

Gestaltungsorientierte Berufsbildung zwischen „Computer Integrated Manufacturing (CIM)“ und „Industrie 4.0“

MARTIN FISCHER (KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE)

Abstract

Die Frage danach, wie wir arbeiten wollen, hat in der sogenannten gestaltungsorientierten Berufsbildung eine lange Tradition. Welche Relevanz diese Frage heute haben könnte, wird in einem historisch-systematischen, mit empirischen Beispielen angereicherten Beitrag untersucht. Dessen theoretischer Rahmen beruht auf der Annahme, dass die Frage, wie wir arbeiten *werden*, sich unter der Prämisse einer marktwirtschaftlichen Ordnung aus dem wechselseitigen Zusammenwirken dreier Perspektiven ergibt – a) der Technikentwicklung und Technikgestaltung, b) der Gestaltung von Arbeit und Arbeitsorganisation sowie c) der Kompetenzen und der Kompetenzentwicklung der (künftigen) Arbeitskräfte.

Diese Perspektiven sind nicht nur Betrachtungsperspektiven, es sind auch Handlungsfelder und Interessensperspektiven. Je nach Akzentuierung dieser Perspektiven werden sehr unterschiedliche Antworten gegeben auf die Frage, wie wir arbeiten *wollen*. Die unterschiedliche Bedeutung dieser Antworten für die Berufsbildung wird im Beitrag illustriert und diskutiert.

1 Eine gute Frage

Die Frage „Wie wollen wir arbeiten?“ wird Auszubildenden und Fachkräften im Kontext der beruflichen Aus- und Weiterbildung selten gestellt. Dabei hat diese Fragestellung durchaus eine lange Tradition. Beginnend Mitte der 1980er-Jahre begann sich ein Wandel im wissenschaftlichen Technikverständnis abzuzeichnen, welcher die Ableitung gegenwärtiger und künftiger Arbeitsformen allein aus der technischen Entwicklung infrage stellte und auch die Berufsbildungsforschung und -entwicklung erreichte (Fischer 2001). Damit war der sogenannte technologische Determinismus in Zweifel gezogen. Die „Befähigung zur Mitgestaltung der Arbeitswelt“ wurde demgegenüber von der deutschen Kultusministerkonferenz (KMK 1991) in den Rang eines Bildungsziels für die Berufsbildung erhoben. Wohlgermerkt, dieses Ziel galt für Auszubildende, nicht etwa bloß für Studierende der Ingenieurs- oder Arbeitswissenschaften. Ist diese Leitidee bei der heutigen internetbasierten Digitalisierung der Produktion – kurz: „Industrie 4.0“ – möglicherweise ebenso aktuell wie seinerzeit bei der

Einführung der rechnerintegrierten Produktion (CIM – Computer Integrated Manufacturing)?

2 Vom technologischen Determinismus zur Mitgestaltung der Arbeitswelt

Mitte der 1980er-Jahre machte in den deutschsprachigen Ländern eine Untersuchung der Göttinger Soziologen Horst Kern und Michael Schumann (1984) Furore, die vom „Ende der Arbeitsteilung“ in der deutschen Industrie sprachen. Der Buchtitel war mit einem Fragezeichen versehen, signalisierte aber dennoch bzw. gerade deswegen einen Wandel im wissenschaftlichen Technikverständnis: Die Auffassung, dass es einen „one best way“ der Entwicklung und Anwendung von Technik gäbe, war infrage gestellt. Auch und gerade mit der Einführung rechnerintegrierter Produktionstechnik in der Industrie wurden neben herkömmlichen Automatisierungsstrategien (Stichwort „mensenleere Fabrik“) alternative Konzepte vorgestellt und diskutiert, die „kompetenzorientierte“, „werkstatorientierte“ oder „humanzentrierte“ Wege in der Produktionstechnik zu begründen versuchten (Fischer 1995, S. 9 f.). Diese Konzepte zielten allesamt auf die Kompetenz qualifizierter Arbeitskräfte, an der sich die Konzipierung, die Entwicklung und der Einsatz rechnergestützter Produktionstechnik orientieren sollte. Damit hatte sich die wissenschaftliche Diskussion von einer Auswirkungs- zu einer Gestaltungsdebatte gewandelt: von der alleinigen Erörterung der Folgen des vermeintlichen technischen Fortschritts zu Fragen nach Zielen und Wegen der technischen Entwicklung in der Arbeitswelt.

Die Mitte der 1980er-Jahre einsetzende Gestaltungsdebatte hat auch die Berufsbildung, insbesondere die gewerblich-technische Bildung, erfasst. Die Einbeziehung einer Betroffenenperspektive (nämlich der Auszubildenden und Arbeitenden) bei der Gestaltung der Arbeitswelt besaß einen hohen Stellenwert im Rahmen der pädagogischen Leitidee „Befähigung zur Mitgestaltung von Arbeit und Technik“, die von Felix Rauner (1985) sowie Gerald Heidegger u. a. (vgl. Heidegger 2001) entwickelt und vertreten wurde. Begründet wurde diese Leitidee durch ein Technikverständnis, mit dem Technik als „Einheit des technisch Möglichen und sozial Wünschbaren“ begriffen worden ist: Das von Rauner begründete Technikverständnis geht davon aus, dass in jedem technischen Artefakt oder Verfahren kulturelle Orientierungen, soziale Zwecke, Interessen und Bedürfnisse ebenso vergegenständlicht sind wie natur- und ingenieurwissenschaftliches Wissen, Werkzeuge und Erfahrungen. Das macht technische Systeme auch über immanente technik-wissenschaftliche Kriterien hinaus bewertbar und vor allem: gestaltbar.

Diejenigen, die an technischen Lösungen mitwirken (nämlich die Auszubildenden und Arbeitenden), müssen also immer auch eine Abwägung treffen, was technisch möglich und was sozial wünschbar bzw. aktuell gesellschaftlich notwendig ist. Nicht nur Erfinder und Erfinderinnen sowie Entwickler und Entwicklerinnen sind mit der Fragestellung konfrontiert, wie jeweils technische Möglichkeiten und gesell-

schaftliche Anforderungen an Technik subjektiv austariert werden können. Jeder Handwerker bzw. jede Handwerkerin, der bzw. die etwa für einen Kunden oder eine Kundin die Energieversorgung eines Einfamilienhauses realisiert, steht vor denselben Fragen: Was ist technisch möglich? Was hält lange? Was ist gesetzlich vorgeschrieben? Was ist besonders umweltverträglich? Was kann der Kunde bzw. die Kundin bezahlen? Was bringt seinem bzw. ihrem Unternehmen den größten Gewinn? Berufliche Arbeitsaufgaben im gewerblich-technischen Bereich verweisen also auf Gestaltungsspielräume – selbstredend, je nach betrieblichen Bedingungen, in mehr oder weniger großem Maß.

Von 1991 bis heute wird in Deutschland die Umsetzung der Leitidee für eine auf die Mitgestaltung der Arbeitswelt zielende Berufsbildung als Aufgabe der Berufsschule definiert (KMK 2015 i. d. F. 20.09.2019, S. 2). Fraglich ist die Umsetzung in der Berufsbildungspraxis.

3 Das Konzept einer humanzentrierten rechnerintegrierten Fertigung und dessen Wahrnehmung durch (angehende) gewerblich-technische Fachkräfte

Zunächst einmal gestalten Angehörige akademischer Berufe (aus den Disziplinen Ingenieurwissenschaften, Informatik, Betriebswirtschaftslehre, Arbeitswissenschaften etc.) die Arbeitswelt – und es steht zur Debatte, wie diejenigen die Frage beantworten, *wie wir arbeiten wollen*. Herkömmliche tayloristische Formen der Arbeitsorganisation orientieren sich an der Trennung von Kopf- und Handarbeit. Entsprechend zielen Konzepte und Komponenten des Rechnereinsatzes in der Fabrik oftmals auf eine möglichst vollständige und detaillierte Planung und Steuerung aller Produktions- und Verwaltungsaktivitäten innerhalb einer zentralen betrieblichen Planungs- und Entscheidungsebene. Das war zu Zeiten der Einführung des Computer Integrated Manufacturing (CIM) so und das ist ein erklärtes Ziel, das mit Industrie 4.0 verbunden wird, wenn auch mit Modifikationen: Heute sollen über das Internet die betriebliche Planung und Steuerung flexibler mit den Marktanforderungen koordiniert und innerhalb der Fabrik die technischen Systeme „intelligent“ miteinander vernetzt werden. Letzteres wird häufig mit dem Begriff „Selbststeuerung“ bezeichnet. Es handelt sich aber nicht um eine Selbststeuerung von Arbeitskräften, sondern um die Steuerung von technischen Systemen, die innerhalb eines durch Algorithmen vorgegebenen Spektrums von Operationsmöglichkeiten teilautonom abläuft. Letztendlich müssen die dezentralen Informationen und Funktionen zentral zusammengeführt werden, denn nur dadurch lässt sich die Produktion so organisieren, dass die quantitativen und qualitativen Kundenwünsche zeitnah berücksichtigt werden, sodass möglichst nichts auf Halde produziert wird – ein erklärtes Ziel von Industrie 4.0. Andreas Mosler (2017, S. 491) drückt dies folgendermaßen aus: „Die heute für Planungs- und Steuerungszwecke über eine Vielzahl von Anwendungssystemen verteilten Datenstrukturen und Funktionen müssen in einem einheitlichen und durchgängigen System

zusammengeführt werden. Diese Zusammenführung ist Voraussetzung für ein ‚An-docken‘ der betriebswirtschaftlichen Mess- und Regeltechnik an die technische und produktionswirtschaftliche Mess- und Regeltechnik.“

Die Frage ist nun – bei Industrie 4.0 wie seinerzeit bei CIM –, wie die Arbeitsteilung zwischen zentraler betrieblicher Planung (inklusive dezentral vernetzter technischer Systeme) und den operativ Tätigen organisiert wird. Die Folgen einer tayloristischen Arbeitsteilung für die produktiv Tätigen auf *Werkstattebene* sind absehbar. Detailliert vorgegebene Arbeitsschritte sollen befolgt und zeitgenau durchgeführt werden. Bisher erworbene Kompetenzen – insbesondere Erfahrungswissen – verkümmern, weil die in der direkten Produktion Beschäftigten von einer gedanklichen Auseinandersetzung mit dem Produktionsprozess in weiten Bereichen entbunden sind. Zudem droht das sogenannte Automationsparadox: Je mehr automatisiert wird, desto weniger sind die Beschäftigten mit Eingriffen in automatisierte Prozesse vertraut und desto schwieriger werden für sie die dann immer noch notwendigen Eingriffe im Fall von unvorhergesehenen (z. B. Störungs-)Situationen.

Diese Widersprüche einer tayloristisch inspirierten Automatisierungsstrategie und erste sichtbare betriebliche Erprobungen alternativer Konzepte motivierten Kern und Schumann Mitte der 1980er-Jahre zu der Frage nach dem Ende der Arbeitsteilung. In dieser Hinsicht nahm das Projekt „Human Centered CIM Systems“, das von der Europäischen Gemeinschaft 1986–1989 gefördert wurde, auch und gerade im Technologieförderprogramm ESPRIT (European Strategic Programme for Research and Development in Information Technology) eine Ausnahmestellung im Bereich produktionstechnischer Forschung und Entwicklung ein. Die beteiligten technikwissenschaftlichen Institute sowie Anwender- und Herstellerunternehmen aus Großbritannien, Dänemark und der Bundesrepublik Deutschland hatten sich zum Ziel gesetzt, in Zusammenarbeit mit Soziologen und Soziologinnen, Arbeitspsychologen und -psychologinnen sowie Berufspädagogen und -pädagoginnen technische und organisatorische Alternativen zu herkömmlichen tayloristisch orientierten CIM-Strategien zu entwickeln.

Eine solche Alternative zu einer tayloristischen Gestaltung der Arbeitsorganisation stellt die Organisation der Produktion in Form von teilautonomen Fertigungsinseln dar, die den Effekt haben soll, dass die Werkstattkompetenz erhalten und gefördert wird. Das Projekt „Human Centered CIM“ nahm diese Alternative auf. Das Fertigungs- und Organisationskonzept der Zusammenstellung von Teilefamilien soll dazu beitragen, dass die komplette Bearbeitung eines Auftrages – je nach Komplexität der Fertigung mindestens bis zur Montageebene – innerhalb einer Fertigungsinsel durchgeführt werden kann. Eine solche Komplettbearbeitung umfasst sowohl Fertigungs- und Handhabungsprozesse als auch arbeitsvorbereitende Aufgaben wie Planen und Disponieren und damit eine Verbindung von Hand- und Kopfarbeit. Das Arbeitsprozesswissen der Fachkräfte (Fischer 2000) über die jeweiligen Spezifika von Personen, Maschinen, Material und Werkzeugen soll in die Planung einfließen.

Dieses Modell der Befugnisvergabe einschließlich seiner datentechnischen Umsetzung wird als relative oder kontrollierte Autonomie bezeichnet, innerhalb derer

eigenständige Entscheidungen auf Shopfloor-Ebene über die Art und Weise der Planung und Bearbeitung eines Auftrags getroffen werden können. Das Modell der kontrollierten Autonomie ist jedoch, wie der Name schon andeutet, ein in sich widersprüchliches Konstrukt: Die Autonomie des Inselteams reicht so weit und so lange, wie die Arbeitsergebnisse der Insel den Anforderungen des Managements entsprechen. Insofern beinhaltet die Zusammenarbeit der Insel mit übergeordneten Betriebsabteilungen Aushandlungsprozesse, in denen widersprüchliche Interessen vorgebracht werden und zu möglichen Kompromissen bei der Planung und Ausführung von Arbeitsaufgaben führen können.

Anders als in der tayloristisch organisierten Produktion, wo wegen der Nicht-Verantwortung für die Organisation der eigenen Arbeit eine „heimliche“ Arbeitsorganisation herrscht (Thomas 1964), erschwert die flexible Inselautorität das Abnehmen und Ablehnen von Verantwortung. Sind erst einmal Vereinbarungen mit der zentralen Produktionsplanung über Zeitplan und Modalitäten einer Auftragsabwicklung getroffen, müssen die fachlichen Kompetenzen und persönlichen Bedürfnisse der Inselangestellten (z. B. Erholungs- und Qualifizierungsbedarf) einbezogen werden. Das bedeutet, dass im Bereich der Arbeitsplanung und der Arbeitsorganisation das Erfassen, Erklären und Artikulieren von persönlichen und gruppenbezogenen Bedürfnissen und Interessen, die in der Planung enthalten sein sollen oder müssen, zur Fachkompetenz von Fachkräften gehören. Sie müssen sich ein Bild davon machen, *wie sie arbeiten wollen*.

Der Frage, *wie sie arbeiten wollen*, ist 1989 mit Auszubildenden und Facharbeitern und -arbeiterinnen im Rahmen von jeweils einwöchigen empirischen Erprobungen der im Projekt „Human Centered CIM Systems“ entwickelten Fertigungsinsel, insbesondere des computergestützten Planungs- und -steuerungssystems (CAP), nachgegangen worden (Fischer 1995). Im Ergebnis gab es kontroverse Sichtweisen und Diskussionen hinsichtlich einer „humanzentrierten“ Technik. Zunächst einmal wurde die angestrebte Dezentralisierung betrieblicher Entscheidungen keineswegs mit Begeisterung, sondern mit Skepsis aufgenommen. Diese Skepsis rührte daher, dass das Konzept der Fertigungsinsel und die damit verbundenen Aufgaben der dezentralen Arbeitsplanung und -steuerung für die teilnehmenden Facharbeiter und -arbeiterinnen einen Bruch mit den bisher erlebten Traditionen (tayloristischer) Arbeitsgestaltung darstellten. Mit dieser tayloristischen Arbeitsorganisation war man, wenn auch schimpfend über den „betrieblichen Wasserkopf“ (vgl. ebd., S. 207 ff.), einigermaßen zurechtgekommen – aber nun erschien der Stand dieses Zurechtkommens als gefährdet.

Halten wir fest: Anhand der handlungspraktischen Erprobung einer „humanzentrierten“ Technik haben sich die Teilnehmenden die Frage gestellt, *wie sie arbeiten wollen*. Diese Frage wurde ihnen auch von den Lehrenden gestellt, denn dies ist eine der zentralen Fragen einer gestaltungsorientierten Berufsbildung. Aufgabe solch einer Berufsbildung ist es, die Lernenden auf Mitwirkungsmöglichkeiten in der Arbeitswelt hinzuweisen und dabei auch zu einer Beurteilung der verwendeten Arbeitsmittel anzuregen. Bei dieser Beurteilung lassen sich unterscheiden:

- natur- und sachgesetzlich begründete Eigenschaften der Technik (wie z. B. Geschwindigkeit der Datenübertragung, die überhaupt erst bestimmte Features wie eine Verarbeitung in „Echtzeit“ möglich macht),
- allgemein-gesellschaftliche sowie gesellschafts- und kulturspezifische Zwecke, die in die Technik eingegangen sind (wie z. B. technisch realisierte Zugriffsbefugnisse oder -verbote an bestimmten Arbeitsplätzen in der vernetzten Fabrik),
- sowie diejenigen (sozialökonomischen) Zwecke, die mit Technik verfolgt werden, ohne deren konkrete Eigenschaft darzustellen (wie bei z. B. Kameras, die für diverse Zwecke eingesetzt werden können, aber eben auch zur Überwachung einer profitlichen Verausgabung von Arbeitskraft).

Die Bereitschaft und die Fähigkeit, Technik als Moment sozialer Zukunft mitzugestalten, beruht auf dem Wissen von diesen Unterschieden: Natur- und Sachgesetze liegen als allgemeine Voraussetzung der Technikgestaltung zugrunde. Diese Gesetze selbst kann man nicht gestalten, sondern zweckmäßigerweise anwenden oder es sein lassen, falls der gewünschte Zweck nicht oder nur um den Preis ungewünschter Wirkungen zu erzielen ist. Auf der anderen Seite ist die Geltung allgemeiner sozialökonomischer Zwecke keine Frage der Technikgestaltung allein und in dieser Beziehung wäre es verfehlt, Technik zu kritisieren, wenn die Gesellschaft gemeint ist.

Jedoch schlagen sich im Kontext der gewachsenen technischen Möglichkeiten immer mehr gesellschafts- und kulturspezifische Zwecke in der gegenständlichen Realität von technischen Systemen nieder. Bei CIM wie bei Industrie 4.0 sind nicht nur die unmittelbaren Fertigungsoperationen von technischer Vergegenständlichung erfasst, sondern der Zusammenhang von Planung, Ausführung, Kontrolle und Bewertung der Arbeit in einer Fabrik ist im technischen System abgebildet und mit Funktionen versehen. Zumindest ein Teil der bislang personengebundenen Arrangements wird mit dem Einsatz dieser Technologien ausgeschaltet oder offengelegt. Es sind nicht mehr nur die Vorgesetzten, mit deren Anweisungen sich die operativ Tätigen auseinandersetzen. Das technische System sagt ihnen, *wie sie arbeiten sollen*. Und dieser Sachverhalt wurde von den teilnehmenden Fachkräften sehr unterschiedlich bewertet.

Über die dargestellte Untersuchung hinaus wurden empirische Erhebungen zur Facharbeit in Produktionsinseln von industriesoziologischen Forschungsinstituten in Deutschland durchgeführt. Dabei stand die Verbreitung von Produktionsinseln im Vordergrund – immerhin gaben Mitte der 1990er-Jahre 30 % der deutschen Maschinenbaubetriebe an, ihre Arbeitsorganisation nach dem Produktionsinselprinzip verändert zu haben (Hauptmanns 1997, S. 19). Allerdings war die Schwankungsbreite bei der betrieblichen Einführung von Produktionsinseln außerordentlich groß. Gruppentechnische Konzepte (nach dem Prinzip der Teilefamilien) wurden zwar hin und wieder eingeführt, verzichteten aber auf die Einführung von Teamarbeit mit den genannten arbeitsorganisatorischen Konsequenzen. Die wenigsten Betriebe ermöglichten den Inselfachkräften eine große Flexibilität der Selbstorganisation und Selbststeuerung. Die meisten Betriebe reduzierten die tayloristische Arbeitsteilung, ohne sie völ-

lig zu neutralisieren. Ein charakteristisches Modell dieser Art von Arbeitsorganisation ist die Einrichtung von Produktionsinseln, in denen ein Meister bzw. eine Meisterin Aufgaben der Planung und Materialführung übernimmt, während die Facharbeiter und Facharbeiterinnen vorrangig im Bereich der Maschinenbedienung arbeiten (Moldaschl/Schmierl 1994, S.75). Protagonisten und Protagonistinnen des Produktionsinselprinzips bezeichneten daher den Abbau der tayloristischen Arbeitsorganisation in deutschen Unternehmen als halbherzig (Brödner 1998, S. 34).

4 Industrie 4.0 und Gestaltungsperspektiven der Arbeitswelt

Die bislang dargestellten Untersuchungen und deren Ergebnisse beziehen sich auf die Einführung rechnerintegrierter Produktion in den 1980er- und 1990er-Jahren, auf konzeptionelle Alternativen bei dieser Einführung und auf die Reaktion der seinerzeit betroffenen Arbeitskräfte. Und nun steht nach der rechnerintegrierten Produktion (CIM) eine weitere technische Umwälzung, sogar die vierte industrielle Revolution – dafür steht ja der Begriff „Industrie 4.0“ – vor der Tür. Hirsch-Kreinsen (2018, S. 166) nennt Industrie 4.0 ein „Technologieverprechen [...] in der Tradition früherer technikzentrierter Diskurse“.

Betrachten wir einmal einen Ausschnitt aus dem Spektrum aktueller technischer Möglichkeiten, welcher für Produktionsarbeit besonders relevant sein könnte: den Einsatz der Robotertechnik (Fischer et al. 2017). Der Einsatzbereich von Robotern in der Industrie dehnt sich gegenwärtig und in absehbarer Zukunft beträchtlich aus, was auch auf technische Innovationen zurückzuführen ist. Es wird durch entsprechende Arbeitsschutzvorrichtungen möglich, Roboterbewegungen in Abhängigkeit von Aktionen des Menschen zu kontrollieren und Roboter aus ihren „Käfigen“ zu entlassen. Neue Systeme der Lenkung und Programmierung von Robotern ermöglichen es Fachkräften, Roboter auf der Werkstattebene zu steuern. Dadurch wird ein hohes Maß an Flexibilität bezüglich der Produktionsabläufe gewonnen: So kann ein Roboter mit deutlich geringerem Umrüstaufwand für ein größeres Spektrum von Produktionsprozessen eingesetzt werden. Abbildung 1 illustriert den Einsatz eines „autonomen“ Roboters in der Industrie 4.0. Hier wird zunächst einmal hervorgehoben, dass durch die technische Entwicklung („autonomer“ oder „kollaborativer“ Roboter) ergonomische Verbesserungen industrieller Arbeitssituationen möglich werden.

Was das aber genau bedeutet und welche Alternativen aus den vielen technischen Möglichkeiten ausgewählt werden, bleibt häufig im Vagen. Für die konkrete Arbeitssituation von Fachkräften macht es ja einen erheblichen Unterschied, ob z. B. der Roboter von der Fachkraft selbstständig programmiert und gesteuert wird (vgl. Windelband/Dworschak 2015), ob das durch Ingenieure bzw. Ingenieurinnen aus der Arbeitsvorbereitung geschieht oder ob der Roboter „sich sein Programm aus dem Internet holt“ (eine der häufig genannten Verheißungen von Industrie-4.0-Technologien).

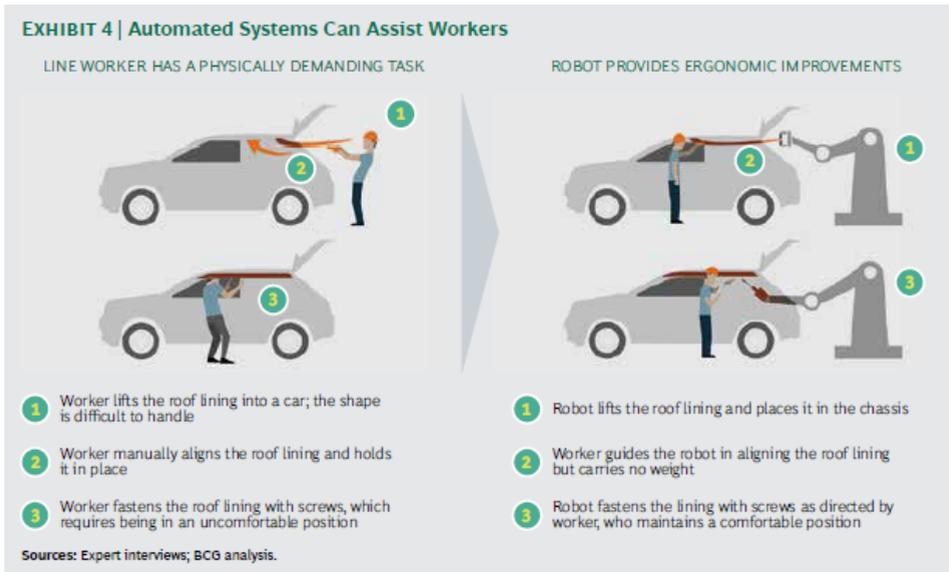


Abbildung 1: Automated Systems can assist workers (Lorenz et al. 2015)

Tatsächlich zeigte sich in einer aktuellen Untersuchung zur Einführung von Industrie 4.0 in Baden-Württemberg (Fischer et al. 2019), dass die genannten Fragen in den Betrieben bislang kaum hinreichend beantwortet worden sind und ohnehin kaum Qualifikationsanforderungen aus dem aktuellen Stand von Industrie 4.0 schlicht „abgeleitet“ werden können. Deshalb wurde in dem entsprechenden Forschungsprojekt „Prospektive Weiterbildung für Industrie 4.0“ eine vorausschauende Weiterbildung angestrebt, bei der die drei Perspektiven

- der Technikentwicklung und Technikgestaltung,
- der Gestaltung von Arbeit und Arbeitsorganisation sowie
- der Kompetenzen und der Kompetenzentwicklung der (künftigen) Arbeitskräfte

miteinander vermittelt werden. Zielgruppen waren An- und Ungelernte, ältere Beschäftigte und Fachkräfte in der baden-württembergischen Metall- und Elektroindustrie.

Dabei wurde die *technikzentrierte Perspektive* insofern verfolgt, als durch eine Sekundäranalyse und durch die Auswahl entsprechender Untersuchungsbetriebe ermittelt wurde, welche technischen Anwendungen bei Industrie 4.0 relevant sind. Interviews mit technischen Planern aus den sechs Betrieben des Konsortiums ergänzten dieses Bild. In der technikzentrierten Perspektive werden auf Grundlage technischer Entwicklungen und technischer Anwendungen entweder unmittelbar oder mittelbar (über veränderte Arbeitsgestaltung/Arbeitsanforderungen) Schlüsse auf erforderliche Kompetenzen aufseiten der Beschäftigten gezogen (in Abb. 2 symbolisiert durch die schwarzen Pfeile). Zum Zeitpunkt der Untersuchung (2018/19) zeichnete sich ein sehr heterogenes Bild ab, was den technischen Zugang der Betriebe zu Industrie 4.0 anbelangt: Zwei der sechs Betriebe, große Konzerne, nahmen sicherlich eine gewisse

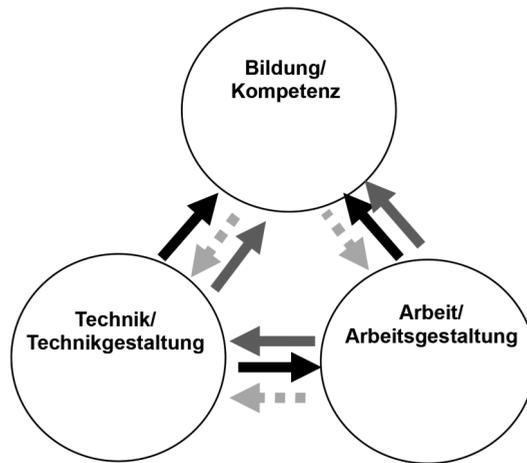


Abbildung 2: Arbeit, Technik und Kompetenz als sich wechselseitig ergänzende Perspektiven bei der Entwicklung prospektiver Weiterbildung (eigene Darstellung)

Vorreiterrolle ein, was aber keineswegs eine flächendeckende Einführung von Industrie-4.0-Technologien bedeutete. Vielmehr wurde an einigen Stellen mit Industrie-4.0-Technologien experimentiert (wie z. B. Datenbrillen, über die virtuelle Räume erschlossen werden). Zwei weitere Betriebe begannen eine strukturkonservative Erprobung von Industrie-4.0-Technologien, d. h. einer Vervollständigung der informationstechnischen Abbildung von Daten- und Materialflüssen in ihrer teilautomatisierten Produktion. Das Engagement zweier weiterer Betriebe war vom Versuch getragen, „am Ball zu bleiben“. Hier standen beispielsweise Themen wie Fernwartung/Ferndiagnose oder die Nutzung mobiler Endgeräte auf der Agenda. Insgesamt ließ sich kaum eine grundlegende Veränderung von technisch bedingten Kompetenzanforderungen konstatieren, sondern eher die Ergänzung bestehender Arbeitsprofile um die Handhabung von Industrie-4.0-Technologien.

Der *arbeitszentrierten Perspektive* wurde insofern nachgegangen, als mittels Beobachtungsinterviews mit den Zielgruppen deren gegenwärtige Arbeitssituation erfasst und auch Veränderungswünsche erfragt wurden, ergänzt durch Interviews mit Planern und Personalverantwortlichen. In der arbeitszentrierten Perspektive wurde danach gefragt, welche Formen der Arbeitsorganisation und Arbeitsgestaltung welche Art von Technisierung nahelegen und welche Kompetenzanforderungen der Beschäftigten sich daraus ergeben (symbolisiert durch die grauen Pfeile in Abb. 2). Auch hier waren in naher Zukunft keine spektakulären Veränderungen zu erwarten, sondern eher graduelle. Die Betriebe legten Wert auf ein verbessertes Kommunikations- und Kooperationsverhalten ihrer Beschäftigten, aber unter den bestehenden Bedingungen. Niemand äußerte den Wunsch, die existierende Arbeitsorganisation radikal umzugestalten und dafür Industrie-4.0-Technologien einzusetzen.

Der *kompetenzzentrierten Perspektive* wurde insofern nachgegangen, als Arbeitsanforderungen und entsprechende Kompetenzen der Zielgruppen mittels Beobachtungsinterviews erfasst wurden, ergänzt durch Interviews mit Personalverantwortlichen. In

einer kompetenzzentrierten Perspektive wird danach gefragt, welche Anforderungen an Technik und Arbeitsgestaltung sich stellen, wenn man die Kompetenzen der im Betrieb vorhandenen Beschäftigten als das maßgebliche Kriterium setzt (symbolisiert durch die gestrichelten hellgrauen Pfeile in Abb. 2). Als das vielleicht erstaunlichste Ergebnis – angesichts der sehr technologiegetriebenen Debatte um Industrie 4.0 – kristallisierte sich heraus, dass dies für die Unternehmen im Konsortium durchaus eine relevante Betrachtungsperspektive ist. Vermutlich weniger aufgrund einer bestimmten Philosophie als vielmehr aufgrund des existierenden Arbeitskräftemangels waren sich die Betriebe bewusst, dass sie im Wesentlichen mit den Arbeitskräften auskommen müssen, die sie nun einmal zur Verfügung haben. Und dazu gehören auch die angelehnten und älteren Arbeitnehmer und Arbeitnehmerinnen. Das bedeutet, dass die vorhandenen oder einzuführenden technischen Systeme auch durch diese Zielgruppen bedienbar sein müssen und die entsprechenden Arbeitsanforderungen zu bewältigen sind.

Dies ist eine Momentaufnahme aus den Jahren 2017–2019, die sich auf die Situation innerhalb der untersuchten Unternehmen bezieht. Mögliche disruptive Entwicklungen aufgrund völlig neuer Geschäftsmodelle außerhalb der Unternehmen wurden nicht betrachtet. Aufgrund der o. g. Ergebnisse ist nicht zu erwarten, dass bei der Einführung von Industrie 4.0 Schwarz-Weiß-Szenarien (technikzentrierte versus humanzentrierte Gestaltung) in der jeweiligen Schärfe eintreten werden. Vielmehr zeichnen sich auf empirischer Ebene Mittelwege ab, die „verschiedenste Mischformen ‚kontrollierter Autonomie‘ oder ‚hybrider Steuerung‘ einschlagen“ (Holtgrewe et al. 2015, S. 42) werden. Welcher Pol im Dreieck von Technik, Arbeit und Bildung dabei jeweils den größten Einfluss ausübt, ist eine Frage der Bewusstmachung dieses Spannungsfeldes und eine Frage von Macht und Partizipationsmöglichkeiten im Betrieb. Im Projekt wurde dieses Spannungsfeld in betrieblichen und betriebsübergreifenden Workshops diskutiert, in denen Vertreter und Vertreterinnen des Managements genauso zu Wort kamen wie Mitglieder der gewerkschaftlichen Interessenvertretung.

5 Industrie 4.0 und die Berufsbildung

In der berufspädagogischen Diskussion um Industrie 4.0 spielen verschiedene Themen eine Rolle, z. B., ob es der Einführung neuer Berufe bedarf. Es fällt schon auf, dass diejenigen, die es am meisten angeht, wie *wir* arbeiten *wollen*, nämlich die (angehenden) Fachkräfte selber, am wenigsten dazu befragt werden und auch am wenigsten dazu sagen bzw. dazu beitragen (Rauner 2015, S. 180). Merkwürdig, denn es sind ja nicht die heutzutage aus den Käfigen entlassenen Roboter, die vorgeben, wer wie mit wem zusammenarbeitet. Als ob der technologische Determinismus Auferstehung gefeiert hätte, wird vor allem in den Technikwissenschaften die Zukunft der Arbeit aus dem technisch Machbaren abgeleitet. Seriöse Untersuchungen der Realität von Industrie 4.0 zeigen etwas anderes. Hirsch-Kreinsen (2018, S. 166) hält zusammenfassend für den Wandel der Arbeit weniger die Erfindung einer neuen Technolo-

gie für entscheidend, sondern deren tatsächliche Nutzung in Unternehmen und die konkrete Gestaltung der Arbeitsprozesse.

Also wäre es doch angebracht, die (angehenden) Fachkräfte an der Frage zu beteiligen, was konkret gemacht werden soll. Dazu könnte die berufliche Bildung zumindest Anregungen liefern, indem sie die Technikentwicklung eben nicht explizit oder implizit als „one best way“ darstellt, sondern den Auszubildenden ermöglicht, sich mit verschiedenen Alternativen der Technikentwicklung und Technikgestaltung aktiv auseinanderzusetzen. Antworten auf die Frage, *wie wir arbeiten wollen*, kann man nicht selbstverständlich erwarten – das muss erst, nämlich von den Auszubildenden, gelernt werden. Solche Antworten zu ermöglichen – auch das muss, nämlich von den Lehrkräften und Auszubildenden, ebenfalls erst gelernt werden.

Literaturverzeichnis

- Brödner, Peter (1998): Wettbewerbsfähige Produktion und Zukunft der Arbeit. In: Dehnstoppel, Peter/Erbe, Heinz-H./Novak, Hermann (Hrsg.): *Berufliche Bildung im lernenden Unternehmen. Zum Zusammenhang von betrieblicher Reorganisation, neuen Lernkonzepten und Persönlichkeitsentwicklung*. Berlin, S. 33–48.
- Fischer, Martin (1995): *Technikverständnis von Facharbeitern im Spannungsfeld von beruflicher Bildung und Arbeitserfahrung*. Bremen.
- Fischer, Martin (2000): *Von der Arbeitserfahrung zum Arbeitsprozesswissen. Rechnergestützte Facharbeit im Kontext beruflichen Lernens*. Opladen.
- Fischer, Martin (2001): *Der Wandel des wissenschaftlichen Technikverständnisses und seine Folgen für die Arbeit-und-Technik-Forschung*. In: Fischer, Martin, et al. (Hrsg.): *Gestalten statt Anpassen in Arbeit, Technik und Beruf*. Bielefeld, S. 45–67.
- Fischer, Martin/Gidion, Gerd/Reifschneider, Olga/Reimann, Daniela (2019): *Perspektiven der Weiterbildung für Produktionsmitarbeiter:innen im Kontext von Industrie 4.0*. In: Becker, Matthias, et al. (Hrsg.): *Digitalisierung und Fachkräftesicherung*. Bielefeld, S. 181–196.
- Fischer, Martin/Krings, Bettina-Johanna/Moniz, Antonio/Zimpelmann, Eike (2017): *Herausforderungen der Mensch-Roboter-Kollaboration*. In: *lernen & lehren*, 125(1), S. 8–14.
- Hauptmanns, Peter (1997): *Anforderungen an die Facharbeit in Fertigungsinseln*. In: Fischer, Martin (Hrsg.): *Rechnergestützte Facharbeit und berufliche Bildung*. Bremen, S. 9–26.
- Heidegger, Gerald (2001): *Gestaltungsorientierte Berufsbildung – Entstehungsbedingungen, Weiterentwicklung, gegenwärtige Aktualität*. In: Fischer, Martin et al. (Hrsg.): *Gestalten statt Anpassen in Arbeit, Technik und Beruf*. Bielefeld, S. 142–158.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2018): *Technologieversprechen Industrie 4.0*. In: *WSI-Mitteilungen*, 71(3), S. 166.
- Holtgrewe, Ursula/Riesenecker-Caba, Thomas/Flecker, Jörg (2015): *„Industrie 4.0“ – eine arbeitssoziologische Einschätzung. Endbericht für die AK Wien*. Wien.

- Kern, Horst/Schumann, Michael (1984): Das Ende der Arbeitsteilung? Rationalisierung in der industriellen Produktion. München.
- KMK (1991/2015/2019): Rahmenvereinbarung über die Berufsschule. Bonn. Online: <https://www.kmk.org/dokumentation-statistik/beschluesse-und-veroeffentlichungen/bildung-schule/berufliche-bildung.html#c1531> (06.09.2021).
- Lorenz, Markus/Rüßmann, Michael/Strack, Rainer/Lueth, Knud/Bolle, Moritz (2015): Man and Machine in Industry 4.0. How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025? Boston Consulting Group. Online: <https://www.bcg.com/de-de/publications/2015/technology-business-transformation-engineered-products-infrastructure-man-machine-industry-4> (06.09.2021).
- Moldaschl, Manfred/Schmierl, Klaus (1994): Fertigungsinseln und Gruppenarbeit – Durchsetzung neuer Arbeitsformen bei rechnerintegrierter Produktion. In: Moldaschl, Manfred/Schultz-Wild, Rainer (Hrsg.): Arbeitsorientierte Rationalisierung. Fertigungsinseln und Gruppenarbeit im Maschinenbau. Frankfurt, New York, S. 51–104.
- Mosler, Andreas (2017): Integrierte Unternehmensplanung. Anforderungen, Lösungen und Echtzeitsimulation im Rahmen von Industrie 4.0. Wiesbaden.
- Rauner, Felix (1985): Technik und Bildung. In: diskurs, 10. Arbeit und Technik. Problemfelder, Gestaltungsorte, Akteure. Bremen, S. 110–131.
- Rauner, Felix (2015): Das COMET-Kompetenzmodell: Auf den Begründungsrahmen kommt es an. In: Fischer, Martin/Rauner, Felix/Zhao, Zhiqun (Hrsg.): Kompetenzdiagnostik in der beruflichen Bildung. Berlin, S. 165–184.
- Thomas, Konrad (1964): Die betriebliche Situation der Arbeiter. Stuttgart.
- Windelband, Lars/Dworschak, Bernd (2015): Arbeit und Kompetenzen in der Industrie 4.0. Anwendungsszenarien Instandhaltung und Leichtbaurobotik. In: Hirsch-Kreinsen, Hartmut/Ittermann, Peter/Niehaus, Jonathan (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Baden-Baden, S. 71–86.

Autor

Prof. Dr. Martin Fischer

IBAP – Institut für Berufspädagogik und Allgemeine Pädagogik, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)