollzüge ist zwar schon immer eine unverzichtbare Leistung menschlichen Arbeitshandelns für die Aufrechterhaltung von Produktionsprozessen gewesen (vgl. Kleemann/Matuschek 2008: 46). Dieses Phänomen zeigt sich aber vor allem bei digitalisierten Planungs- und Steuerungssystemen, d.h. bei organisationstechnologischen Anwendungen. Grundsätzlich umfassen Übersetzungsleistungen zwei Dimensionen:

- Zum einen geht es um die Übersetzung der organisationstechnologisch generierten und vorgegebenen Planungs- und Steuerungsdaten in zeitlich und funktional „richtiges“ Arbeitshandeln bzw. um die entsprechende Gewährleistung und Überwachung der realen Prozessabläufe. Folgt man Kleemann und Matuschek (vgl. 2018: 69), so kann es sich hierbei um „reaktive“, „subversive“ oder auch „innovative“ Handlungsweisen handeln. Oftmals geht es dabei um eine Abweichung von „unkorrekten“ Vorgaben, um den Produktionsfluss zu sichern und Störungen im Vorfeld auszuschließen oder den Prozess durch Änderung von Parametern zu optimieren. Ein Sonderfall ist hierbei sicherlich das „Abschalten“ des Prozesses, um größere Störungen zu vermeiden.
- Zum anderen müssen möglicherweise Daten und die Planungs- und Steuerungsvorgaben an die dynamische Prozessrealität angepasst werden, indem durch Arbeit unbekannte und neue Prozesssituationen in Daten übersetzt und diese an die organisationstechnologischen Modelle zu ihrer Anpassung und Modifikation zurückgespielt werden. Ein weiteres Moment dieser Anpassungsleistungen ist das nach wie vor häufige Erfordernis, ungelöste Schnittstellenprobleme durch ergänzende Arbeitsleistungen zu bewältigen und ggf. die Datenweitergabe anzupassen und zu überwachen.

Konkret geht es bei Übersetzungsleistungen um die Gewährleistung der laufenden Prozesse, der Evaluation und Interpretation von prozessrelevanten Daten und Informationen sowie bezüglich des Gesamtsystems komplementäre sowie parallele und davon unabhängige Entscheidungen über Prozessabläufe.

Hinsichtlich des Umfangs und der Reichweite der erforderlichen Übersetzungsleistungen durch Arbeit muss allerdings die fortschreitende *Steigerung der Automatisierung bzw. Autonomie* digitaler Technologien auf der Basis von Konzepten der Künstlichen Intelligenz in Rechnung gestellt werden. Es ist davon auszugehen, dass damit eine Technologie verfügbar wird, die lernfähig ist und insbesondere auch in unbekannten Situationen eigenständig entscheiden und agieren kann (vgl. Weyer 2019: 50ff.). Für Arbeitshandeln führt dies zur Konsequenz, dass jenes weit aus dem automatisierten Prozess heraustritt und die Übersetzungsleistungen ihren Charakter ändern und immer weniger erforderlich werden. Sie umfassen dann je nach Autonomisierungsgrad des technologischen Prozesses nur mehr komplementäre und unter Umständen selektive Entscheidungs- und Interpretationsaufgaben. Konkreter: je nach realisierter Autonomiestufe des digitalen Systems,

verändern sich hier die Formen der Mensch-Maschine-Interaktion und damit die Rolle der von Menschen zu treffenden Entscheidungen im Arbeitsprozess (vgl. z.B. Bauer et al. 2020).

#### 4.3 Technikdesign und Kopplungsmodi

Wie diese Übersetzungsleistungen nun allerdings konkret gestaltet und ausgeführt werden, ist ex ante nicht bestimmbar. Denn mit Organisationstechnologie wird lediglich ein struktureller Handlungsrahmen für Arbeit vorgegeben. Maßgeblich hierfür ist das konkrete Design der nutzbaren Techniken auf der Ebene von Arbeitsprozessen und die damit verbundenen Gestaltungsmöglichkeiten für Arbeit. Insbesondere ergeben sich je nach Grad und Niveau der *Automatisierung bzw. Autonomie* der hierfür nutzbaren Techniken, unterschiedliche technologische Strukturen und Handlungskorridore von Arbeit und die von ihr auszuführenden Übersetzungsleistungen. Daraus resultieren jeweils spezifische Relationen von Technik und Arbeit auf der Ebene konkreter Arbeitsprozesse.

Zentrales Merkmal der jeweiligen Relation ist dabei ein jeweiliger sachlicher und zeitlicher Kopplungsmodus zwischen Technik und Arbeit. Dieser Kopplungsmodus wird vom Design eines technischen Artefakts mit Blick darauf bestimmt, wie es für einen bestimmten Zweck genutzt werden soll. Konkreter: angesprochen wird damit nicht das organisationstechnologische System im Allgemeinen. Vielmehr geht es um die jeweilige Technik oder das technische System, welche mit der Organisationstechnologie verknüpft sind, auf der Ebene der Arbeitsprozesse zum Einsatz kommen und mit deren Hilfe die organisationstechnologischen Vorgaben in reale Prozesse umgesetzt werden sollen.<sup>10</sup> Durch die jeweilige konkrete Technik wird damit für Arbeit ein Bündel von jeweils erforderlichen Handlungsabläufen vorgegeben. Dabei handelt es sich nicht nur um ein vordefiniertes materialisiertes Handlungsprogramm. Im Zuge der Verknüpfung von Technik bzw. technischem System mit der Organisationstechnologie werden Nutzungsmöglichkeiten definiert, basale Eigenschaften der Nutzungssituation eruiert und nicht zuletzt Hinweise bezüglich der für die Nutzung erforderlichen Qualifikationen und Kompetenzen konsolidiert.<sup>11</sup>

Empirisch werden damit die Auslegung und das Design der bekannten digitalen Einzeltechniken und auch digitalen Systeme angesprochen, die zunehmend in industriellen Arbeitsprozessen diffundieren. Ein klassisches, in der Vergangenheit viel diskutiertes Beispiel hierfür ist die Auslegung von computergesteuerten (NC-)Werkzeugmaschinen mit denen sich sehr unterschiedliche Spielräume für die Arbeitsorganisation an den Maschinen verbinden. Wesentlich ist, inwieweit und ob die Anlagen eine aufwendige Programmierung im Büro durch dafür qualifizierte ExpertInnen erfordern oder ob die Programmierung relativ einfach und direkt durch die operierenden Personen an der Maschine ausgeführt werden kann (vgl. Noble 1984; Hirsch-Kreinsen 1993). Ähnliche Differenzen finden sich aktuell beispielsweise im Zusammenhang mit der Programmierung von Robotersystemen wieder (vgl. Brecher et al. 2010). Zu nennen sind hier beispielsweise auch die verschiedenen Formen von Assistenzsysteme, die in einer neueren Studie von Falkenberg (2021) in Kommandosysteme, Lernwerkzeuge und Expertensysteme differenziert werden und mit denen sich völlig unterschiedliche Konsequenzen für Arbeit verbinden.

---

<sup>10</sup> Begrifflich wird damit auf die oben diskutierte Unterscheidung zwischen Technologie und Technik zurückgegriffen.

<sup>11</sup> Diese Ausführungen orientieren sich an dem Begriff des Skripts, mit dem eine Autorengruppe um Jochen Gläser sozialtheoretisch den Einfluss von Technik und ihrer Materialität auf Arbeit konzeptualisiert hat (vgl. The Berlin Script Collective 2018: 129f).

Die relevante Frage ist daher, in welcher Weise sich ein mit der jeweiligen Materialität des Designs von Technik verbundener Kopplungsmodus durchsetzt. Als entscheidend hierfür können der Grad und die Stärke der Beeinflussung von Arbeit durch die von der jeweiligen Technik transportierten Nutzungsregeln angesehen werden (vgl. The Berlin Script Collective 2018: 132). Diese weisen verschiedene Merkmale auf, die mit Rückgriff auf den laufenden arbeitssoziologischen Diskurs über die Gestaltungsmöglichkeiten digitalisierter Arbeit präzisiert werden können. Folgt man dieser Diskussion (vgl. Metall 2019), so können die folgenden Merkmale festgehalten werden (vgl. Tabelle):

- 1.) Der Grad der Autonomie des technischen Systems und der Frage, welche Arbeitsaufgaben der Überwachung, Gewährleistung und Entscheidung für Arbeit verbleiben; je nach Autonomiegrad des technischen Systems kann dabei ein breites Gestaltungsspektrum für Arbeit gegeben sein. Es kann von einer relativ engen und laufenden Kopplung von Arbeit an das System bis hin zu einer ausgeprägten sachlichen und zeitlichen Entkopplung des Arbeitshandelns vom System reichen.
- 2.) Der Detaillierungsgrad der Datenvorgaben mit dem unterschiedlich enge Kopplungen zwischen Technik und Arbeit einhergehen; dieser kann von einer situationsspezifisch fixierten Anweisung und Arbeitskontrolle bis hin zu hochflexibler informatorischer Arbeitsunterstützung reichen.
- 3.) Die Transparenz der Systemabläufe; hierbei geht es um das Kriterium, inwieweit sich das System aus der Sicht der Beschäftigten durch die Auslegung der Mensch-Maschine-Schnittstelle und dem Informationsmodus über den Systemablauf als undurchsichtige „Black Box“ darstellt oder über den Prozessablauf umfassende und nachvollziehbare Informationen liefert.
- 4.) Eingriffsmöglichkeiten in den Systemablauf; diese Dimension bezieht sich auf die Frage, welche Möglichkeiten den Beschäftigten bereitgestellt werden, den Systemablauf zu beeinflussen. Sehr vereinfacht, reichen die Möglichkeiten hier von bloßen Interventionen etwa der Unterbrechung eines automatischen bzw. autonomen Ablaufs bis hin zur Möglichkeit, seiner kontinuierlichen Regulation durch die operierenden Personen.

| <b>Merkmale des Technikdesigns</b>         | <b>Kopplungsmodi</b>                                                                                                    |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Grad der Systemautonomie                   | Enge und laufende Kopplung von Arbeit an das System bis hin zu einer ausgeprägten sachlichen und zeitlichen Entkopplung |
| Detaillierungsgrad der Datenvorgaben       | Weites Spektrum von detaillierter Anweisung und Arbeitskontrolle bis hin zu informatorischer Arbeitsunterstützung       |
| Grad der Systemtransparenz                 | Von „Black Box“ bis hin zur Sicherung eines Prozessverständnisses                                                       |
| Eingriffsmöglichkeiten in den Systemablauf | Automatischer Ablauf bis hin zur Kontrollierbarkeit von Systemabläufen und Entscheidungsmöglichkeiten                   |

Kopplungsmodi zwischen Technik und Arbeit bei digitalen Techniken (in Anlehnung an The Berlin Script Collective 2018: Tabelle 2)

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das jeweilige Systemdesign und die damit materialisierten Kopplungsmodi einerseits einschränkende, ja durchaus deterministische Effekte auf Arbeitsorganisation und Arbeit ausüben können, insofern als sie kaum Spielräume für Handlungsalternativen und Entscheidungen auf der Arbeitsprozessebene haben. Andererseits belegt die Analyse, dass konkrete Technik stets auch einen zwar begrenzten, aber doch nutzbaren Gestaltungsrahmen für Arbeit mit sich bringt.

### 4.4 Implementation und Aneignung

Anwenderbetriebe übernehmen von Innovatoren wie Entwicklerbetrieben vorgeformte digitale Techniken und die damit verbundenen Nutzungsoptionen und Handlungskorridore für Arbeit. Angesichts der Komplexität, des systemischen Charakters und der Neuartigkeit kommt den EntwicklerInnen dabei, wie vorliegende empirische Befunde belegen, gerade im Zuge der Digitalisierung ein wachsendes Gewicht gegenüber den Anwenderbetrieben zu. Technikentwicklung und –anwendung werden tendenziell prozessferner und technikgetriebener (vgl. Kuhlmann/Vorkamp 2019: 63). Zugleich aber findet die endgültige Auslegung der digitalen Systeme im Verlauf ihrer Implementation auf der Ebene der Anwenderbetriebe statt, denn: stets bedürfen neue Technologien der Adaption an die gegebenen technisch-organisatorischen Bedingungen der AnwenderInnen, womit in vielerlei Hinsicht Modifikationen der Systeme erforderlich sind. Die verschiedensten betrieblichen Akteure müssen sich dabei in Aushandlungsprozessen über die jeweilig konkrete Systemauslegung, die Praxis der Technikanwendung und den damit einhergehenden Wandel von Arbeitsnormen verständigen. Dabei geht es um ganz konkrete Fragen der Systemauslegungen und die Klärung der tatsächlich verfügbaren Gestaltungsoptionen für Arbeit.

Allerdings können Adaptionsprozesse insbesondere bei neuen Technologien oftmals langwierig sein. Ferner müssen sie mit ungeplanten nicht-technischen Dynamiken und Einflussgrößen abgeglichen werden. Dies hat zur Folge, dass selbst bei einem zunächst als eindeutig erscheinenden Kopplungsmodus zwischen Technik und Arbeit Offenheiten verbleiben, welche widersprüchlich sein können. Nicht zuletzt deshalb sind daher stets die erwähnten Übersetzungsleistungen und Interpretationen im laufenden Arbeitsprozess durch die Nutzer notwendig. Darüber hinaus darf man die Interessen und eingespielten Arbeitspraktiken der NutzerInnen nicht übersehen, die sich gegebene Techniken in jeweils spezifischer Weise aneignen. Schließlich spielt in Anbetracht der sich im Arbeitsalltag einspielenden Nutzungsformen von Technik stets auch die Frage eine Rolle, inwieweit die Einführung neuer Techniken Akzeptanzprobleme induzieren –etwa bei den davon betroffenen Beschäftigten. Je nachdem, ob Beschäftigte neue Techniken befürworten, sie mit Skepsis ansehen oder ablehnen, spielen sich unterschiedliche Formen der Nutzung von Technik ein (vgl. Abel et al. 2019). Wie empirische Befunde immer wieder zeigen, ist daher nicht auszuschließen, dass sich eine „doppelte Wirklichkeit“ (Friedrich Wetz) im digitalisierten Arbeitsprozess einspielt. Neben einem digital gestützten und gesteuerten Prozess verfolgen Beschäftigte weiterhin ihre bisherigen eingespielten analogen Praktiken. Insofern materialisiert sich das jeweilig „endgültige“ Verhältnis von Technik und Arbeit erst im praktischen Arbeits- und im Aneignungsprozess der Technik durch die NutzerInnen.

Konzeptionell kann diese These mit Orlikowskis Konzept der *Technology-in-Practice* verknüpft werden. Danach bilden sich die je konkreten Nutzungsformen von gegebener Technik erst durch spezifische Muster von Arbeitshandeln – als „enactment“ von Technik gefasst – heraus. In den Nutzungsformen von Technik verschränken sich die je gegebenen materiellen technischen Bedingungen – als „facilities“ gefasst –, mit nicht-technischen soziale Faktoren, die Arbeitshandeln bestimmen. Angesprochen werden damit Aspekte wie Normen über als angemessen anzusehende

Arbeitspraktiken, das verfügbare Wissen und vorgängige Arbeitserfahrungen oder auch Erwartungen und Interessen, die Beschäftigte mit neuen Techniken verbinden. Darüber hinaus wird auf den Einfluss von Anforderungen, die aus den gegebenen organisatorischen Kontexten und weiteren Bedingungen der Arbeitssituation resultieren, verwiesen. Gemeint sind hiermit etwa gegebene strukturelle Faktoren wie verfügbare Qualifikationen und Kompetenzen. Demnach sind Technologies-in-Practice „...not embodied within the technology; rather, they emerge from the ongoing and situated interactions that users have with the technology at hand.“ Daher ist auch davon auszugehen, dass „...people enact different technologies-in-practice with the same type of technology across various contexts and practices.“ (Orlikowski 2000: 420) Technologies-in Practice können sich dabei über die Zeit als stabile Strukturen eines Verhältnisses von Technik und Arbeit einspielen. Sie können sich aber auch wandeln etwa infolge neuer sozialer Bedingungen wie aber auch technischer Innovationen.

## 5. Fazit

Eingangsthese war, dass Technologien und Technik als Moment sozialer Ordnungsbildung zu verstehen sind, zur Reproduktion und/oder Produktion von Ordnungsstrukturen beitragen und dass ihr spezifischer Beitrag zur sozialen Ordnung deren Materialität geschuldet ist (vgl. The Berlin Script Collective 2018). Damit geben sowohl Technologien als auch Techniken Gelegenheitsstrukturen für soziales Handeln vor, mit denen sich sowohl Spielräume als auch Restriktionen für ihre je unterschiedliche gesellschaftliche, wirtschaftliche und organisatorische Nutzung verbinden. Diese These kann nun auf der Basis der skizzierten Befunde etwas schematisch präzisiert werden: Erstens führt die Diffusion digitaler Technologien zur Genese einer organisationstechnologischen Infrastruktur, die einen strukturellen Rahmen für Arbeit und soziales Handeln generell etabliert. Zweitens impliziert die Zentralität von Organisationstechnologie, dass Übersetzungsleistungen durch Arbeit zwischen der virtuellen und realen Prozessebene unverzichtbar sind. Drittens treten das Design der konkreten technischen Systeme und die damit einhergehenden Kopplungsmodi zwischen Technik und Arbeit als entscheidende Bestimmungsfaktoren für die Gestaltungsoptionen dieser unverzichtbaren Übersetzungsleistungen auf. Viertens entscheidet sich schließlich im laufenden Prozess der Nutzung und der Aneignung der neuen Techniken durch Beschäftigte, welches Verhältnis von Technik und Arbeit sich realiter durchsetzt.

Strukturtheoretisch gesehen, können organisationstechnologische Infrastrukturen als *background conditions* für Arbeit verstanden werden, d.h. sie bezeichnen einen weiten stabilen Kontext, innerhalb dessen Arbeitshandeln in spezifischer Weise vorgezeichnet und gerahmt wird. Technische Artefakte hingegen können als *proximate conditions* angesehen werden, die unmittelbar Arbeitshandeln beeinflussen und nur schwer übergebar sind (vgl. Whitley 2007). Freilich entfalten sich die strukturierenden Effekte von Technologie und Technik letztlich erst handlungsvermittelt, denn: man kann mit Dolata und Werle (2007: 37) in strukturationstheoretischer Perspektive argumentieren, dass technologie und Technik wirken „...kontingente Ergebnisse akteurgetragener Prozesse zugleich in Form neuer Handlungsermöglichkeiten oder – zwänge restrukturierend auf sozial Zusammenhänge zurück[wirken]“ und: „Über Ressourcen, Interessen, Wertvorstellungen und Situationsdefinitionen der im weiteren Sinne die Technik...nutzenden individuellen, kollektiven und korporativen Akteure wird Technik gehärtet und entfaltet ihre strukturelle...Wirkungsmacht“ (ibid.).

In Hinblick auf technikdeterministische Auffassungen lässt sich daher festhalten: diese lassen sich weder sozialkonstruktivistisch eskamotieren, noch kann einem harten Technikdeterminismus das Wort geredet werden. Vielmehr kann die Frage nur hinreichend beantwortet werden, wenn das

Zusammenspiel von Technik und Arbeit auf verschiedenen Ebenen von Produktions- und Arbeitsprozessen gleichermaßen in die Analyse einbezogen wird. Erforderlich ist mithin eine Mehrebenenanalyse, mit der den Besonderheiten der Digitalisierung Rechnung getragen werden kann. Technologisch definierte Funktionalitäten greifen in Handlungsvollzüge nicht direkt ein, sondern geben Handlungskorridore vor und mit ihnen können für Arbeit sowohl Optionen als auch Restriktionen einhergehen. Für konkrete digitale Techniken hingegen, die die jeweiligen technologischen Funktionen ausführen, stellt sich dieser Zusammenhang differenzierter dar. Je nach Design sind hier einerseits gewisse Handlungs- und Gestaltungsoptionen für Arbeit anzutreffen. Andererseits aber zeigt sich auf dieser Ebene ein enges, fast deterministisch gekoppeltes Verhältnis von Technik und Arbeit.

Daher kann in Anschluss an die eingangs resümierte Debatte um den technischen Determinismus metaphorisch allenfalls von einem „soft“ Determinismus die Rede sein (vgl. Defoe 2015). Denn gerade auch bei engen Kopplungen wird Arbeit nie endgültig technologisch und technisch festgelegt und geregelt. So sind selbst detaillierte technische Kopplungsmodi nicht immer so eindeutig, wie sie erscheinen. Sie implizieren oftmals Alternativen ihrer Nutzung und sind stets unterschiedlichen Interpretationen zugänglich. Zudem ist, wie gezeigt, die praktische Aneignung von Technologien und Technik durch die Beschäftigten selbst ein komplexer und keineswegs endgültig bestimmbarer Prozess, der zu vielen Nutzungsalternativen führen kann.

## Referenzen

- Abel, Jörg/ Hirsch-Kreinsen, Hartmut/ Wienzek, Tobias (2019): Akzeptanz von Industrie 4.0. Abschlussbericht zu einer explorativen empirischen Studie über die deutsche Industrie. Herausgegeben vom Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0. Online: <https://www.aca-tech.de/publikation/abschlussbericht-akzeptanz-in-der-industrie-4-0/> [19.01.2020]
- AIS (Arbeits- und Industriesoziologische Studien) (2018): Arbeit und Technik revisited. Jg. 11, H. 2. Online: <https://www.arbsoz.de/ais-studien-2018> [15.01.2020]
- Altmann, Norbert/ Deiß, Manfred/ Döhl, Volker/ Sauer, Dieter (1986): Ein „Neuer Rationalisierungstyp“ – neue Anforderungen an die Industriesoziologie. In: Soziale Welt, Jg. 37, H. 2/3, 191–206
- Bauer, Wilhelm/ Ganz, Walter/ Hämmerle, Moritz/ Renner, Thomas (2020) (Hrsg.): Künstliche Intelligenz in der Unternehmenspraxis. Stuttgart: Fraunhofer IAO
- Baethge-Kinsky, Volker/ Kuhlmann, Martin/ Tullius, Knut (2018): Technik und Arbeit in der Arbeitssoziologie – Konzepte für die Analyse des Zusammenhangs von Digitalisierung und Arbeit. In: Arbeits- und Industriesoziologische Studien, Jg. 11, H. 2, 91–106
- Bender, Gerd (2007): Wechselwirkung zwischen Technik und institutionellen Strukturen. In: Dolata, Ulrich/ Werle, Raymund (Hrsg.): Gesellschaft und die Macht der Technik: Sozioökonomischer und institutioneller Wandel durch Technisierung. Frankfurt/New York, 45–62
- Boes, Andreas/ Kämpf, Tobias/ Gül, Katrin/ Langes, Barbara/ Lühr, Thomas/ Marrs, Kira/ Ziegler, Alexander (2016): Digitalisierung und „Wissensarbeit“: Der Informationsraum als Fundament der Arbeitswelt der Zukunft. In: APuZ, H. 18/19, 32–39

- Boos, Daniel/ Guenter, Hannes/ Grote, Gudela/ Kinder, Katharina (2013): Controllable accountabilities: The Internet of Things and its Challenges for Organisations. In: Behaviour & Information Technology, Jg. 32, H. 5, 449–467
- Benz-Overhage, Karin/ Brumlop, Eva/ Freyberg, Thomas von/ Papadimitriou, Zissis (1982): Neue Technologien und alternative Arbeitsgestaltung. Frankfurt /New York: Campus-Verlag
- Brandt, Gerhard/ Kündig, Bernard/ Papadimitriou, Zissis/, Thomae, Jutta (1978): Computer und Arbeitsprozess. Eine arbeitssoziologische Untersuchung der Auswirkungen des Computereinsatzes in ausgewählten Betriebsabteilungen der Stahlindustrie und des Bankgewerbes. Frankfurt/New York: Campus-Verlag
- Brecher, Christian/ Roßmann, Jürgen/ Schlette, Christian/ Herfs, Werner/ Ruf, Henning/ Göbel, Martin (2010): Intuitive Roboterprogrammierung in der automatisierten Montage. In: wt – Werkstattstechnik online, Jg. 100, H. 9, 684–686
- Brynjolfsson, Erik/ McAfee, Andrew (2014): The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of brilliant Technologies. New York/London: Norton & Company
- Büchner, Stefanie (2018): Digitale Infrastrukturen – Spezifik, Relationalität und die Paradoxien von Wandel und Kontrolle. In: Arbeits- und Industriesoziologische Studien, Jg. 11, H. 2, 279–293
- Dafoe, Allan (2015): On Technological Determinism: A Typology, Scope Conditions, and a Mechanism. In: Science, Technology and Human Values, Jg. 40, H. 6, 1047–1076
- Dolata, Ulrich/ Werle, Raymund (2007): „Bringing technology back in“: Technik als Einflussfaktor sozioökonomischen und institutionellen Wandels. In: Dolata, Ulrich/ Werle, Raymund (Hrsg.): Gesellschaft und die Macht der Technik: Sozioökonomischer und institutioneller Wandel durch Technisierung. Frankfurt/New York: Campus Verlag, 15–44
- Dellot, Benedict (2018): Why Automation is more than just a Job Killer. State: 20 July 2018. Royal Society for Arts (RSA) Blog. Online: <https://www.thersa.org/discover/publications-and-articles/rsa-blogs/2018/07/the-four-types-of-automation-substitution-augmentation-generation-and-transference> [02.02.2020]
- Falkenberg, Jonathan (2021): Taylors Agenten. Eine arbeitssoziologische Analyse mobiler Assistenzsysteme in der Logistik. Dissertationsschrift. Stuttgart (i.E.)
- Frey, Carl B. (2019): The Technology Trap – Capital, Labor, and Power in the Age of Automation. Princeton/Oxford: Princeton University Press
- Grant, David/ Hall, Richard/ Wailes, Nick/ Wright, Christopher (2006): The False Promise of Technological Determinism: The Case of Enterprise Resource Planning Systems. In: New Technology Work and Employment, Jg. 21, H. 1, 3–15
- Heidenreich, Martin/ Kirch, Brigitte/ Mattes, Jannika (2008): Die organisatorische Einbettung von Informationstechnologien in einem globalen Entwicklungsprojekt. In: Funken, Christiane/ Schulz-Schaeffer, Ingo (Hrsg.): Digitalisierung der Arbeitswelt: Zur Neuordnung formaler und informeller Prozesse in Unternehmen. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 193–220

- Heilbroner, Robert L. (1994): Do Machines Make History? In: Smith, Merritt R./ Marx, Leo (eds.): Does Technology Drive History? The Dilemma of Technological Determinism. Cambridge/ MA: The MIT Press, 67–78
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (1993): NC-Entwicklung als gesellschaftlicher Prozess – amerikanische und deutsche Innovationsmuster der Fertigungstechnik. Frankfurt/New York: Campus Verlag
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2018): Das Konzept des Soziotechnischen Systems – revisited. In: Arbeits- und Industriesoziologische Studien, Jg. 11, H. 2, 2018, 11–28
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2020): Digitale Transformation von Arbeit – Entwicklungstrends und Gestaltungsansätze. Stuttgart: Kohlhammer Verlag
- Ittermann, Peter/ Falkenberg, Jonathan (2019): Funktionsweisen digitaler Technologien und Szenarien digitalisierter Einfacharbeit. In: Hirsch-Kreinsen, Hartmut/ Ittermann, Peter/ Falkenberg, Jonathan (Hrsg.): Szenarien digitalisierter Einfacharbeit. Konzeptionelle Überlegungen und empirische Befunde aus Produktion und Logistik. Baden-Baden: Nomos Verlag, 37–68
- IG Metall (Hrsg.) (2019): Kompass Digitalisierung. Eine Gestaltungshilfe für gute digitale Arbeit. Stand: 06.2019. Online: [http://www.steps-projekt.de/fileadmin/Templates/Steps\\_Projekt/Media/20190524\\_Kompass\\_Digitalisierung\\_final.pdf](http://www.steps-projekt.de/fileadmin/Templates/Steps_Projekt/Media/20190524_Kompass_Digitalisierung_final.pdf) [12.11.2019]
- Kleemann, Frank/ Matuschek, Ingo (2008): Informalisierung als Komplement der Informatisierung von Arbeit. In: Funken, Christiane/ Schulz-Schaeffer, Ingo (Hrsg.): Digitalisierung der Arbeitswelt. Die Neuordnung formaler und informeller Prozesse in Unternehmen. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 43–67
- Lösch Andreas (2012) Techniksoziologie. In: Maasen, Sabine/ Kaiser, Mario/ Reinhart, Martin/ Sutter, Barbara (Hrsg.): Handbuch Wissenschaftssoziologie. Wiesbaden: Springer VS, 251–264
- Lutz, Burkart (1987): Das Ende des Technikdeterminismus und die Folgen. In: Lutz, Burkart (Hrsg.): Technik und Sozialer Wandel: Verhandlungen des 23. Deutschen Soziologentages in Hamburg 1986. Frankfurt: Campus Verlag, 34–57
- Kagermann, Henning/ Wahlster, Wolfgang (2021): Zehn Jahre Industrie 4.0. In: FAZ, 29. März 2021, 18
- Kuhlmann, Martin/ Voskamp, Ulrich (2019): Digitalisierung und Arbeit im niedersächsischen Maschinenbau. SOFI Working Paper 2019 – 15. Göttingen: SOFI
- Mackenzie, Donald A./ Wajcman, Judie (eds.) (1999): The Social Shaping of Technology. Buckingham/Philadelphia: Open University Press
- Matuschek, Ingo/ Kleemann, Frank (2018): Mensch und Technik revisited – Zum sich verändernden Stellenwert von Informalität im Prozess der Digitalisierung. In: Arbeits- und Industriesoziologische Studien, Jg. 11, H. 2, 58–74
- Mayntz, Renate (2001): Triebkräfte der Technikentwicklung und die Rolle des Staates. In: Politische Vierteljahresschrift, Sonderheft 31/2000 „Politik und Technik“, Analysen zum Verhältnis von technologischem, politischem und staatlichem Wandel am Anfang des 21. Jahrhunderts. Herausgegeben von Georg Simonis, Renate Martinsen und Thomas Saretzki. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, 3–18

- Müller-Mall, Sabine (2020): Freiheit und Kalkül – Die Politik der Algorithmen. Stuttgart: Reclam
- Noble, David F. (1984): Forces of Production – A Social History of Industrial Automation. New York: Routledge
- Orlikowski, Wanda J. (2000): Using Technology and Constituting Structures: A Practice Lens for Studying Technology. In: Organization Science, Jg. 11, H. 4, 404–428
- Orlikowski, Wanda J. (2010): The Sociomateriality of Organisational Life: Considering Technology in Management Research. In: Cambridge Journal of Economics, Jg. 34, H. 1, 125–141
- Paragas, Fernando/ Lin, Trisha T.C. (2016): Organizing and Reframing Technological Determinism. In: New Media & Society, Jg. 18, H.8, 1528–1546
- Pfeiffer, Sabine (2018): Technisierung von Arbeit. In: Böhle, Fritz/ Voß, Günter G./ Wachtler, Günther (Hrsg.): Handbuch Arbeitssoziologie. 2. Aufl. Band 1: Arbeit, Strukturen und Prozesse. Wiesbaden: Springer VS, 321–357
- Pinch, Trevor J./ Bijker, Wiebe E. (1984): The Social Construction of Facts and Artefacts: or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology might benefit each other. In: Social Studies of Science, Jg. 14, H.3, 399–441
- Pipek, Volkmar/ Wulf, Volker (2009): Infrastructuring: Toward an Integrated Perspective on the Design and Use of Information Technology. In: Journal of the Association for Information Systems, Jg. 10, H. 5, 447–473
- Smith, Merritt R./ Marx, Leo (eds.) (1994): Does Technology Drive History? The Dilemma of Technological Determinism. Cambridge/MA: The MIT Press
- Springer, Roland (1987): Die Entkopplung von Produktions- und Arbeitsprozess. In: Zeitschrift für Soziologie, Jg. 16, H. 1, 33–43
- The Berlin Script Collective (2018): Technik vergleichen: Ein Analyserahmen für die Beeinflussung von Arbeit durch Technik. In: Arbeits- und Industriesoziologische Studien, Jg. 11, H. 2, 124–142
- Weyer, Johannes (2019): Die Echtzeitgesellschaft: Wie smarte Technik unser Leben steuert. Frankfurt: Campus Verlag
- Whitley, Richard (1992): The Social Structuring of Business Systems. In: Whitley, Richard: European Business Systems: Firms and Markets in their National Contexts. London/New York: Oxford University Press, 5–45
- WSI Mitteilungen (2018): Schwerpunkttheft Industrie 4.0 konkret – Ungleichezeitige Entwicklungen, arbeitspolitische Einordnungen, Jg. 71, H. 3
- Zuboff, Shoshana (2018): In the Age of the Smart Machine – The Future of Work and Power. New York: Basic Books
- Zammuto, Raymond F./ Griffith, Terri L./ Majchrzak, Ann/ Dougherty, Deborah J./ Faraj, Samer (2007): Information Technology and the Changing Fabric of Organization. In: Organization Science, Jg.18, H. 5, 749–762



Band 207  
Beiträge aus der Forschung

sfs