

Hartmut Hirsch-Kreinsen¹

Das Konzept des Soziotechnischen Systems – revisited

Abstract: Gegenstand des Beitrags ist eine kritische Auseinandersetzung mit dem Konzept des Soziotechnischen Systems (STS), das im gegenwärtigen Digitalisierungsdiskurs als Analyse- und Gestaltungskonzept eine relativ prominente Rolle spielt. Gezeigt wird, dass dieses den digitalen Wandel von Technik und Arbeit nicht hinreichend erfasst, insbesondere aber den Einfluss ökonomischer Strukturbedingungen nicht systematisch erfasst. Auf der Basis eines industriesoziologischen Theorieansatzes aus den 1980er Jahren wird daher eine Erweiterung des STS-Konzepts vorgeschlagen: Erstens wird die Multifunktionalität digitaler Technologien besonders ihre Funktion als Organisations-technologie herausgearbeitet. Zweitens bezeichnet Organisationstechnologie einen Abstimmungsmechanismus, der die Mikroebene von Arbeitsprozessen mit ökonomischen Strukturbedingungen verknüpft. Drittens erweist sich dabei das wenig eindeutige und betrieblich und sektoral unterschiedliche Spannungsverhältnis von Markt- und Produktionsökonomie als zentraler Bestimmungsfaktor für die organisationstechnologische Regulation von Produktionsprozessen. Insgesamt ist daher die Beziehung zwischen Organisationstechnologie und Arbeit als unbestimmt anzusehen, wobei zugleich aber auch generelle Folgewirkungen digitaler Technologien für Arbeit in Rechnung zu stellen sind.

Die gegenwärtige sozialwissenschaftliche Debatte über ein gewandeltes Verhältnis von Technik und Arbeit unter den Bedingungen des Einsatzes „smarter“ digitaler Technologien weist zwei mehr oder weniger voneinander unabhängige Diskursebenen auf: Zum einen ein primär gesellschaftspolitischer und gesellschaftstheoretischer Zugang mit oftmals dystopischen Entwicklungsszenarien im Kontext einer teilweise expliziten Kapitalismuskritik. Zum anderen eine zunehmende Zahl von zumeist empirischen Analysen auf der Mikro- und Handlungsebene von Arbeitsprozessen über gewandelte Muster der Mensch-Maschine-Interaktion, dem Strukturwandel von Arbeit und neuen technologisch gegebenen Gestaltungsoptionen von Arbeit. Auf dieser Untersuchungsebene wird seit längerem auf das aus der sozialwissenschaftlichen Arbeits- und Technologieforschung bekannte Analyse- und Gestaltungskonzept des Soziotechnischen Systems (STS) zurückgegriffen; im laufenden Digitalisierungs- und Industrie 4.0-Diskurs gewinnt dieses Konzept eine zunehmend prominente Rolle. Es fehlt jedoch bislang ein theoretisch-analytisches Konzept „mittlerer Reichweite“, das die Forschungen auf der Mikroebene an gesellschaftstheoretische Überlegungen zurückbindet und damit zugleich in empirischer Hinsicht eine valide Erklärungs- und Analyseperspektive bietet. Auf diese konzeptionelle Lücke zielt dieser Beitrag. Ausgangspunkt der folgenden Argumentation ist eine kritische Auseinandersetzung mit dem STS-Konzept. Davon ausgehend soll ein deutlich erweiterter konzeptioneller Rahmen für die Analyse des Phänomens der Digitalisierung von Arbeit zur Diskussion gestellt werden.

¹ Prof. Dr. Hartmut Hirsch-Kreinsen, Seniorprofessor an der TU Dortmund. E-Mail: hartmut.hirsch-kreinsen@tu-dortmund.de.

1 Das STS-Konzept: Bedeutung und Kritik

1.1 Bedeutung

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

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

Der Wandel arbeitspolitischer Konjunkturen, neue Fragestellungen, insbesondere aber das weitgehende Verschwinden von Technik aus der Perspektive der Ar-

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

1.2 Kritik

Zugleich freilich erweist sich der STS-Ansatz konzeptionell und empirisch als unterkomplex. Als zentral sind hier vor allem die folgenden Kritikpunkte zu nennen:

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

der gewandelten technologischen Bedingungen droht der tradierte „...Dreiklang von Technik, Arbeit und Organisation ... disharmonisch zu werden...“ (Pfeiffer 2010: 249). Auf diesen kritischen Einwand wird im weiteren Verlauf der Argumentation zurückzukommen sein.

Zum zweiten erweist sich das STS-Konzept aus einer soziologischen Perspektive als unterkomplex. Denn umgebende Rahmenbedingungen werden nur unzureichend in die Überlegungen einbezogen. Zwar wird davon ausgegangen, dass ein STS stets mit übergeordneten, unternehmensstrategischen und gesellschaftsstrukturellen Faktoren verknüpft ist (Rice 1963), jedoch bleibt offen, wie dies geschieht. Kritik richtet sich vor allem auch auf den Umstand, dass das STS-Konzept auf Grund seines primären Fokus auf den „Container“ innerbetrieblicher Funktionsbereiche neuere Trends betriebsübergreifender Vernetzung nicht systematisch berücksichtigt. Insbesondere erforderten die dynamischen Trends der aktuellen Digitalisierungsphase, die mit Begriffen wie Serviceorientierung, Big Data-basierte neue Geschäftsmodelle oder Plattformökonomie gefasst werden, eine Abkehr von dem statischen Verständnis einer anzustrebenden Joint Optimization von Technik und Arbeit zugunsten eines dynamischen Verständnisses bedingungsabhängiger kontinuierlicher Anpassungs- und Abstimmungsprozesse (Walker et al. 2008; Winter et al 2014).

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

2 Zu den Besonderheiten digitaler Technologien

Im Folgenden soll nun ein theoretisch-analytisches Konzept zur Diskussion gestellt werden, das einerseits den ganzheitlichen Blick des STS-Konzepts auf technisierte

Arbeitsprozesse nicht vernachlässigt, andererseits aber die Kritikpunkte, insbesondere die traditionelle Sicht auf das Verhältnis von Technik und Arbeit und den mangelnden Bezug auf strukturelle Faktoren aufnimmt und konstruktiv wendet.

2.1 Multifunktionalität

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

Um diese neue Qualität aus soziologischer Sicht genauer zu bestimmen, soll auf einen gesellschaftstheoretischen Ansatz des Frankfurter Instituts für Sozialforschung (IfS) zurückgegriffen werden, der Ende der 1970er/Anfang der 1980er Jahre im Rahmen mehrerer „Computerstudien“ (IfS 1974; Brandt et al. 1978; Benz-Overhage et al. 1982; Bergmann 1989) entwickelt wurde. Er firmierte damals verschiedentlich unter dem Label Computertechnologien als „Organisationstechnologien“, auf das im vorliegenden Rahmen zurückgegriffen werden soll. Indem die Autoren Computertechnologien als Steuerungs- und als Organisationstechnologien verstehen, betonen sie ähnlich wie Zuboff (1988) einen mehrfachen funktionalen Charakter moderner Computertechnologien. Davon ausgehend lassen sich für die gegenwärtig diskutierten digitalen Produktionstechnologien die folgenden Bestimmungen präzisieren:

- Zum einen fungieren sie als *Automatisierungstechnologien* und zielen als erweitertes Rationalisierungsmittel auf die fortschreitende Substitution von manueller und intellektueller Arbeit; als konkrete Beispiele sind hier moderne Robotiksysteme, cyber-physische Steuerungssysteme, additive Produktionsverfahren sowie vernetzte Engineering- und Planungssysteme der verschiedensten Art zu nennen.
- Zum zweiten sind sie als *Arbeitsmittel* zu begreifen, durch die Arbeit unterstützt und erleichtert, aber partiell auch substituiert wird; konkrete Beispiele hierfür sind Exoskelette, Systeme der ergonomischen Unterstützung und Handhabung schwerer Arbeiten oder auch Assistenzsysteme zur Planung und Programmierung.
- Zum dritten sind digitale Technologien in besonderer Weise als *Organisationstechnologie* zu verstehen. Denn auf der Basis der systematischen Verarbei-

tung von Daten und Informationen über die Produktion übernehmen sie zunehmend autonom Regelungsfunktionen von Produktionsprozessen, die zuvor auf organisatorischem Wege erbracht worden sind.

Ohne Frage handelt es sich dabei um eine analytische Unterscheidung, lassen sich empirisch diese drei Funktionsbereiche oftmals doch nur schwer trennen. Wie im Folgenden genauer begründet wird, soll auf der Basis des Frankfurter Ansatzes mit dem Begriff der Organisationstechnologie jedoch die zentrale Funktion gerade auch der neuen digitalen Technologien bezeichnet werden.

2.2 Organisationstechnologie

Die Kategorie der Organisationstechnologie basiert auf einer auf *Willi Pöhler* zurückgehenden Überlegung, wonach die neuen Technologien auf eine rationelle Verzahnung von Produktionstechnik und Arbeitsorganisation zielen und Teilprozesse nach einem vorgegebenen Schema organisieren (zit. nach Brandt et al. 1978: 20). Ähnlich argumentiert *Gert Schmidt* (1989: 247), der von Technik als einem „Organisationsphänomen“ spricht, in dem die Apparatur mit den Regelungskomplexen verschmelze. Daher gelte es,

„... nicht mehr nur dem Einfluß der Technologie auf die Arbeitsorganisation, sondern vor allem umgekehrt den Auswirkungen ökonomisch bedingter Organisationsprinzipien auf den technischen Wandel nachzugehen.“ (Brandt et al. 1978: 20 f.)

Organisationstechnologie umfasst demnach Planungs-, Steuerungs- und Kontrollverfahren, die früher organisatorisch erbracht worden sind, setzt sie in Daten und Informationen über einen anzustrebenden Produktionsablauf um und steuert auf diese Weise nicht mehr allein Arbeit, sondern den Produktionsprozess mit seinen technischen, sozialen und organisatorischen Elementen in seiner Gesamtheit, d. h. sowohl in der betrieblichen als auch überbetrieblichen Dimension. Die Spezifika dieser Kategorie verdeutlichen Brandt et al. mit der Formulierung:

„Organisierung 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.“ Daher, so weiter: „Letzten Endes ist der Informationsprozess ... ein die materielle Produktion organisierender Prozess und die damit verbundene Informationstechnologie eine Organisationstechnologie der materiellen Produktion.“ (ibid.: 64 ff.)

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

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

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

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

3 Bestimmungsfaktoren organisationstechnologischer Regulation von Arbeit

Fragt man nach den Gründen für die hohe Bedeutung der organisationstechnologischen Funktion digitaler Technologien, so ist man, dem Frankfurter Ansatz folgend, auf den Einfluss struktureller Rahmenbedingungen verwiesen. Die These ist, dass Organisationstechnologie als vermittelnder „Link“ zwischen dynamischen und im Einzelnen durchaus widersprüchlichen ökonomischen Strukturanforderungen der Märkte einerseits und Produktion andererseits und der daran orientierten Regulation von Wertschöpfungs- und Arbeitsprozessen fungiert.

Im Unterschied zum STS-Konzept wird mit dieser These nicht nur die Relevanz struktureller Rahmenbedingungen für die Arbeitsgestaltung postuliert (s. o.), sondern es wird mit dem Begriff der Organisationstechnologie ein Abstimmungsmechanismus bezeichnet, durch den die Mikroebene der Gestaltung von Arbeitsprozessen mit dem Einfluss übergeordneter Strukturbedingungen verknüpft wird. Im Einzelnen kann dieser Zusammenhang wie folgt präzisiert werden.

3.1 Spannungsverhältnis zwischen Produktions- und Marktökonomie

Den damaligen Überlegungen der Frankfurter Computerstudien folgend ist das Spannungsverhältnis zwischen widersprüchlichen strukturellen Einflussgrößen, die als Produktions- und Marktökonomie gefasst werden, als die zentrale Bestimmungs-

größe organisationstechnologischer Regulation von Arbeitsprozessen anzusehen. Konkreter: die zentrale Funktion digitaler Organisationstechnologien ist, auf betrieblicher Ebene das divergierende Verhältnis zwischen Produktions- und Marktökonomie durch eine flexible Planung und Organisierung des Produktionsprozesses kontinuierlich aufeinander abzustimmen.

Mit dem Begriff der Produktionsökonomie wird die produktive, kostengünstige, zeitoptimale sowie in der Regel störungsfreie und kontinuierliche Nutzung aller Produktionskapazitäten verstanden. Theoretisch kann Produktionsökonomie als „kapitalistische Notwendigkeit der Produktionsgestaltung“ bzw. „inneres Gesetz der Kapitalverwertung“ betrachtet werden (Benz-Overhage et al. 1982: 24). Die Kategorie der Marktökonomie bezeichnet hingegen den Komplex äußerer Marktbedingungen, mit denen Unternehmen konfrontiert sind und die sie bewältigen müssen, um eine optimale Produktion zu realisieren. Als zentral für eine erfolgreiche Kapitalverwertung erweist sich dabei der Absatzmarkt und die von ihm ausgehenden konkurrenz- und nachfragebedingten Flexibilitätserfordernisse. Wie angesprochen wird davon ausgegangen, dass zwischen beiden Faktorenbündeln ein strukturelles Spannungsverhältnis existiert, mit dem Betriebe konfrontiert sind und das sie zur Sicherung ihrer Kapitalverwertung stets austarieren müssen. In der Regel handelt es sich bei der jeweils erreichten Abstimmung zwischen beiden divergierenden Faktoren immer nur um eine *prekäre Balance*, da es sich bei den marktökonomischen Bedingungen nur um schwer beeinflussbare und kontingente Bedingungen handelt.

Die Herausforderungen, diese prekäre Balance stets erneut herzustellen, haben sich für die Betriebe zweifellos seit der zunehmenden Erosion des fordistischen Systems der Massenproduktion und der sich intensivierenden globalen Konkurrenz zunehmend verschärft. Die dynamischen Erfordernisse der Marktökonomie wie der Druck auf Produktdiversifikation, die Flexibilisierung und Verkürzung der Produktion, eine verstärkte Kundenorientierung sowie die Erweiterung von Marketing- und Servicestrategien und die Verkürzung von Innovationszyklen der Produkte führen in vielen Fällen tendenziell zu einer bislang nicht gekannten Dominanz marktökonomischer Erfordernisse gegenüber produktionsökonomischen Kriterien. So stellten *Karin Benz-Overhage et al.* schon Anfang der 1980er Jahre fest, dass in vielen Bereichen der industriellen Produktion eine Schwerpunktverschiebung von Rationalisierungsstrategien erkennbar werde: Produktionsgestaltung zielt nicht mehr wie unter fordistischen Systembedingungen primär auf die Abschottung betriebsinterner Strukturen von Märkten, sondern die optimale Reagibilität der Prozesse gegenüber den Marktvarianzen wird zum dominierenden Prinzip der Produktionsgestaltung (Benz-Overhage et al. 1982: 35).

3.2 Neue Qualität der Regulation von Arbeitsprozessen

Dieser ökonomische Strukturwandel konvergiert dabei in den letzten Jahren mit dem viel diskutierten Entwicklungssprung digitaler Technologien und der Genese der Vision Industrie 4.0. Die massive Steigerung der Leistungsfähigkeit und gleichzeitige Verbilligung dieser Technologien eröffnet bekanntlich völlig neue technologische Anwendungspotentiale. Stichworte sind hier Vernetzung und industrielle Nutzung des

Internets, Big Data-Methoden und der Einsatz intelligenter dezentraler Systemkomponenten, sog. Cyber-Physischer-Systeme (CPS). So zielt die Vision Industrie 4.0 insbesondere auf die Bewältigung schnell wachsender Flexibilitätsanforderungen der Absatzmärkte, eine zunehmende Individualisierung der Produkte, kürzer werdende Produktlebenszyklen sowie eine steigende Komplexität der Prozessabläufe und Produkte. Die bisherigen technologischen und wirtschaftlichen Grenzen des Einsatzes von Produktionstechnologien sollen angesichts steigender Flexibilitätsanforderungen der Absatz- und Zuliefermärkte deutlich hinausgeschoben werden. So formuliert *acatech* als zentrales Ziel des Konzepts Industrie 4.0 eine Individualisierung von Produkten:

„Industrie 4.0 ermöglicht die Berücksichtigung von individuellen kundenspezifischen Kriterien bei Design, Konfiguration, Bestellung, Planung, Produktion und Betrieb einschließlich kurzfristiger Änderungswünsche. Dank Industrie 4.0 kann dabei selbst die Produktion von Einzelstücken und Kleinstmengen (Losgröße 1) rentabel werden.“ (Forschungsunion/acatech 2013: 19)

Zudem soll es möglich werden, Geschäftsprozesse und Lieferketten in Hinblick auf Qualität, Zeit, Risiko, Robustheit, Preis, Umweltverträglichkeit etc. dynamisch zu gestalten. Dieser Perspektive zufolge werden sich daher herkömmliche Wertschöpfungsketten in Richtung verstärkter Markt- und Serviceorientierung verändern und neue Geschäftsmodelle etablieren. Diese technologisch gegebene Möglichkeit, neue Geschäftsmodelle zu entwickeln, wird angesichts der hohen Dynamik der Märkte verschiedentlich als eine der Hauptherausforderungen für die Einführung von Industrie 4.0-Systemen gesehen. In der gesellschaftstheoretischen Debatte wird diese Entwicklung als eine der grundlegenden strukturverändernden Tendenzen mit dem prominenten Label des Plattformkapitalismus gefasst (z. B. Staab 2016).

Davon ausgehend können in Hinblick auf die Bedeutung digitaler Technologien für die technisch-organisatorische Produktionsgestaltung zwei Thesen formuliert werden (vgl. hierzu auch: Benz-Overhage et al. 1982: 38):

- Erstens: Mit den neuen digitalen Technologien verfügen Betriebe über eine Organisationstechnologie, mit deren Hilfe sie das divergierende Verhältnis zwischen Produktions- und Marktökonomie im eigenen strategischen Interesse kontinuierlich aufeinander abzustimmen können.
- Zweitens: Betriebe erreichen damit eine neue Qualität der flexiblen technisch-organisatorischen Prozessgestaltung, die den dynamisch sich wandelnden Marktbedingungen Rechnung trägt.

Anders formuliert, die spezifische Funktion von digitalen Technologien als Organisationstechnologie ist es, zwischen den divergierenden Anforderungen der Produktions- und Marktökonomie durch eine entsprechende Organisierung der Produktion zu vermitteln (vgl. hierzu insbesondere auch Altmann et al. 1986). Mehr noch, mit digitaler Organisationstechnologie verfügen Betrieben über ein Instrument, neue und bisher nicht mögliche Formen marktorientierter Rationalisierungsstrategien zu verfolgen.

Ogleich davon auszugehen ist, dass die zunehmende Dominanz marktökonomischer Anforderungen gegenüber den Kriterien der Produktionsökonomie einen

generellen Trend bezeichnet, ist davon auszugehen, dass sich empirisch-konkret in verschiedenen Industrien das Spannungsverhältnis zwischen Produktions- und Marktökonomie in sehr unterschiedlicher Weise ausprägt. Intervenierende Faktoren sind hier unterschiedliche sektorale und betriebsstrukturelle Bedingungen wie sie etwa mit Merkmalen wie Seriengröße und Produktstrukturen, aber auch unterschiedlicher Technologieintensität und Betriebsgröße gefasst werden können. Entsprechend ungleichzeitig und verschieden verlaufen auch die je konkrete Nutzung und die Funktionsweisen digitaler Technologien als Organisationstechnologie. Hinzu kommt der in strukturtheoretischer Perspektive oft übersehene, jedoch triviale Umstand, dass Betriebe unter gegebenen strukturellen Bedingungen technisch-organisatorische Optionen sehr unterschiedlich nutzen können und daher auch unter den Bedingungen von Industrie 4.0 kein „one best way“ der Produktionsgestaltung zu erwarten ist (Minssen 2017). Empirisch lässt sich dies an der unübersehbaren Spreizung der Verbreitung digitaler Technologien im Verarbeitenden Gewerbe festmachen. Der Digitalisierungsgrad ist im Maschinen- und Fahrzeugbau sowie in der Chemie- und Pharmabranche deutlich höher als im großen Rest des Verarbeitenden Gewerbes. Auch sind ganz erhebliche Differenzen in Hinblick auf die jeweils eingesetzten konkreten digitalen Technologien erkennbar (Lerch et al. 2017). Schließlich sind deutlich unterschiedliche Entwicklungen zwischen verschiedenen Betriebsgrößenklassen festzustellen (z. B. Saam et al. 2016; Göcking et al. 2017).

4 Zum Verhältnis von Organisationstechnologie und Arbeit

Die Frage ist nun, welche Konsequenzen sich aus den skizzierten Bestimmungen und Funktionen digitaler Technologien für die arbeitssoziologisch alte und wieder aktuelle Frage nach dem Verhältnis von Technik und Arbeit ergeben. Die zentralen Thesen der damaligen Frankfurter Studien waren, dass durch den Computereinsatz eine beschleunigte Abstraktifizierung von Arbeit im Sinne der Enteignung des Produktionswissens stattfindet und Arbeit organisationstechnologisch zunehmend zeitlich und sachlich vorbestimmt werde. Beide Momente, so der theoretische Kontext der Argumentation, forcieren die Subsumtion menschlicher Arbeit unter den durch Organisationstechnologie verstärkten kapitalistisch strukturierten Produktionsprozess (Benz-Overhage et al. 1982: 46 ff.). Beide Thesen waren Gegenstand intensiver und sehr kritischer Diskussionen und es wurde hierzu eine Vielzahl überzeugender empirischer und konzeptioneller Gegenargumente und -befunde vorgestellt (z. B. Bergmann et al. 1986; Bergmann 1989; Manske et al. 1994).

Die damals vorgebrachten kritischen Argumente gegen eine lineare und eindimensionale Sicht der Subsumtion von Arbeit unter eine kapitalistisch strukturierte Technologie haben bis heute ihre Triftigkeit erhalten, ja sie gewinnen unter den Bedingungen smarter digitaler Technologien eine neue Aktualität. Das zentrale Argument ist, dass die Struktur der Arbeitsorganisation weder technologisch noch ökonomisch eindeutig bestimmbar ist. Vielmehr unterliege die Entwicklung der Arbeitsorganisation, so die Kritik von *Joachim Bergmann* (1989: 42 f.), einer „doppelten Kontingenz“, die sich aus den o. g. multifunktionalen Bestimmungen digitaler Technologien ergibt. Diese These besitzt auch für die aktuelle Situation Gültigkeit:

- Zum einen ist die Kontingenz arbeitsorganisatorischer Entwicklung Resultat der Automatisierung von Arbeitsprozessen. Zwar wird durch Automatisierung Arbeit zunehmend substituiert; verbleibende, nicht automatisierte Tätigkeits-elemente werden infolge der steigenden „Eigenfähigkeit“ der technischen Anlagen jedoch zeitlich und funktional zunehmend von den technischen Abläufen entkoppelt (Springer 1987). Damit eröffnen sich relativ weite und vielfach neue Gestaltungsoptionen für Arbeit. Dieser nicht neue Trend der Entkopplung von Technik und Arbeit setzt sich vermutlich beschleunigt unter den Bedingungen von Industrie 4.0 und der fortschreitenden Autonomisierung der digitalen Systeme fort.
- Zum zweiten ist sie Ergebnis der organisationstechnologischen Abstimmung von produktions- und marktökonomischen Anforderungen. Denn die damit digital ermöglichte Regulation der Produktion richtet sich primär auf die betriebliche und überbetriebliche Wertschöpfung und weniger auf Teilprozesse und Teilarbeiten. Für Arbeitsorganisation und Arbeit wird damit ein Rahmen abgesteckt, ohne sie im Einzelnen festzulegen.

Insbesondere, auch in Anschluss an Altmann, Sauer u. a. mit ihrem Konzept der Systemischen Rationalisierung, lässt sich daher festhalten, dass sich die vor allem marktökonomisch induzierten und organisationstechnologisch vermittelten relevanten Veränderungen primär auf der Ebene betrieblicher und überbetrieblicher Wertschöpfungsprozesse in ihrer Gesamtheit vollziehen und die arbeitsorganisatorischen Konsequenzen prinzipiell „unbestimmt“ sind (Altmann et al. 1986: 201). Besonders deutlich wird dies am Beispiel aktuell vielfach genutzter digitaler Planungs- und Steuerungstechniken wie Managementinformationssysteme, ERP-Systeme oder Shopfloor-Managementsysteme, die ein Netz von übergreifenden Rahmendaten wie Prozess- und Objektdaten hoher Planungsgüte erzeugen und die sich weniger auf die Festlegung einzelner Arbeitsschritte richten. An den Rahmendaten haben sich Arbeitskräfte zu orientieren und ihre Einhaltung sollen sie aktiv gewährleisten, indem sie diese in zeitlich und funktional „richtiges“ Arbeitshandeln und in konkrete inhaltlich-stoffliche Tätigkeiten übersetzen (Manske et al. 1994: 179 f.).

Wie freilich diese Übersetzungsleistungen im Konkreten arbeitsorganisatorisch strukturiert sind, ist ex ante keineswegs bestimmt. Es können im Einzelnen sehr verschiedene Formen von Arbeitsteilung und Kooperation organisationstechnologisch integriert werden, solche mit engen „tayloristischen“ Zuschnitten von Arbeitsaufgaben und solche mit „ganzheitlichen“ Tätigkeitszuschnitten realisiert werden (Bergmann 1989: 42). In der gegenwärtigen Debatte über die Zukunft digitalisierter Arbeit werden daher nicht zufällig teilweise völlig unterschiedliche Entwicklungsszenarien von Arbeit postuliert und es wird betont, dass diese einander nicht ausschließen und sich nebeneinander und ungleichzeitig durchsetzen können (z. B. Hirsch-Kreinsen et al. 2018). Als empirisches Beispiel hierfür seien völlig unterschiedliche Perspektiven der arbeitsorganisatorischen Gestaltung beim Einsatz vernetzter Systeme von sog. Leichtrobotern in Montageprozessen/Montagesystemen angeführt. Eine Perspektive richtet sich auf eine horizontal und vertikal hoch arbeitsteilige und kurzzyklisch getaktete Form der Arbeitsorganisation, eine andere zielt auf eine Form der Arbeitsorgani-

sation, die direkte und indirekte Aufgaben zusammenfasst und ausgeprägte Dispositionsspielräume aufweist. Welche Arbeitsstrukturen sich letztlich durchsetzen, ist, wie frühere und auch aktuelle Untersuchungen immer wieder zeigen, von einer Vielzahl von betriebspolitischen und betriebsstrukturellen Faktoren abhängig. Zu nennen sind hier vor allem der je gegebene Standardisierungsgrad der Prozesse, die Art und Weise der Einführungsprozesse der neuen Technologien, Personalstrategien der Unternehmen und das je konkrete verfügbare Qualifikationsniveau der Beschäftigten.

5 Generelle Folgen für Arbeit

Gleichwohl lassen sich auch generelle und unspezifische Folgewirkungen der organisationstechnologischen Prozessstrukturierung für Arbeit angeben. Diese überlagern als generelle Trends die angesprochenen Kontingenzen des Verhältnisses digitaler Technologien und Arbeit:

Zum einen ist davon auszugehen, dass der Einsatz digitaler Technologien unabhängig von ihrer Funktion als Automatisierungs- oder Organisationstechnologie zur fortschreitenden *Substitution von Arbeit* führen wird. Insbesondere werden Arbeitsplatzverluste im Segment geringqualifizierter und standardisierter, arbeitsintensiver Tätigkeiten in Produktion und Logistik anfallen. Die Voraussetzung hierfür ist, dass es sich dabei um Tätigkeiten handelt, die einen gut strukturierten und regelorientierten Charakter aufweisen, daher relativ problemlos in Algorithmen überführt und automatisiert werden können. Darüber hinaus ist aber auch von Substitutionseffekten qualifizierter, jedoch routinierter Tätigkeiten im Kontext der organisationstechnologischen Funktionen der neuen Technologien in indirekten Bereichen wie der Planung und Steuerung, der Verwaltung und Produktentwicklung auszugehen (z. B. Dengler/Matthes 2015; 2018). Offen ist allerdings die Reichweite von Substitutionseffekten. Denn erwartbare positive Wachstums- und Beschäftigungseffekte der Digitalisierung heben das gesamte Beschäftigungsniveau wiederum an und es verschwinden einfache routinisierte Tätigkeiten in einem dynamischen Wirtschaftssystem keineswegs vollständig (z. B. Vogler-Ludwig et al. 2016; Hirsch-Kreinsen 2017). Bezogen auf den industriellen Sektor ist freilich insgesamt, wie schon die Autoren der Frankfurter Computerstudie Anfang der 1980er formulierten, von einer weiteren Verringerung des quantitativen Gewichts der menschlichen Arbeit sowohl in der unmittelbaren Produktion als auch in den planenden und arbeitsvorbereitenden Bereichen auszugehen (Benz-Overhage 1982: 57).

Zum zweiten eröffnen die digitalen Technologien in ihrer Nutzung als Organisationstechnologie ganz erhebliche neue *Kontrollmöglichkeiten von Arbeit*. Die Kontrollpotentiale der digitalen Endgeräte wie Assistenzsysteme, Werkstattsteuerungssysteme oder Wearables der verschiedensten Art sind beträchtlich, denn sie können unter allen Umständen und im Kontext der verschiedensten Arbeitsformen zu weitreichenden Leistungs- und Verhaltenskontrollen genutzt werden (z. B. Hofmann/Kurz 2016; Staab/Nachtwey 2016). Dies ist in mindestens zweierlei Hinsicht realisierbar: Erstens eröffnen sich Möglichkeiten die Ausführung von Arbeitsvorgaben, seien es bloße Rahmenvorgaben oder detaillierte Arbeitsanweisungen, zu verfolgen und Abweichungen zu registrieren oder auch durch unmittelbare Fehlermeldungen zu sank-

tionieren. Zweitens, indem sie die geleistete Arbeit selbst und die dabei anfallenden Leistungs-Bewegungsdaten aufzeichnen und in Echtzeit ein individuelles Leistungsprofil erstellen. Möglich wird damit nicht nur eine permanente Drohkulisse der Überwachung und Sanktionierung, sondern es werden dem Management damit auch verlässliche Informationen an die Hand gegeben, Maßnahmen der Personalselektion nach Bedarf durchsetzen und begründen zu können. Arbeitskraft wird damit einmal mehr – gerade auch unter den verschiedensten Formen der Arbeitsorganisation beim Einsatz digitaler Technologien – zur nachhaltig „flexibilisierten Verfügungsmasse“ der Unternehmen (Bergmann 1989: 43).

Zum dritten verweist dies auf eine schnell zunehmende *Flexibilisierung und Entgrenzung von Arbeit* (z. B. BMAS 2017; Bauer/Schlund 2018). Vor allem ist hier die durch dezentral vernetzte Systeme jetzt mögliche Abkehr von den bisherigen hierarchisch aufgebauten IT-Systemen zu sehen. Die damit verbundene Erwartung ist, dass dadurch die bisherigen Formen der Fabrikorganisation, insbesondere auch die bis heute existierenden mehr oder weniger zentralisierten Muster der Arbeitsorganisation und des Personaleinsatzes umgebaut und dezentralisiert werden. Eine Konsequenz ist, dass etwa in indirekten Arbeitsbereichen vermehrt flexible und temporäre Projektorganisationen und Netzwerke an die Stelle fester, vor allem auch hierarchischer Organisations- und Managementstrukturen treten. Darüber hinaus ermöglichen, wie gezeigt, digitale Technologien als Organisationstechnologien die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und Kundenbeziehungen. Dies kann zu einer Verschiebung und Öffnung von Unternehmensgrenzen durch eine datengestützte Vernetzung mit Kunden und weiteren externen Partnern in sehr vielfältiger Weise führen. Folge ist, dass sich damit eine sehr viel weitergehende Ausdifferenzierung von Arbeitsprozessen als früher und den via Internetplattformen koordinierten Einbezug unterschiedlichster unternehmensexterner Akteure in den Wertschöpfungsprozess ergeben. Die damit neu entstehenden Arbeitsformen werden auch als „Crowdworking“ bezeichnet (Benner 2014). Verstanden wird darunter die Ausdifferenzierung von Arbeitsfunktionen nicht mehr in Form einer formalisierten Auslagerung vertraglich definierter Aufgaben an ein Drittunternehmen, vielmehr geht es dabei um die Verlagerung von Arbeitsaufgaben an eine ex ante nicht definierte Anzahl unterschiedlich spezialisierter, teilweise individueller Akteure.

Zum vierten ist eine *widersprüchliche Entwicklung von Prozesskenntnissen und Erfahrungswissen* vieler Beschäftigter nicht auszuschließen. So sprechen zunächst einmal viele Evidenzen für eine Tendenz zur Objektivierung dieser Qualifikationskomponenten in den organisationstechnologischen Daten und Informationsvorgaben. Anders formuliert: Entwicklungstendenzen, die im Sinne der früheren Frankfurter Thesen als Abstraktifizierung von Arbeit gefasst werden können, sind nicht von der Hand zu weisen. Empirisch zeigt sich dies beispielsweise an der Transformation von bislang erforderlichen Kenntnissen und Erfahrungen über Materialeigenschaften und Bearbeitungsprozessen in Steuerungs- und Planungsdaten. Voraussetzung hierfür ist der Einsatz von sensorgestützten Betriebs- und Maschinendatenerfassungssystemen, die Auswertung der Daten durch intelligente Softwaresysteme bzw. Systeme künstlicher Intelligenz und auf dieser Basis die technologisch-autonome Erstellung

von Steuerungsdaten. Menschliches Arbeitshandeln wird unter solchen Bedingungen nur mehr auf die Bedienung hochstandardisierter Steuerungssysteme und die Ausführung von formalisierten Arbeitsvorgaben reduziert. Ein Anwendungsfeld für solche Trends der Objektivierung von Kenntnissen und Erfahrungen und damit verbundene Standardisierungstendenzen sind beispielsweise bislang qualifizierte Instandhaltungstätigkeiten (z. B. acatech 2015). Zu vermuten ist, dass sich mit der fortschreitenden Entwicklung sowie Anwendung autonomer Planungs- und Steuerungssysteme dieser Trend der Objektivierung von Prozess- und Erfahrungswissen fortsetzen wird.

Indes sind aber auch gegenläufige Tendenzen unübersehbar, die die angesprochenen Kontingenzen im Verhältnis von Technik und Arbeit verstärken. Es handelt sich dabei um Übersetzungsleistungen, nämlich die Notwendigkeit einer mehr oder weniger laufenden Abstimmung zwischen den digital formalisierten virtuellen Prozessabbildern und daraus resultierenden Arbeitsvorgaben einerseits und den häufig nicht endgültig kalkulier- und beherrschbaren realen physischen und sozialen Prozessabläufen andererseits. Wie eine ganze Reihe von empirischen Befunden zeigen, funktionieren viele informationstechnologisch gesteuerten Prozesse nur dann, wenn Mitarbeiter alltäglich Kreativität und Improvisationsvermögen aufwenden, um mit ihren Tücken und Störungen umzugehen (z. B. Heidenreich et al. 2009; Orlikowski 2010; Büchner et al. 2017). Voraussetzung hierfür sind das vorhandene Fachwissen, die akkumulierten Erfahrungen und die Motivation der Beschäftigten, sich im laufenden Prozess mit neuen technologischen Anforderungen auseinanderzusetzen. Konkret wird dabei auf Tätigkeitselemente verwiesen, die ein hohes Maß an Flexibilität, Urteilsvermögen, sozialer Interaktion und Kommunikation sowie eben auch akkumulierter Erfahrung über bestimmte Abläufe aufweisen. Diese Tätigkeitselemente finden sich vor allem in kognitiv-intellektuellen Jobs, die ein hohes Maß an Kreativität, Problemlösungsfähigkeit und Intuition aufweisen. Wie viele empirische Befunde zeigen, spielt Erfahrungswissen aber auch in Bereichen einfacher manueller Tätigkeiten eine zentrale Rolle, wo situative Anpassungsfähigkeit und flexibles Handeln, soziale Interaktion, körperliche Geschicklichkeit und Fingerspitzengefühl gefordert sind. Beispielhaft belegen dies empirische Befunde über die Digitalisierung von Arbeit in standardisierten Logistikprozessen (zusammenfassend z. B.: Hirsch-Kreinsen/Karacic 2018).

Insgesamt betrachtet, werden einerseits bisherige Arbeitspraktiken und Erfahrungsbestände vieler Beschäftigter objektiviert und entwertet. Andererseits verbindet sich mit der organisationstechnologischen Reorganisation von Produktionsprozessen aber auch die Notwendigkeit, Optimierungsdefizite zu beseitigen und Prozessstörungen zu bewältigen. Greift man eine prominente organisationssoziologische Formel auf, so entstehen daher in Arbeitsprozessen auch beim Einsatz neuer Technologien stets neue „Zonen der Ungewissheit“, die Gegenstand arbeitspolitischer Auseinandersetzungen werden können. Digitalisierte Arbeitsprozesse werden damit einmal mehr zu Arenen von informellen Auseinandersetzungen um die „richtige“ Nutzung, die Interpretation der Daten und die Entscheidungen im Arbeitsprozess.

6 Fazit

Zusammenfassend lässt sich festhalten: Erstens muss die Multifunktionalität digitaler Technologien betont werden, wobei besonders ihre Funktion als Organisationstechnologie und der damit verknüpften Regulations- und Rationalisierungsziele ins Zentrum der Analyse gerückt werden muss. Zweitens wird mit dem Begriff der Organisationstechnologie ein Abstimmungsmechanismus bezeichnet, der die Mikroebene der Gestaltung von Arbeitsprozessen mit dem Einfluss ökonomischer Strukturbedingungen verbindet. Drittens erweist sich dabei das betrieblich und sektoral sehr unterschiedliche Spannungsverhältnis von Markt- und Produktionsökonomie als zentraler Bestimmungsfaktor für die organisationstechnologische Regulation von Produktionsprozessen. Viertens wird es damit möglich, die Muster der Nutzung digitaler Technologien und den Wandel von Arbeit mit den ökonomischen Strukturbestimmungen der Produktions- und Marktökonomie zu verknüpfen und je nach Betrieb und Sektor typische Konstellationen der Beziehungen beider Dimensionen analytisch zu identifizieren. Insgesamt ist daher das Verhältnis von digitalen Technologien und Arbeit als unbestimmt anzusehen, wobei aber zugleich auch generelle und unspezifische Folgewirkungen der organisationstechnologischen Prozessstrukturierung für Arbeit in Rechnung zu stellen sind.

Abschließend sei betont, dass in diesem Kontext dem eingangs diskutierten STS-Konzept analytisch und anwendungsorientiert nach wie vor ein hoher nutzbarer Stellenwert zukommt. Denn jenseits aller konzeptionellen und analytischen Probleme bietet dieses Konzept einen Ansatz, in einer konkreten betrieblichen Situation Alternativen und Optionen der Gestaltung von Arbeitsprozessen zu bestimmen. So verlangt gerade der strukturell begründbare Umstand, dass die Arbeitsfolgen automationstechnologisch wie organisationstechnologisch prinzipiell unbestimmt sind, nach einem handhabbaren Instrument, die je gegebenen systematisch auszuloten. In einer neueren Fassung des STS-Konzepts wird daher auf die Bedeutung variabler und strategisch gestaltbarer Interdependenzen zwischen den Elementen des STS verwiesen, die als die zentralen Gestaltungsräume eines Produktionssystems begriffen werden. Dabei wird auf einseitige, etwa technikorientierte Abhängigkeitsbeziehungen verzichtet, vielmehr wird die Wechselwirkung der Elemente im Sinne des skizzierten Prinzips der Joint Optimization betont. Darüber hinaus haben die arbeitspolitischen Prämissen des STS-Konzepts aktuell hohe Bedeutung, insofern als im Industrie 4.0-Diskurs die Frage nach wünschenswerten Formen von Arbeit einen zentralen Stellenwert einnimmt. Stichworte sind hier Vermeidung einseitiger technikzentrierter Herangehensweisen, strategische Festlegung technisch-organisatorischer Gestaltungsziele zur Realisation humaner Formen von Arbeit und Partizipation der Beschäftigten bei der Systemgestaltung. Einmal mehr kommt – wie auch im laufenden Diskurs immer wieder betont (z. B. Forschungsunion/acatech 2013) – gestaltungspolitisch dem vom STS-Konzept postulierten Prinzip der Partizipation und damit der Sicherung von Akzeptanz der neuen digitalen Technologien ein zentraler Stellenwert zu. Wie schon herausgestellt, darf dabei nicht übersehen werden, dass das STS-Konzept eine arbeitspolitische Verständigungsbasis für die an der Systemgestaltung beteiligten Interessengruppen bietet. Denn die mit ihm bezeichneten funktionalen Zu-

sammenhänge und seine grundlegende Prämisse, dass eine arbeitsorientierte Systemgestaltung die Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Produktionsprozess ist, bietet die Voraussetzung für die Kooperation im Prinzip divergierender betrieblicher Interessen.

Literatur

- acatech 2015: Smart Maintenance für Smart Factories. Mit intelligenter Instandhaltung die Industrie 4.0 vorantreiben. acatech Position. München
- Altmann, N./Deiß, M./Döhl, V./Sauer, D. 1986: Ein „Neuer Rationalisierungstyp“ – neue Anforderungen an die Industriesoziologie. In: Soziale Welt, Jg. 37 (1986), H. 2/3, S. 191-206
- Bauer, W./Schlund, S. 2018: Wandel der Arbeit in indirekten Bereichen – Planung und Engineering. In: Hirsch-Kreinsen, H./Ittermann, P./Niehaus, J. (Hg.) 2018: Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. 2. aktualis. und überarb. Aufl. Baden-Baden, S. 81-98
- Benner, C. (Hg.) 2014: Crowdwork – zurück in die Zukunft? Düsseldorf
- Benz-Overhage, K./Brumlop, E./v. Freyberg, T./Papadimitriou, Z. 1982: Neue Technologien und alternative Arbeitsgestaltung. Frankfurt am Main/New York
- Bergmann, J. 1989: „Reelle Subsumtion“ als arbeitssoziologische Kategorie. In: Schumm, W. (Hg.): Zur Entwicklungsdynamik des modernen Kapitalismus. Frankfurt am Main/New York, S. 39-48
- Bergmann, J./Hirsch-Kreinsen, H./Springer, R./Wolf, H. 1986: Rationalisierung, Technisierung und Kontrolle des Arbeitsprozesses. Die Einführung der CNC-Technologie in Betrieben des Maschinenbaus. Frankfurt am Main/New York
- Boos, D./Guenter, H./Grote, G./Kinder, K. 2013: Controllable accountabilities: The Internet of Things and its Challenges for Organisations. In: Behaviour & Information Technology, Jg. 32 (2013), H. 5, S. 449-467
- BMAS (Bundesministerium für Arbeit und Soziales) 2017: Weißbuch Arbeiten 4.0. Berlin
- Brandt, G./Kündig, B./Papadimitriou, Z./Thomae, J. 1978: Computer und Arbeitsprozess. Frankfurt am Main/New York
- Büchner, S./Kühl, S./Muster, J. 2017: Digitalisierung zähmt keine Menschen. In: FAZ, 03.07.2017
- Davis, L.E. 1977: Evolving alternative organization designs: Their sociotechnical bases. In: Human Relations, Jg. 30 (1977), H. 3, S. 261-273
- Dengler K./Matthes B. 2015: Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt. Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland. IAB Forschungsbericht 11/2015. Nürnberg
- Dengler K./Matthes B. 2018: Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt. IAB-Kurzbericht 4/2018. Nürnberg
- Forschungsunion/acatech (Hg.) 2013: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Frankfurt am Main
- Göcking, J. et al. 2017: Industrie 4.0 in der Nahrungsmittelindustrie. HBS Working Paper 38/2017. Düsseldorf

- Heidenreich, M. et al. 2008: Die organisatorische Einbettung von Informationstechnologien in einem globalen Entwicklungsprojekt. In: Funken, C./Schulz-Schaeffer, I. (Hg.) 2008: Digitalisierung der Arbeitswelt: Zur Neuordnung formaler und informeller Prozesse in Unternehmen. Wiesbaden, S. 193-220
- Hirsch-Kreinsen, H. 2017: Digitalisierung industrieller Einfacharbeit. In: Arbeit, Jg. 26 (2017), H. 1, S. 7-32
- Hirsch-Kreinsen, H./Karacic, A. (Hg.) 2018: Logistkarbeit in der digitalen Wertschöpfung – Perspektiven und Herausforderungen für Arbeit durch technologische Erneuerungen. Tagungsdokumentation. FGW-Düsseldorf
- Hirsch-Kreinsen, H./Ittermann, P./Niehaus, J. (Hg.) 2018: Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. 2. aktualis. und überarb. Aufl. Baden-Baden
- Hofmann, J./Kurz, C. 2016: Industrie 4.0 – Industriearbeit der Zukunft im digitalen Wandel. In: Schröder, L./Urban, H.-J. (Hg.): Gute Arbeit. Digitale Arbeitswelt – Trends und Anforderungen. Frankfurt am Main: BUND, S. 73-85
- IfS (Institut für Sozialforschung) 1974: Sozio-ökonomische Aspekte des Einsatzes von Computer-Systemen und ihre Auswirkungen auf die Organisation der Arbeit und die Arbeitsplatzstrukturen. Zwischenbericht. Frankfurt am Main
- Klein, L. 2005. Working across the gap: The practice of social science in organizations. London
- Leonardi, P. 2012: Materiality and organizing: Social interaction in a technological world. In: Leonardi, P./Nardi, B.A./Kallinkios, J. (Hg.): Materiality, sociomateriality, and socio-technical systems: What do these terms mean? How are they related? Do we need them? Oxford. S. 25-48
- Lerch, C./Jäger, A./Malorca, S. 2017: Wie digital ist Deutschlands Industrie wirklich? Mitteilungen aus der ISI-Erhebung Modernisierung der Produktion, Ausgabe 71. Karlsruhe
- Manske, F./Mickler, O./Wolf, H. 1994: Computerisierung technisch-geistiger Arbeit. In: Beckenbach, N./van Treeck, W. (Hg.): Umbrüche gesellschaftlicher Arbeit. Soziale Welt Sonderband 9. Göttingen, S. 161-182
- Minssen, H. 2017: Industrie 4.0. Ein Strukturbruch? In: Hoose, F./Beckmann, F./Schönauer, A.-L. (Hg.): Fortsetzung folgt – Kontinuität und Wandel von Wirtschaft und Gesellschaft. Wiesbaden, S. 117-135
- Orlikowski, W.J. 2010: The sociomateriality of organisational life: Considering technology in management research. Cambridge Journal of Economics, Jg. 34 (2010), H. 1, S. 125-141
- Pfeiffer, S. 2010: Technisierung von Arbeit. In: Böhle, F./Voß, G. G./Wachtler, G. (Hg.): Handbuch Arbeitssoziologie. Wiesbaden, S. 231-262
- Rammert, W./Schulz-Schaeffer, I. 2002: Technik und Handeln. Wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Abläufe verteilt. In: Rammert, W./Schulz-Schaeffer, I. (Hg.): Können Maschinen handeln? Frankfurt am Main/New York, S. 11-64
- Rice, A. 1963: The enterprise and its environment. London
- Saam, M./Steffen, S./Schiel, S. 2016: Digitalisierung im Mittelstand: Status Quo, aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen, ZEW Mannheim

- Schmidt, G. 1989: Die „Neuen Technologien“ – Herausforderungen für ein verändertes Technikverständnis in der Industriesoziologie. In: Weingart, P. (Hg.): Technik als sozialer Prozess. Frankfurt am Main, S. 231- 255
- Springer, R. 1987: Die Entkopplung von Produktions- und Arbeitsprozess. In: Zeitschrift für Soziologie, Jg. 16 (1987), H. 1, S. 33-43
- Schulz-Schaeffer, I. 2017: Technik und Handeln. Eine handlungstheoretische Analyse. Berlin: Technical University Technology Studies Working Papers
- Staab, P. 2016: Falsche Versprechen. Wachstum im digitalen Kapitalismus. Hamburg
- Staab, P./Nachtwey, O. 2016: Die Digitalisierung der Dienstleistungsarbeit. In: Aus Politik und Zeitgeschichte (APuZ), Jg. 66 (2016), H. 18/19, S. 24-31
- Sydow, J. 1985: Der soziotechnische Ansatz der Arbeits- und Organisationsgestaltung. Frankfurt am Main/New York
- Trist, E./Bamforth, K. 1951: Some social and psychological consequences of the long wall method of coal-getting. In: Human Relations, Jg. 4 (1951), H. 1, S. 3-38
- Trist, E. (1981). The evolution of socio-technical systems. Occasional Paper 2/1981
- Vogler-Ludwig, K./Düll, N./Kriechel, B. 2016: Arbeitsmarkt 2030 Wirtschaft und Arbeitsmarkt im digitalen Zeitalter – Prognose 2016. Unter Mitarbeit von Vetter, T. München
- Walker, G.H./ Stanton, N.A./Salmon, P.M./Jenkins, D.P. 2008: A Review of Socio-technical Systems Theory: A Classic Concept for New Command and Control Paradigms. In: Theoretical Issues in Ergonomics Science, Jg. 9 (2008), H. 6, S. 479-499
- Winter, S./Berente, N./Howison, J./Butler, B. 2014: Beyond the organizational ‘container’: Conceptualizing 21st century work. In: Information and Organization 24 (2014), S. 250-269
- Zuboff, S. 1988: In the age of the smart machine. The future of work and power. O. O.