



Hartmut Hirsch-Kreinsen*

Industrie 4.0: Entwicklungsperspektiven von Arbeit

Technologieschub mit eindeutigen Konsequenzen?

Im Mainstream der aktuellen Diskussion über die Entwicklungs- und Anwendungsmöglichkeiten der Informationstechnologie wird davon ausgegangen, dass gegenwärtig ein ausgesprochener technologischer Entwicklungsschub stattfindet. Er öffnet bislang völlig neue und unbekannte technologische Nutzungspotenziale mit geradezu disruptiven sozialen und ökonomischen Folgen (vgl. Avant 2014). Im Hinblick auf die industrielle Produktion wird danach ein neues Zeitalter erkennbar, das im deutschen Sprachraum als »vierte Industrielle Revolution« bzw. »Industrie 4.0« (vgl. Forschungsunion und acatech 2013) bezeichnet wird.

Insbesondere im Kontext der weit über die Grenzen der Fachöffentlichkeit hinausreichenden Industrie-4.0-Debatte wird unisono davon ausgegangen, dass sich im Fall einer breiten Diffusion dieser neuen Technologien die bisherige Landschaft der Arbeit in der industriellen Produktion nachhaltig verändern wird. Obgleich zu dieser Frage derzeit kaum valide Forschungsergebnisse vorliegen, legt eine Vielzahl von Studien die Auffassung nahe, dass sich mit den neuen Technologien absehbar ein generelles »Upgrading« von Tätigkeiten und Qualifikationen verbinden wird (vgl. z.B. Spath et al. 2013; Bauernhansel 2014; Kagermann 2014; Plattform Industrie 4.0 2014). Als die zentrale Ursache hierfür gilt, dass digitale Technologien einfache Tätigkeiten weitgehend automatisieren und daher substituieren. Als eine weitere Ursache hierfür wird der Umstand angesehen, dass der Einsatz digitaler Technologien ganz generell zu einer steigenden Verfügbarkeit einer großen Vielfalt von Informationen über laufende Prozesse führt. Deren Komplexität und Nutzung ziehe neue und erhöhte Anforderungen an Tätigkeiten und Qualifikationen nach sich. So betont beispielsweise Henning Ka-

germann, einer der führenden Vertreter der Vision Industrie 4.0, dass Mitarbeiter in Zukunft weniger als »Maschinenbediener« eingesetzt werden, »sondern mehr in der Rolle des Erfahrungsträgers, Entscheiders und Koordinators ... die Vielzahl der Arbeitsinhalte für den einzelnen Mitarbeiter nimmt zu« (Kagermann 2014, S. 608).

Demgegenüber verfügt sozialwissenschaftliche Arbeitsforschung über einen breiten Fundus konzeptioneller und empirischer Forschungsergebnisse, die instruktiv zeigen, dass die Entwicklung und die Implementation neuer Technologien, also auch die von Industrie-4.0-Systemen, alles andere als bruchlos und widerspruchsfrei verlaufen und vor allem die sozialen Effekte kaum eindeutig ableitbar sind. Spätestens seit der kritischen Debatte um den »Technikdeterminismus« in den 1970er und 1980er Jahren wird davon ausgegangen, dass zwischen technischen Systemen und ihren Konsequenzen für Arbeit eine von vielen nicht-technischen und sozialen Faktoren beeinflusste Beziehung besteht. Keineswegs darf eine durch Technikauslegung eindeutige und festliegende Beziehung zwischen beiden Dimensionen angenommen werden (vgl. Lutz 1987; zusammenfassend Pfeiffer 2013). Die Analyse des Zusammenspiels der neuen Technologie und der dadurch induzierten personellen und organisatorischen Veränderungen erfordert vielmehr den Blick auf das Gesamtsystem der Produktion und die hier wirksamen Zusammenhänge. Die neuen Produktionssysteme sind daher, einer lange zurückreichenden arbeitssoziologischen Debatte folgend, als sozio-technische Systeme zu verstehen (vgl. Trist und Bamforth 1951). Allein in dieser analytischen Perspektive sind hinreichend begründete Aussagen über die Entwicklungsperspektiven und Gestaltungsmöglichkeiten für Arbeit möglich. Daher muss auch von einem weiten Verständnis von Produktionsarbeit ausgegangen werden. Denn betroffen von den absehbaren Wandlungstendenzen sind alle direkt und indirekt wertschöpfenden Tätigkeiten in Industriebetrieben; das heißt, betroffen sind die operative Ebene des Fertigungspersonals, wie aber auch die Bereiche des unteren und mittleren Managements von Produktionsprozessen sowie die Gruppe der technischen Experten. Folgt man diesen kategorialen Bestimmungen, so erweisen sich Wandlungstendenzen und Gestaltungserfordernisse von Produktionsarbeit in den folgenden Dimensionen als relevant.¹

Vieldimensionaler Wandel von Produktionsarbeit

Ausgangspunkt der Analyse ist die Dimension der unmittelbaren *Mensch-Maschine-Interaktion*. Aus arbeitssoziologischer Sicht erweist sich hier als zentrales Problem, inwieweit die Beschäftigten unmittelbar am System überhaupt in der Lage sind, dieses zu kontrollieren und damit die Verantwor-

* Prof. Dr. Hartmut Hirsch-Kreinsen ist Professor für Wirtschafts- und Industriosozologie an der Technische Universität Dortmund.

¹ Vgl. hierzu und zum Folgenden ausführlich: Hirsch-Kreinsen (2014) sowie Hirsch-Kreinsen et al. (2015).

tung über den Systembetrieb zu übernehmen. Denn es kann davon ausgegangen werden, dass die überwachenden Personen bei technologisch komplexen und automatisierten Systemen nicht in jedem Fall in der Lage sind, diesen Funktionen nachzugehen, da die funktionale und informationelle Distanz zum Systemablauf zu groß ist. Die Folge ist, dass das Bedienungspersonal die Anlagenzustände nicht mehr zutreffend einschätzen kann und unter Umständen falsche Entscheidungen in Hinblick auf Eingriffe in den automatischen Prozess trifft. Die Automationsforschung spricht in diesem Zusammenhang von den »ironies of automation« (Lisanne Bainbridge), wonach automatisierte Prozesse auf Grund ihres hohen Routinecharakters bei Störungen nur schwer zu bewältigende Arbeitssituationen erzeugen. Eine an solchen Herausforderungen orientierte Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle muss nun sicherstellen, dass hinreichend qualifizierte Arbeitskräfte in der Lage sind, ihren Überwachungsaufgaben effektiv nachzukommen.

Eine weitere zentrale Dimension und Herausforderung ist die Gestaltung der Aufgaben und Tätigkeitsstrukturen auf der *operativen Ebene des Shopfloors* im Kontext der smarten Produktionssysteme. Folgt man den verfügbaren Evidenzen, so lassen sich die absehbaren Entwicklungstendenzen wie folgt skizzieren:

- Zum Ersten ist davon auszugehen, dass Arbeitsplätze mit niedrigen Qualifikationsanforderungen und einfachen, repetitiven Tätigkeiten durch intelligente Systeme in hohem Maße substituiert werden. Als Beispiele hierfür sind einfache Tätigkeiten in der Logistik, bei der Maschinenbedienung und bei der bisher manuellen Datenerfassung und -eingabe zu nennen. In welchem Umfang Substitutionsprozesse aber eintreten werden ist derzeit allerdings kaum abschätzbar.
- Zum Zweiten kann für die früher qualifizierte Facharbeiterebene eine Tendenz zur Dequalifizierung von Tätigkeiten befürchtet werden. Zu nennen sind hier Aufgaben wie Maschinenbedienung sowie verschiedene Kontroll- und Überwachungsfunktionen, die automatisiert werden. Auch Dispositionsentscheidungen in der Produktionslogistik könnten mit Hilfe der neuen Systeme teilweise automatisiert werden. Sie greifen folglich nur noch in seltenen Ausnahmefällen in die Produktionsabläufe ein. In der Forschung wird daher von einer verbleibenden »Residualkategorie« von qualifizierter Produktionsarbeit gesprochen.
- Zum Dritten kann aber auch eine Qualifikationsaufwertung und Tätigkeitsanreicherung erwartet werden. Als Grund hierfür können die erhöhte Komplexität der Fertigung und die informationstechnologische Dezentralisierung von Entscheidungs-, Kontroll- und Koordinationsfunktionen angesehen werden. Daher werden die betroffenen Beschäftigten auf der operativen Ebene gefordert sein, zunehmend eigenständig zu planen und Ab-

läufe abzustimmen. Erforderlich wird beispielsweise ein breiteres Verständnis über das Zusammenwirken des gesamten Produktionsprozesses, der Logistikanforderungen sowie der Lieferbedingungen.

Neben dem angesprochenen Aufgaben- und Qualifikationsanforderungen muss bei der Arbeitsgestaltung auf der operativen Arbeitsebene auch das mögliche hohe Kontrollpotenzial der neuen Systemtechniken in Rechnung gestellt werden. Die Frage, welche Möglichkeiten sich hiermit verbinden und wie sie faktisch in Unternehmen genutzt werden, lässt sich derzeit kaum beantworten. In jedem Fall aber wird die Furcht vor dem durch die neuen technologischen Systeme möglichen »gläsernen Mitarbeiter« ein wichtiger Einflussfaktor auf die Akzeptanz der neuen Technologien bei Beschäftigten und Arbeitnehmerinteressenvertretungen sein.

Fragt man, wie sich Produktionsarbeit in der *hierarchischen Dimension* verändert, so finden sich bislang nur wenig eindeutige Forschungsergebnisse. Höhere hierarchische Ebenen der Planungs- und Managementbereiche sind entweder indirekt von einer Systemeinführung auf der Shopfloor-Ebene betroffen oder neue Planungs- und Steuerungssysteme finden unmittelbar in diesen Bereichen Einsatz. Zusammenfassend können widersprüchliche Konsequenzen für die indirekten Bereiche angenommen werden:

- Zum Ersten deuten Evidenzen darauf hin, dass auf Grund der dezentralen Selbstorganisation der Systeme und einer entsprechend flexiblen Arbeitsorganisation auf der operativen Ebene ein Teil von bisher auf der Leitungsebene von technischen Experten und vom Produktionsmanagement ausgeführten Planungs- und Steuerungsfunktionen »nach unten« abgegeben werden. Das heißt, mit Industrie-4.0-Systemen verbindet sich ein Dezentralisierungsschub und Hierarchieabbau innerhalb oft ohnehin schon relativ »flach« strukturierter Fabrikorganisationen.
- Zum Zweiten ist davon auszugehen, dass eine ganze Reihe von Aufgaben in indirekten Bereichen automatisiert und damit vereinfacht oder gar substituiert werden können. Je nach Systemauslegung kann es sich dabei um Planungs- und Steuerungsaufgaben, Tätigkeiten der Instandhaltung und des Service, wie aber auch qualitätssichernde Aufgaben handeln.
- Zum Dritten dürften komplexitätsbedingt erweiterte und neue Planungsaufgaben auf diese Bereiche zukommen. Einige Hinweise deuten darauf hin, dass angesichts der Systemkomplexität Aufgaben des »troubleshooting« deutlich an Bedeutung gewinnen. Zudem kann davon ausgegangen werden, dass auf der Planungs- und Managementebene früher getrennte Aufgaben und Kompetenzen, beispielsweise IT- und Produktionskompetenzen, verschmelzen.

Ogbleich sie bislang wenig eindeutig sind, lassen diese Hinweise den Schluss zu, dass die Planungs- und Managementbereiche in Folge der Einführung von Industrie-4.0-Systemen längerfristig ebenso nachhaltig betroffen sein werden wie die operative Ebene. Mehr noch, es ist davon auszugehen, dass der Wandel und eine entsprechende Gestaltung auch der Leitungsebenen unverzichtbare Voraussetzung für die Beherrschung der neuen Technologien ist.

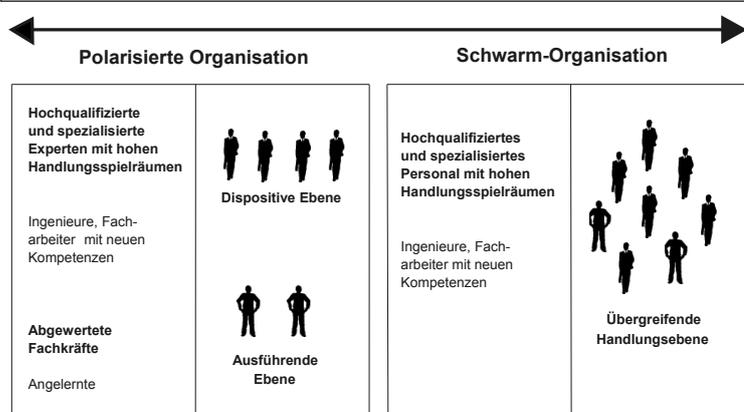
Gestaltungsalternativen existieren

Resümiert man die vorliegenden Befunde über den Wandel von Tätigkeits- und Qualifikationsstrukturen, so wird zunächst deutlich, dass die Perspektive einer vollständigen Automatisierung und der menschenleeren Fabrik aus technologischen und ökonomischen Gründen keine realistische Perspektive darstellen kann. Zugleich ist aber auch kein »one-best-way« der Entwicklung von Arbeit an smarten Produktionssystemen erkennbar. Auszugehen ist vielmehr von einem breiten Spektrum divergierender Muster der Arbeitsorganisation:

Das eine Muster entspricht einem Gestaltungsansatz, der auf den skizzierten Tendenzen der innerbetrieblichen Heterogenisierung von Aufgaben, Qualifikationen und Personaleinsatz beruht. Es finden sich in den Produktionssystemen einerseits eine vermutlich nur noch geringe Zahl einfacher Tätigkeiten mit geringem oder keinem Handlungsspielraum, die laufende standardisierte Überwachungs- und Kontrollaufgaben ausführen. Andererseits ist eine ausgeweitete oder auch neu entstandene Gruppe hochqualifizierter Experten und technischer Spezialisten anzutreffen, deren Qualifikationsniveau deutlich über dem bisherigen Facharbeiterniveau liegt. Diesen Beschäftigten obliegen nicht nur dispositive Aufgaben etwa der Störungsbewältigung, sondern sie übernehmen verschiedentlich auch Aufgaben des Produktionsmanagements. Verkürzt kann dieses arbeitsorganisatorische Muster als Polarisierte Organisation bezeichnet werden (vgl. Abb. 1).

Das andere Muster des Spektrums wird von einem arbeitsorganisatorischen Gestaltungsansatz gebildet, der metaphorisch als *Schwarm-Organisation* bezeichnet werden kann. Diese Form der Arbeitsorganisation ist durch eine lockere Vernetzung sehr qualifizierter und gleichberechtigt agierender Beschäftigter gekennzeichnet. Einfache und niedrig qualifizierte Tätigkeiten sind hier nicht anzutreffen, denn sie sind weitgehend durch die Automatisierung substituiert worden. Zentrales Merkmal dieses Organisationsmusters ist, dass es keine definierten Aufgaben für einzelne Beschäftigte gibt, vielmehr handelt das Arbeitskollektiv selbst organisiert, hoch

Abb. 1
Polarisierte Organisation vs. Schwarm-Organisation



Quelle: Darstellung des Autors.

flexibel und situationsbestimmt je nach zu lösenden Problemen im und am technologischen System. Anders formuliert, dieses Muster der Arbeitsorganisation zielt auf die explizite Nutzung informeller sozialer Prozesse der Kommunikation und Kooperation und der damit verbundenen extrafunktionalen Kompetenzen und des akkumulierten spezifischen Prozesswissens der Beschäftigten.

Insgesamt bezeichnen diese beiden arbeitsorganisatorischen Muster grundlegend unterschiedliche Perspektiven von Produktionsarbeit. Vermutlich werden sich auf Dauer Mischformen und Zwischenlösungen einspielen. Diese beiden Muster verweisen jedoch darauf, dass Unternehmen bei der Einführung von Industrie-4.0-Systemen nicht nur organisatorische und personalpolitische Wahlmöglichkeiten haben, sondern sich damit auch je nach der konkreten betrieblichen Situation auch sehr verschiedene soziale und ökonomische Effekte verbinden können. Welcher Art diese sind und welche Einflussgrößen die konkrete Arbeitsgestaltung bei der Einführung von Industrie-4.0-Systemen bestimmen, muss Gegenstand intensiver Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen sein.

Literatur

Avant, R. (2014), »The Third Great Wave«, *The Economist*, 4. Oktober, Special Report.
 Bauernhansel, Th. (2014), »Die Vierte Industrielle Revolution – Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma«, in: Th. Bauernhansel, M. ten Hompel und B. Vogel-Heuser (Hrsg.), *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik*. Springer Vieweg, Wiesbaden, 5–36.
 Forschungsunion und acatech (2013): *Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0.*, Berlin.
 Hirsch-Kreinsen, H. (2014), »Wandel von Produktionsarbeit – ›Industrie 4.0‹«, *WSI-Mitteilungen* 67(6), 421–429.
 Hirsch-Kreinsen, H., P. Ittermann und J. Niehaus (Hrsg., 2015), *Digitalisierung von Industriearbeit*. Edition sigma, Berlin, im Erscheinen.

Kagermann, H. (2014), »Chancen von Industrie 4.0 nutzen«, in: Th. Bauernhansl, M. ten Hompel und B. Vogel-Heuser (Hrsg.), *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien, Migration*, Springer Vieweg, Wiesbaden, 603–614.

Lutz, B. (1987), »Das Ende des Technikdeterminismus und die Folgen«, in: B. Lutz (Hrsg.), *Technik und Sozialer Wandel. Verhandlungen des 23. Deutschen Soziologentages*, Frankfurt am Main, 34–57.

Pfeiffer, S. (2013), »Arbeit und Technik«, in: H. Hirsch-Kreinsen und H. Minszen (Hrsg.), *Lexikon der Arbeits- und Industriosozologie*, Edition sigma, Berlin, 48–53.

Plattform Industrie 4.0 (2014), *Neue Chancen für unsere Produktion. 17 Thesen des Wissenschaftlichen Beirats der Plattform Industrie 4.0*, Berlin.

Spath, D., O. Ganschar, S. Gerlach, M. Hämmerle, T. Krause und S. Schlund (Hrsg. 2013), *Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0*, Stuttgart.

Trist, E. und K. Bamforth (1951), »Some Social and Psychological Consequences of the Long Wall Method of Coal-Getting«, *Human Relations* 4(1), 3–38.