

Ralf Tenberg (Technische Universität Darmstadt)

Daniel Pittich (Universität Siegen)

**Ausbildung 4.0 oder nur 1.2? Analyse eines technisch-
betrieblichen Wandels und dessen Implikationen für die
technische Berufsausbildung**

Herausgeber

Bernd Zinn

Ralf Tenberg

Daniel Pittich

Journal of Technical Education (JOTED)

ISSN 2198-0306

Online unter: <http://www.journal-of-technical-education.de>

Ralf Tenberg (Technische Universität Darmstadt) & Daniel Pittich (Universität Siegen)

Ausbildung 4.0 oder nur 1.2? Analyse eines technisch-betrieblichen Wandels und dessen Implikationen für die technische Berufsausbildung.

Zusammenfassung

Aktuell wird viel darüber nachgedacht, welche Veränderungen Industrie 4.0 für unsere Ausbildungsberufe und unsere Berufsausbildung mit sich bringen wird. Aus einer Analyse der aktuellen Veröffentlichungen zu dieser Problematik lassen sich nur sehr vorsichtige Prognosen generieren, da diese zumeist über die berufliche Entwicklung nur schwache Trend-Hinweise und relativ unspezifische Aussagen bzgl. der für Industrie 4.0 erforderlichen Kompetenzen beinhalten. Innerhalb der vielfältigen aktuellen Veränderungen in den technischen Berufen zeigt sich die Entwicklung von Facharbeit hin zur Wissensarbeit als markanter Prozess, der zum einen mit den technischen Entwicklungen, die Industrie 4.0 kennzeichnen, korrespondiert, und zum anderen einen Ansatzpunkt für eine theoretisch fundierte Erforschung darstellt. Die Implementierung von Industrie 4.0 in die berufliche Bildung wird absehbar nicht in Form einer eingegrenzten Aktualisierung erfolgen, sondern als langzeitliche Transformation. In den kommenden Jahren wird sich dies wahrscheinlich kaum in den Ausbildungsberufen und der Berufsausbildung auswirken, sondern überwiegend durch Weiterbildung und lernförderliche Arbeitsgestaltung getragen werden. Die duale Berufsausbildung sollte diese Zeit nutzen, um sich konsequent für die Vorbereitung auf Wissensarbeit aufzustellen, was zum einen didaktisch-methodische Herausforderungen für die einzelnen Lernorte birgt, zum anderen aber auch gesamtorganisatorische.

Schlüsselwörter: Industrie 4.0, Beruf, Informatisierung, Beruflicher Wandel

Apprenticeship 4.0 or just 1.2? Analysis of a technical and operational change and its implications for vocational education in technical domains

Abstract

The present discussion in the field of vocational training is mainly determined by the changes that industry 4.0 brings along. The relevant papers provide a weak trend about the professional development and relatively unspecific formulation regarding the competences required for industry 4.0, so that only very cautious forecasts can be generated. Within the various changes in the technical professions, the development of “specialist work” (Facharbeit) towards “knowledge work” is a distinctive process that corresponds, on the one hand, with technical developments of industry 4.0, and on the other hand as a starting point for a theoretically exploration itself. The implementation of industry 4.0 in vocational education and training and its changes will not take place in the form of a restricted replacement, but rather as a long-term

transformation. In the forthcoming years it is unlikely that the vocational training system will be affected directly, because at first the advanced training and learning related work structuring programmes. The dual vocational training should use this time in order to be consistently prepared for the preparation of “knowledge work”, which on the one hand has didactic-methodological challenges for the individual learning places, but on the other hand also overall organization.

Keywords: industry 4.0, profession, computerization, professional changes

1 Fragestellung

Das Phänomen Industrie 4.0 wird mit einem hochgradigen technisch-produktiven Wandel in Verbindung gebracht. Wie die Vergangenheit gezeigt hat, zogen solche technologischen Transformationsprozesse immer auch Folgen für die damit verbundene menschliche Arbeit nach sich. Dies ist im deutschsprachigen Raum besonders bedeutsam, da sich hier berufsförmige Arbeit etabliert hat, also eine hochwertige Form der Arbeitsumsetzung, die wiederum mit gleichermaßen hochwertigen Formen der Qualifizierung gekoppelt ist. Insbesondere die Institutionen der Berufsausbildung stehen aktuell vor Fragen, welche Reaktionen ihrerseits erforderlich sein werden, bzw. welche Antizipationen aktuell relevant wären, um die berufliche Implementierung von Industrie 4.0 produktiv zu gestalten. Als eine der Kernfragen zeigt sich: Wird eine neue Form von Ausbildung erforderlich (Ausbildung 4.0), oder wird ein Upgrade genügen (Ausbildung 1.2)?

2 Ausgangspunkt

Vor ca. 15 Jahren widmete sich *Werner Dostal* der Frage, wie es angesichts der damaligen technologischen und betrieblichen Veränderungen mit den Ausbildungsberufen weitergehen könnte. Er stellte dabei fest, dass insbesondere die damals neu entstandenen Berufe (IT-Berufe und Medienberufe) zum einen aufgabenbezogen unspezifischer als tradierte Berufe beschrieben wurden, andererseits aber mit neuen, überfachlichen Aspekten angereichert waren. Dabei warf er die Frage auf, „ob diese Veränderungstendenzen lediglich als Bugwellenphänomen der Informatisierung“ (Dostal 2002, S. 465) einzuschätzen seien. Dostal ging weiterhin davon aus, dass in neu entstandenen Berufen die fehlende betriebliche Konsolidierung durch Erfordernisse wie Offenheit und Flexibilität kompensiert bzw. zumindest antizipiert werden könnte: „Überall dort, wo kurzfristig neue Aufgaben entstehen, die sich noch nicht zu spezifischen beruflichen Strukturen und ausgewogenen Arbeitsvorgaben verdichten konnten, wird ad hoc versucht, flexible Mitarbeiter einzusetzen, die über die Fähigkeit verfügen, schnell in neue Aufgaben hineinzuwachsen“ (Dostal 2002, S. 465). Im Zuge einer Konsolidierung dieser Berufe würden dann zum einen klare Aufgabenstrukturen entstehen und zum anderen die unspezifischen Erfordernisse einer allgemeinen Flexibilität reduziert werden. Dostal stellte dem ein zweites denkbare Szenario gegenüber, welches zu gleicher Zeit von Baethge und Baethge-Kinsky (1998, S. 470) veröffentlicht wurde: Wenn auf Grund einer anhaltenden Innovationsdominanz eine Tätigkeits-Konsolidierung in den Berufen nicht mehr erreicht werden könnte, und sich kaum klare Aufgabenstrukturen etablieren würden, verlören Berufe ihren fachlichen Kern und

damit ihre Identität. Übrig bleiben würden einerseits einfache Tätigkeiten für Ungelernte oder übergeordnete Tätigkeiten für „Change Agents“.

Diese Deprofessionalisierungs-Hypothese von *Baethge* und *Baethge-Kinsky* hat sich bislang nicht bewahrheitet. Aber auch *Werner Dostals* Annahme, dass die neuen, überfachlichen Aspekte in „neuen Berufen“ nur so etwas wie ein „Initial-Effekt“ seien, hat sich nicht bestätigt. Immer noch gibt es die Ausbildungsberufe, immer noch kommen neue hinzu und alte gehen, aber ihr Anspruch hat sich deutlich erhöht. Die „neuen, überfachlichen Aspekte“ werden nunmehr als überfachliche Kompetenzen bezeichnet und sind fester Bestandteil dessen, was man heute von Ausbildungsberufen erwartet wird.

Dieser Rückblick auf die Prognosen für Ausbildungsberufe zum Zeitpunkt der Jahrtausendwende zeigt, dass solche Konstrukte trotz fundierter Herangehensweise große Freiheitsgrade beinhalten. Wie gut solche Prognosen wirklich eintreffen, hängt stark davon ab, wie differenziert aktuelle Entwicklungen wahrgenommen, bewertet und – rückblickend auf längerfristige Entwicklungen – in die Zukunft verlängert werden. Da jedoch das Neue nur bedingt als fortlaufende Langzeitentwicklung entsteht, bleibt seine Antizipation entsprechend immer auch spekulativ.

Der Ansatz *Dostals* (1995) nimmt schon vor der Jahrhundertwende die „Informatisierung“ als den wohl wirkungsmächtigsten Faktor für einen anstehenden beruflichen Wandel wahr, lange bevor es so etwas wie ein für alle Menschen verfügbares, schnelles, multimediales und mobiles Internet gab. Diese allgegenwärtige Informationsverfügbarkeit für Mensch und Technik bildet den Kern dessen, was aktuell mit der Chiffre „Industrie 4.0“ die öffentlichen Diskussionen prägt.

3 Industrie 4.0 – Chiffre für eine neue Welle des digitalen Wandels

Seit den 1980er-Jahren schreitet der digitale Wandel immer weiter voran. In den Schulen wurden Taschenrechner programmierbar, in den Betrieben die Werkzeugmaschinen. Zunächst verbreiteten sich Homecomputer, dann PCs. Die Linienfertigung wurde mit Robotern revolutioniert. Der Speicherplatz von Prozessoren und Festplatten wuchs rasant, so dass bald auch die auditiven und visuellen Medien vom Computer übernommen wurden. In den Betrieben wurden Planung (PLM), Konstruktion (CAD), Fertigung (CAM, CIM) und schließlich das Controlling (SAP) digitalisiert. Im Zuge der Implementierung des Internets verbreiteten sich digitale Netzwerkperipherien, die weltweite Kommunikation ging auf den Computer über. An Stelle der Workstations verbreiteten sich mobile Notebooks. Auch die Industrie-Roboter wurden mobil. In einer nächsten Welle kamen Mobiltelefone hinzu, schnell gefolgt von Smartphones und schließlich Tablet-Computern. Die letzte exponierte Schwelle wurde vor einigen Jahren überschritten, als erste Systeme entwickelt wurden, in welchen informatische, mechanische und elektronische Komponenten über eine Dateninfrastruktur integriert korrespondieren um komplexe Funktionen relativ autonom ausführen zu können. Diese Verbreitung sog. cyberphysischer Systeme wurde als Industrie 4.0 bezeichnet.

Hinter Industrie 4.0 steht eine Reihe von Facetten, die alle mit der fortschreitenden Digitalisierung unserer Betriebe, Produktionen und Dienstleistungen zusammenhängen. Der

Begriff selbst ist eine Wortschöpfung als Hybrid aus Werbesprache und Softwarenomenklatur. Von Anfang an darauf ausgerichtet Wirkung in der Öffentlichkeit auszulösen, wird mit ihm nicht nur eine fragwürdige Abfolge dreier vorausgegangener industrieller Revolutionen impliziert, sondern zudem eine vierte, die aber bislang noch gar nicht eingetreten sei: „Bemerkenswert ist die Tatsache, dass erstmalig eine industrielle Revolution ausgerufen wird, noch bevor sie stattgefunden hat“ (Draht 2014, S. 2). Über die Gründe dieser Überzeichnung einer technischen Entwicklung kann man unterschiedlicher Meinung sein. Vor allem die Ingenieure und deren Verband, der VDI, setzen sich seit dem Initialereignis auf der Hannover Messe 2011, als die Ergebnisse eines Projekts im Rahmen der Hightech-Strategie der Bundesregierung vorgestellt werden, intensiv mit Industrie 4.0 auseinander (Kagermann, Lukas & Wahlster 2011, S. 2). Aus kritischer Distanz analysieren Mertens und Barbian (2016, S. 301) das Phänomen im Vergleich mit ähnlichen Vorgängen innerhalb und außerhalb Deutschlands und sehen darin einen Trend mit modischer Überhöhung. Man könnte es auch mit dem Aphorismus beschreiben „wir wissen zwar nicht wo es hingehet, aber wir werden auf alle Fälle als erste da sein“, der den Habitus unserer Industrie humoristisch aufgreift, indem er den dabei durchschimmernden Aktionismus erkennbar macht. Genau dieser Habitus ist jedoch inzwischen entscheidend, sich auf den immer mehr innovationsgetriebenen Weltmärkten zu behaupten. Also ist an dieser Stelle zu subsumieren, dass Industrie 4.0 in erster Linie ein von unserer Wirtschaft wahrgenommener Weckruf ist, eine technische Entwicklung sehr ernst zu nehmen, deren Umsetzungs- und Gestaltungsräume aktiv auszuloten und in ihrer technischen Erschließung und wirtschaftlichen Nutzung im globalen Wettbewerb voran zu gehen.

Den technischen Kern von Industrie 4.0 bilden, wie vorab skizziert, sog. cyberphysische Systeme, also komplexe mechatronische Systeme, in welchen vielfältige Komponenten über eine Dateninfrastruktur integriert und teilautonom korrespondieren. In Einbindung des world wide web entsteht damit neben dem Internet der Menschen ein Internet der Dinge, in dem Maschinen unmittelbar mit Maschinen kommunizieren (Windelband 2014, S. 140f). Durch Einbindung umfassender und hoch differenzierter Sensoren verinnerlichen derartige System ein virtuelles Abbild von immer größer werdenden Teilausschnitten der Welt, mit der Folge, dass die Menschen nicht nur zunehmend von Tätigkeiten entbunden werden können, die für sie unangenehm oder gefährlich sind, sondern zudem auch von Entscheidungen, für die sie informativ oder auch kognitiv nicht in der Lage wären. Die aktuelle Umsetzung cyberphysischer Systeme ist an zwei Beispielen zu veranschaulichen: 1) In der Industrie entstehen „intelligente Fabriken“, in welchen Produkte, Fertigung, Montage und Logistik in unmittelbarer Kommunikation stehen, mit der Folge, dass eine neue Dimension von lean production möglich wird, in welcher der Mensch als Störstelle weitgehend eliminiert ist. 2) Gebäude werden zu „smart houses“, in welchen die gesamte Haustechnik weitgehend automatisiert ist und damit hinsichtlich ihrer Funktionalität, Belastung und ihres Wartungs- und Energieverbrauchs optimiert ist. In beiden Fällen gilt, dass der Mensch weitgehend entlastet wird und Gewinne in Form von Effizienz und Komfort erzielt werden. Hinzu kommt aber auch, dass Menschen hierbei teilweise entmachtet werden und viele Prozesse nur noch verfolgt und nicht mehr unmittelbar gesteuert werden können.

4 Beruflicher Wandel durch Industrie 4.0?

Angesichts der sich hinter dem Hype-Begriff Industrie 4.0 verborgenen konkreten technischen Innovation stellt sich der von Dostal vor fast zwei Jahrzehnten verwendete Begriff der Informatisierung sehr moderat dar. Wahrscheinlich meinte Dostal mit Informatisierung überwiegend die Verbreitung des Internets der Menschen, ohne eine Vorstellung eines Internets der Dinge zu haben, ja schon ohne zu ahnen, dass zehn Jahre später fast alle Menschen in Industrienationen über mobile digitale Endgeräte mit der Leistungsfähigkeit eines Großrechners der 1980er-Jahre verfügen werden und ein Alltag ohne diese kaum noch vorstellbar ist. Auf Grund dieser unabsehbaren Dynamik fällt es schwer, vorauszusehen, wohin sich unsere Facharbeit entwickeln wird, denn die Substanz von Industrie 4.0 beinhaltet einerseits einen hohen Anspruch bzgl. der neuen Technologien, andererseits aber auch eine enorme Wirkungskraft bzgl. der Substituierung menschlicher Arbeit (Dengler & Matthes 2015). Im Hinblick auf die dualen Ausbildungsberufe wird prognostiziert, dass deren Routine-Tätigkeiten bald von Maschinen übernommen werden können (Aushöhlung), oder auch dass Kerntätigkeiten einfach wegfallen (Erübrigung). Dies ist absehbar, jedoch bislang noch nicht erreicht. Offen ist aber, wie umfassend sich dies auf die Bandbreite der Ausbildungsberufe auswirken wird und in welcher Zeit sich der Wandel vollzieht. Empirische Studien, die hier tragfähige Aussagen ermöglichen würden, fehlen bislang (Dobischat 2016, S. 2). Initiiert vom BIBB wird aktuell ein Projekt „Digitalisierung der Arbeitswelt“ mit der Volkswagen AG durchgeführt, in dem ausgelotet werden soll, welche Auswirkungen die Digitalisierung auf Arbeitsplätze, Qualifikationen, auf bestehende Berufe und bestehende Strukturmodelle hat. Aus diesem Zugang sollen Handlungsempfehlungen für die Weiterentwicklung von Ausbildungsberufen abgeleitet werden. Dies erfolgt im Rahmen eines BIBB-Kompetenzteams unter präsidentlicher Leitung mit Vertreterinnen und Vertretern aller Abteilungen. Bezeichnend ist die hier durchschimmernde Unsicherheit bzgl. der konkreten Auswirkungen der Technologie in die Berufe: „Es ist zum jetzigen Zeitpunkt schwer zu sagen, welche Auswirkung die Entwicklungen auf die Berufe und die Anzahl der eingesetzten Fachkräfte in den Bereichen hat. Wir stellen fest, dass z.B. bei der Endmontage von Karosserien mit hochautomatisierten Systemen immer weniger Fachkräfte überhaupt permanent vor Ort sind. Und auch bei diesen wenigen Arbeitskräften handelt es sich möglicherweise zunächst um ein gemeinsames Ausbildungsprofil. Vielleicht könnte das der Mechatroniker sein, der aber laut Aussagen von Unternehmensvertretern derzeit nicht ausreicht in den Bereichen Systemunterstützung und Support. Dann haben wir noch die Systemführer, die für den permanenten Produktionsprozess zuständig sind. Da kristallisieren sich möglicherweise Kernberufe heraus. Es gibt sicher auch künftig noch rein mechanische oder metalltechnische Berufe, die sind aber nicht an diesen Systemen anzutreffen, sondern eher in der Fertigung von Einzelteilen oder im Sondermaschinen- oder Anlagenbau“ (Schmitz 2016). Mit anderen Worten: Selbst die Experten in den innovativen Großbetrieben und im BIBB sehen sich aktuell nicht in der Lage, konkrete Aussagen über die Auswirkungen von Industrie 4.0 auf technische Berufe zu treffen. Ähnlich unsicher und vage stellen sich die Befunde des IAB Forschungsberichts vom August 2015 dar, in dem die Folgen von Industrie 4.0 für Arbeitsmarkt und Wirtschaft durch Szenario-Rechnungen antizipiert werden.

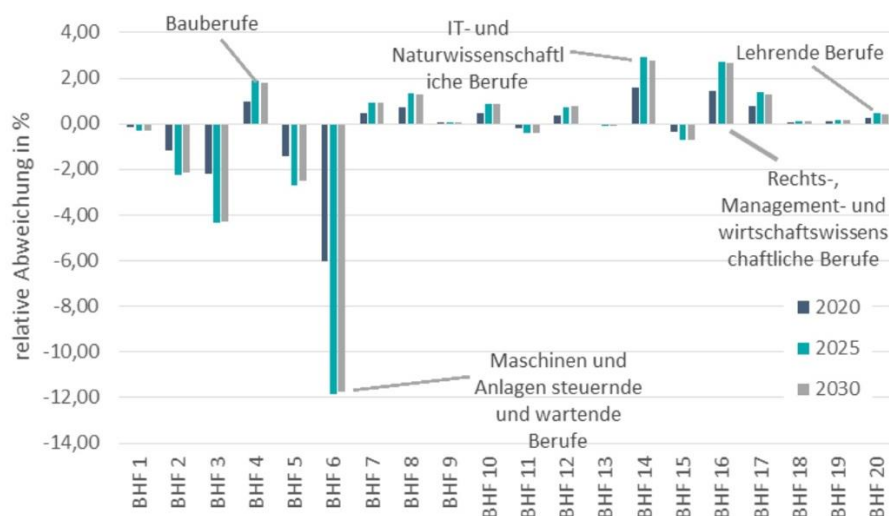


Abbildung 1: Für 2020, 2025 und 2030 prognostizierte Zahl der Erwerbstätigen nach Berufshauptfeldern im Vergleich zum Stand von 2011 (Quelle: IAB 2015, S. 43)

In einem aufwändig entwickelten Szenario (Abbildung 1) wird angedeutet, dass vor allem die „Maschinen und Anlagen steuernden und wartenden Berufe“ (- 12%) zurückgehen werden, was verglichen mit den bisherigen Bewegungen der Berufsfelder im Zeitverlauf als vergleichsweise geringe Veränderung zu bewerten wäre. Dem gegenüber würden am meisten die IT- und naturwissenschaftlichen Berufe zunehmen, was angesichts der Digitaltechnik als Auslöser dieses Wandels trivial erscheint. Da für die Bauberufe nur geringe Routine-Anteile ausgewiesen werden, werden sie im Trend ähnlich stabil wie die IT- und naturwissenschaftlichen Berufe eingeschätzt (IAB 2015, S. 43).

Diese relativ moderaten Einschätzungen erscheinen im Hinblick auf die Frage, wie es mit den Ausbildungsberufen weitergehen könnte, jedoch kaum weiterführend. Bezeichnend sind die für das Szenario gesetzten Grundannahmen, insbesondere die Annahmen 9 und 12. In Annahme 9 wird abgeschätzt, dass der Grad der Digitalisierung innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes von heute 20 auf 40 Prozent steigen wird. Dies erscheint für einen Zeitraum von 15 Jahren angesichts der hier anhaltenden Dynamik äußerst moderat. In Annahme 12 wird davon ausgegangen, dass ein Berufsfeld umso stärker von der Transformation zu einer Industrie 4.0 profitiert, je höher der Anteil der Nicht-Routine-Tätigkeiten des Berufsfelds relativ zum Branchendurchschnitt ist. Dies impliziert, dass Nicht-Routine-Tätigkeiten von diesem Trend kaum betroffen sein werden, was angesichts der aktuellen Entwicklungen in diesem Bereich unhaltbar erscheint. Schon der Begriff der Routine ist hier eher ungünstig gewählt, da dieser nicht die Beschaffenheit von Tätigkeiten beschreibt, sondern die Häufigkeit, in der sie auftreten (genauer dazu Pfeiffer & Suphan 2015). Es gibt somit auf einem Tätigkeitsniveau im Baubereich absehbar ähnlich viele Routinetätigkeiten, wie im industriellen Metallbereich. Der Tätigkeitsunterschied in diesen beiden Domänen besteht vielmehr in deren Strukturierung. Jede Baustelle ist ein einzigartiges Gebilde, in dem relativ autonom und mit einer moderaten Strukturierung gearbeitet wird. Eine industrielle Produktion wird hingegen in bekannten und relativ gleichbleibenden technischen Arrangements in koordinierter Gruppenarbeit über eine extrem hohe Strukturierung umgesetzt. Auf der Baustelle kann bislang kaum automatisiert

werden, was in der Industrie schon jetzt selbstverständlich ist. Daraus jedoch den Schluss zu ziehen, dass in der Industrie die umfassendsten Veränderungen stattfinden werden, ist kaum nachvollziehbar, denn dort ist das, was Industrie 4.0 ausmacht, ja schon am weitesten fortgeschritten. Gerade jene Bereiche unserer Arbeitswelt, die bislang noch keine Automatisierung erfahren haben, bergen jedoch das größte Veränderungspotenzial. Die Annahme von Jacobsen (2010), dass Dienstleistungen mit Industrie 4.0 in den Produktionen eher zunehmen werden, um deren Ablauf sicherzustellen, steht dieser Prognose des IAB mit einem Rückgang von 12% bei maschinen- und anlagensteuernden Berufen völlig entgegen, denn diese beinhalten traditionell auch den Service.

Auch wenn aktuell noch nicht absehbar ist, wie z.B. Roboter im Baubetrieb einsetzbar sein könnten, zeichnen sich in der mobilen Robotik (deren Entwicklung ähnlichen Prämissen wie die von Industrie 4.0 unterliegt) durchaus Trends ab, die hier signifikant erscheinen. Ein Beispiel, wie schnell dies dann in die wirtschaftliche Realität umgesetzt wird, zeigen z.B. die ersten Weinbauroboter, die autonom Pflanzenschutz, Mulchen oder Laubarbeiten ausführen können (HS Geisenheim 2016). Dies wird absehbar keinen vorstellbaren Dienstleistungsbereich aussparen (Wagner 2009). Damit wird Industrie 4.0 absehbar zur Wirtschaft 4.0, bis hin zur Gesellschaft 4.0, denn die Annahme, dass Behörden, Nonprofit-Organisationen, Sozialeinrichtungen, Schulen, Verkehr, Medienwelt und Privathaushalte von diesem Trend ausgelassen werden, erscheint unwahrscheinlich (Becker 2015).

Somit steht für alle Berufsbereiche fest, dass ein erheblicher Wandel ansteht und dass dieser auch zeitnah eintreten wird. Wie er sich auf die einzelnen Berufe bzw. die diesbezügliche Aus- und Weiterbildung auswirken wird, hängt letztlich davon ab welche Kompetenzen dabei überflüssig werden, welche sich in ihrer Bedeutung verstärken und welche neuen hinzukommen. Das Thema „Digitale Kompetenzen“ wird daher auch seit einigen Jahren in der Wirtschaft ähnlich vorangetrieben wie das Thema Industrie 4.0. In der vom Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation Stuttgart veröffentlichten INGENICS-Studie (Schlund, Hämmerle & Strölin 2014) werden in einer Befragung bei den Geschäftsführenden und Produktionsverantwortlichen 518 deutscher Industrieunternehmen u.a. folgende Kompetenzen für ProduktionsmitarbeiterInnen als vordringlich ermittelt:

Stärkeres interdisziplinäres Denken und Handeln, höhere IT-Kompetenz, Fähigkeit zum permanenten Austausch mit Maschinen und vernetzten Systemen, aktive Beteiligung an Problemlösungs- und Optimierungsprozessen, höheres Systemwissen, Beherrschung zunehmend komplexer Arbeitsinhalte, stärkere Steuerung der Kommunikation, Fähigkeit zur Tätigkeit mit mehr indirekten Kontakten innerhalb und außerhalb des Unternehmens, stärkere strukturelle Mitwirkung und Gestaltung von Innovationsprozessen, zunehmende Koordination von Arbeitsabläufen, Fähigkeit zur Tätigkeit mit weniger direktem unmittelbarem Kontakt zu Kollegen der gleichen Schicht bzw. Linie (Schlund, Hämmerle & Strölin 2014, S. 26). Zusammengefasst zeichnet sich damit die Wahrnehmung der Unternehmensverantwortlichen in einer zunehmenden Anreicherung der Facharbeit mit Wissensarbeit ab. Wie weit dieser Prozess inzwischen fortgeschritten ist, zeigt z.B. eine aktuelle Studie über Wissensarbeit im Bereich Flugzeug-Service (Sobbe 2015).

5 Wissensarbeit als Anpassungsreaktion auf die „Informatisierung“ der Ausbildungsberufe

Um herauszufinden, wie sich Wissensarbeit im Flugzeugservice darstellt, wurde erstens untersucht, inwiefern sich die Tätigkeit der Facharbeiter mit Wissensarbeit deckt und zweitens, wie die Facharbeiter ihre Arbeit beschreiben und ob bzw. wie sie Wissensarbeit wahrnehmen. Bezugstheorie war dabei der Ansatz von Hube, welcher Wissensarbeit grundlegend als eine komplexe Tätigkeit klassifiziert, in die anhaltend neue Informationen einbezogen werden müssen (Hube 2005, S. 61). Im Zentrum dieses Modells steht die Aufteilung einer Tätigkeit auf zwei Handlungsfelder, ein faktisches und ein reflexives. Im faktischen Handlungsfeld wird unmittelbar gearbeitet, in ihm erfolgen also die operativen Prozesse in Verbindung mit den darauf unmittelbar ausgerichteten Kognitionen. So lange keine neuen Informationen in die Tätigkeit einbezogen bzw. anstehende Probleme gelöst werden müssen, wird dieses Handlungsfeld nicht verlassen, bis eine Arbeit ausgeführt ist. Treten jedoch neue Informationen oder Probleme auf, wird das operative Tun unterbrochen und dessen faktisches Handlungsfeld gegen ein fiktives ausgetauscht. „Das Referenzhandlungsfeld ist das Handlungsfeld, das infolge der fehlenden unmittelbaren Einwirkungsmöglichkeit auf das komplexe Bezugsproblem benötigt wird, um durch inneres unsichtbares Probehandeln und dem Treffen eines Entscheides zu einem Referenzergebnis zu kommen“ (Hube 2005, S. 61). D.h. dass der laufende Tätigkeitsplan zunächst habituell unterbrochen, jedoch fiktiv weitergeführt wird. Dabei werden die neuen Informationen eingebettet und die anstehenden Probleme gedanklich gelöst, zum einen um den neuen Weg herauszufinden und zum anderen, um zu klären, wo genau dessen Anschlusspunkt an das bisher Getane liegt. Dies ist z.B. der Fall, wenn bei einer Demontage ein Bauteil deformiert wurde. Dies kann nicht einfach ersetzt werden, gegenteilig muss die Deformierung ursächlich geklärt werden (abstrakte Analyse der Funktion), um weitere Fehler und potenzielle Beschädigungen zu identifizieren (abstrakte Antizipation von Ursache-Wirkungs-Ketten), zudem muss ein Ersatzteil recherchiert und besorgt werden (Informations-Akquise und -Verarbeitung) und darüber hinaus evtl. geklärt werden, ob und wie das neue Teil sich optimal einbauen lässt (fiktive Montage). Dann erst kann die Demontage operativ weitergehen. Entscheidend ist, dass durch Wissensarbeit nicht nur anekdotisch ein zusätzlicher kognitiver Raum entsteht, sondern dass auch die operative Tätigkeit davon anhaltend beeinflusst wird. „Das faktische Handlungsfeld ist das Handlungsfeld, in dem Instrumente eingesetzt werden müssen, um die Komplexität des Arbeitsprozesses zu handhaben, damit erstens die Orientierung im Referenzhandlungsfeld einfacher gelingt und zweitens das Referenzergebnis überhaupt auf das Bezugsproblem übertragen werden kann. Im faktischen Handlungsfeld entsteht durch die Entscheidung, welche Komplexitätssteuerungsmittel wie einzusetzen sind, und schließlich, durch die Anwendung dieser äußeren Mittel, das faktische Ergebnis“ (Hube 2005, S. 61).

Als empirischer Zugang wurden im Zeitraum November und Dezember 2014 Experteninterviews bei 33 Fluggerätmekanicern bzw. Avionikern bei der Lufthansa Technik AG innerhalb und außerhalb Deutschlands durchgeführt. Ziel der Interviews war ein möglichst umfangreiches Bild der Tätigkeiten innerhalb der Flugzeugwartung zu erhalten, also einen Überblick über die Arbeitssituation der Mitarbeiter der Flugzeugwartung der Lufthansa

Technik AG, über alle anstehenden Tätigkeiten und deren Bewertung (Sobbe, Tenberg & Mayer 2016, S. 89f). Nach inhaltsanalytischer Auswertung der Interviews ergab sich folgendes Gesamtbild:

Der Flugzeugservice ist eine hoch komplexe Tätigkeit, in welcher anhaltend und unter hohem Zeit- und Sicherheitsdruck Probleme identifiziert und gelöst werden müssen. Die Service-Mechaniker sind häufig mit neuartigen Aufgabenstellungen konfrontiert, bei welchen sie nur bedingt auf eigenes Erfahrungswissen zurückgreifen können. Diese Aufgabenstellungen ergeben sich vor allem aus der Vielfalt von Flugzeug-Typen, -Bauformen, -Zuständen, -Segmenten und -Teilen, in Verbindung mit den stetig umzusetzenden Informationen, welche aus dem unmittelbaren Betrieb der Fluggeräte hervorgehen, oder von deren Hersteller bzw. Eigentümer stammen. Hinzu kommen nationale und internationale Gesetze und Vorschriften. Neben der permanenten Transformation von Informationen müssen die Befragten anhaltend in einem Experten-Netzwerk kommunizieren, um ihre Effektivität und Effizienz zu steigern, was wiederum typisch für Wissensarbeit ist (Hube 2005, S. 87). Aufwändige Problemlösungen können so verkürzt werden, jedoch kann auch dies nicht als eine Übernahme von „Rezepten“ verstanden werden, sondern vielmehr als ein Know-How-Transfer auf höherem Abstraktionsniveau (Hube 2005).

Die Befragten beschreiben ihre Tätigkeit als ein fortlaufendes Alternieren zwischen Referenz- und faktischem Handlungsfeld. Zumeist erfolgt der Wechsel des Handlungsfelds, wenn während einer Tätigkeit ein unerwartetes Problem auftritt, für welches weitere Informationen benötigt werden. Mit einem Verhältnis von 9% unmittelbares Handeln (Werkzeugbesorgung und -Handhabung, Dokumentation) und 91% diesbezüglicher Denk-, Informations- und Kommunikationsprozesse zeigt sich sehr markant, wie die Realität dieses Berufs aussieht. 3% fallen dabei auf Orientierung, 2% auf Planung, 1% auf operatives Feedback, hinzu kommen 7% Feedback im Referenz-Handlungsfeld. Mit 76% überragen die Informations- und Kommunikationsaktivitäten alle anderen deutlich (Sobbe, Tenberg & Mayer 2016, S. 92). Wissensarbeit ist somit bereits implementiert, insbesondere in anspruchsvollen technischen Berufen mit hohem Informationsumsatz. Dass dieser Informationsumsatz nur durch die fortschreitenden digitalen Informationstechnologien möglich ist, versteht sich von selbst.

Der untersuchte Beruf ist als Beispiel zu sehen, wie sich ein nicht genuin informatischer Beruf durch die Digitalisierung erheblich verändert hat und sich absehbar diesbezüglich noch weiter verändern wird. Noch müssen die Mechaniker Computer-Arbeitsplätze für ihre Informations- und Kommunikationstätigkeiten aufsuchen, bald werden diese durch mobile Endgeräte oder multimediale Datenbrillen ersetzt werden. Aktuell werden die Informationen über den Zustand eines ankommenden Flugzeugs von der Crew an den Service übermittelt, bald werden dies die Maschinen selbst erledigen. Aktuell stehen Hersteller-, Airline- und Sicherheitsinformationen nebeneinander und müssen vom Mechaniker integriert werden, bald könnte dies schon in einem automatischen System erfolgen, in dem nicht mehr Menschen, sondern Algorithmen die Informationsflut analysieren, selektieren und exzerpieren. Von großer Bedeutung ist hierbei, dass trotz der quantitativen Ausdünnung die Beherrschung der manuellen Tätigkeiten nach wie vor unabdingbar ist, denn auch die beste abstrakte Problemlösung kann nur zum Erfolg führen, wenn sie unmittelbar, professionell und sicher am Fluggerät umgesetzt wird, woraus sich eine

Absage an jene Prognosen ergibt, die davon ausgehen, dass Facharbeit im Zuge der Informatisierung durch akademische Berufe substituiert werden könnte.

6 Spartenspezifische Prognosen für anstehende Veränderungen in den Berufen

Dass erhebliche Änderungen anstehen, die sich in den meisten Ausbildungsberufen auswirken werden, ist absehbar. Ausnahmen könnten bestenfalls „Nischenberufe“ wie z.B. dem Instrumentenbauer bleiben, also Berufe, in welchen das traditionelle Handwerk den wesentlichen Kern bildet und diesen gegenüber den digitalen Innovationswellen behauptet. Eine 100%ige Garantie, dass sich solche Ausnahme-Berufe auf lange Sicht halten werden, ist jedoch nicht zu geben, da berufsförmiges Tun letztlich immer auch wirtschaftlichen Restriktionen unterliegt und nur dort bestehen bleibt, wo es angefragt und bezahlt werden kann. Die bisher bedeutsamen Kompetenzen, insbesondere manuelle Fähigkeiten, werden dabei keineswegs überflüssig. Gegenteilig bleiben diese wohl der zentrale Ankerpunkt einer Facharbeit als Wissensarbeit, welche ohne berufspraktische und berufsmotorische Erfordernisse nicht von Hochschulabsolventen übernommen werden könnte. Vor kurzem erst wies der Wissenschaftsrat in seinen Empfehlungen zur Gestaltung des Verhältnisses von beruflicher und akademischer Bildung darauf hin, dass verstärkt Fachkräfte gefragt seien, die „sowohl praktische Fertigkeiten und vertiefte Kenntnisse der Produktions- bzw. Arbeitsprozesse erworben haben als auch über die wissenschaftlich-reflexiven Kompetenzen verfügen, um zu Innovationen beitragen zu können. Personen mit einem derartigen Profil erweisen sich bei der Anpassung an neue Technologien als besonders flexibel“ (Wissenschaftsrat 2014, S. 11).

Die durch die Verbreitung cyberphysischer Systeme in allen Bereichen unserer Wirtschaft berufsbezogene Änderungen erfolgen also absehbar nicht im Sinne eines Tausches von Facharbeit gegen Wissensarbeit, sondern vielmehr deren Anreicherung durch Wissensarbeit. Denn die Arbeitsgeräte und -systeme werden komplexer, dynamischer und „kommunikativer“, was wiederum mit Hubes Basisparametern von Wissensarbeit korrespondiert. Die in der INGENICS-Studie (Schlund, Hämmerle & Strölin 2014) ermittelten „digitalen Kompetenzen“ bestätigen dies in hohem Maße. Welche Einzelfacetten dabei welche Bedeutung gewinnen bzw. welche eher unwesentlich bleiben, kann allgemein kaum festgelegt werden, dazu sind die Ausbildungsberufe und deren branchen- bzw. betriebsspezifischen Varianten zu verschieden. Der einzige Weg, hier genauere Aussagen machen zu können, muss über die Auseinandersetzung mit der unmittelbaren Realität einzelner Berufe führen, ähnlich wie in der Studie von Sobbe. Nur durch Erhebung relevanter Merkmale für die anstehenden Entwicklungen und deren Dynamik in Verbindung mit bereits erfolgten bzw. kurz vor der Implementierung stehenden Technologien lassen sich signifikante Einzelprognosen treffen und diesbezüglich in Aus- und Weiterbildung reagieren.

In diesem Kontext hat Windelband (2014) eine so intendierte Studie veröffentlicht, in welcher zwar kein unmittelbarer Beruf adressiert war, aber ein spezifischer Berufsbereich, die Facharbeit im Logistikbereich. Im Rahmen der FreQueNz-Studie zur Logistik, sollte die Frage beantwortet werden, inwieweit diese bereits mit dem „Internet der Dinge“ konfrontiert wird

und welche Folgen dies für deren Qualifizierung hat. Über Literaturanalysen, Expertengespräche, Fallstudien und Zukunfts-Experten-Workshops wurde wie folgend subsummiert:

„Zum einen wird die Technik benutzt, um Prozesse zu automatisieren und die Fehlerhäufigkeit in den Arbeitsprozessen zu reduzieren. Die Aufgaben und das damit verbundene Anforderungsprofil haben sich häufig vereinfacht. Für die Facharbeitsebene kann man auch von einer „Dequalifizierung“ sprechen. Einfache Dispositionsentscheidungen sowie Kontroll- und Überwachungsfunktionen werden teilweise automatisiert. Zum anderen werden IdD-Technologien genutzt, um Arbeitsabläufe unter Berücksichtigung der Stärken der Mitarbeiter zu optimieren. Hier kommt es zu einer „Anreicherung der Aufgaben“, da unterschiedliche Ebenen und Funktionsbereiche enger zusammen arbeiten müssen [...]. Besonders das Überblickswissen über die Gesamtprozesse nimmt hier stark an Bedeutung zu“ (Windelband 2014, S. 152). Dieser Befund erscheint angesichts der enormen Veränderungsdynamik, die hier im Tätigkeitsumfeld beschrieben wird, erstaunlich moderat und deckt sich daher mit ähnlich vorsichtigen Aussagen, die vorausgehend bereits kommentiert wurden (z.B. vom IAB). Dabei irritiert, dass in der einzigen etwas konkreteren Aussage eine Dequalifizierung auf Grund der Automatisierung einzelner Aufgaben prognostiziert wird.

Etwas differenzierter und – angesichts des Veränderungspotenzials von Industrie 4.0 auch plausibler – stellt dies die BIBB-Studie von Zinke, Schenk und Wasiljew (2014) dar. In dieser Untersuchung der Zukunftsfähigkeit der Elektroberufe prognostizieren sie, dass sich angesichts Industrie 4.0 „die Bedeutung bisheriger Technologien und Techniken, die bisher die Berufsfelder bestimmen, wie Mechanik, Elektrotechnik, Mechatronik, Automatisierungstechnik und Betriebstechnik für die Arbeitsteilung und die Aufgabenprofile von Facharbeitern und Facharbeiterinnen weiter relativieren“ würden. Mit der Handhabung cyberphysikalischer Systeme würde sich die Tätigkeit von FacharbeiterInnen auf komplexe Analysen, Fehler- und Schwachstellenbeseitigung fokussieren. Um in die umfassend automatisierten Prozesse eingreifen zu können, müssten sie über entsprechende mentale Modelle verfügen, was ein umfassendes Verständnis komplexer Zusammenhänge erfordert (Zinke et. al 2014, S. 39). Zukünftige Arbeitsaufgaben ordnen sich entlang komplexer Systeme und Prozesse und den damit verbundenen Material-, Energie- und Informationsflüssen. Der Gesamtkomplex der Instandhaltung, also die Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung, umgesetzt mit digitalen Unterstützungssystemen (Condition Monitoring, Plant Asset Management), gewinnt dabei erheblich an Bedeutung (Zinke et. al 2014, S. 40). Nicht mehr die berufliche Domäne (Elektro, Metall, ...), sondern die handzuhabenden Prozesse bedingen dann die Facharbeit (siehe dazu auch Gebhardt, Grimm & Neugebauer 2015, S. 51). Um adäquate Problemlösungsstrategien autonom umsetzen zu können, sind Kenntnisse mehrerer Domänen zu integrieren (Gebhardt et. al 2015). Der in den Elektroberufen schon begonnene Übergang in Prozessberufe wird somit absehbar mit Industrie 4.0 auf weitere Berufsbereiche übergehen. Archetypisches Vorbild ist hierbei der Mechatroniker(-in)? als Hybrid aller drei technischen Hauptdomänen.

7 Qualifikation für die Industrie 4.0

Die aktuelle Auseinandersetzung mit Industrie 4.0 ist – nicht nur im Bereich der beruflichen Bildung – von einer großen Unsicherheit geprägt. Man ist mit einer Technologie konfrontiert, die sich seit ca. zehn Jahren sukzessive implementiert und im Zuge dieser Implementierung immer weiter um sich greift und gleichermaßen immer umfassendere Potenziale offenbart. Dabei erfolgt die Implementierung nicht massiv an spezifischen Kristallisationspunkten, sondern eher moderat in der Diffusität des globalisierten Wirtschaftsraums. Für diejenigen, die Industrie 4.0 inzwischen umsetzen (z.B. in der KFZ-Montage), ist dies zu einer Selbstverständlichkeit geworden, diejenigen, die noch nichts damit zu tun haben, suchen entweder nach eigenen Umsetzungs- bzw. Gestaltungsräumen oder beobachten diesbezüglich ihre Mitbewerber. Im Fokus dieser Sondierungen stehen zum einen natürlich die fortschreitenden Technologien und deren produktive Nutzung, zum anderen aber auch zentral die Menschen, die mit diesen Technologien arbeiten (können) müssen.

Im Bereich der akademischen Bildung werfen sich hierbei kaum Probleme auf, denn unser inzwischen erreichtes Gesamtspektrum wissenschaftlicher und praktischer Studiengänge kann solchen Entwicklungen leicht folgen, zum einen in unmittelbarer Reaktion durch die Lehre, zum anderen in mittelbarer Reaktion durch die schnelle Schaffung neuer, adaptiverer Studiengänge in grundständiger Form oder als Fortbildungsmaster. Wissensarbeit ist für AbsolventInnen des tertiären Bildungsbereichs relativ selbstverständlich, die Erwartung eines dynamischen Berufsfelds ist für sie positiv konnotiert.

Anders stellt es sich in unserer beruflichen Bildung dar. Sie ist – auch wenn inzwischen deutliche Verschiebungen in Richtung akademischer Bildung stattfinden – auf ein praktisches Handeln ausgerichtet und daher an allererster Stelle unmittelbar mit einer erfahrungsgeprägten Betriebspraxis verknüpft. Daher können hier – im Gegensatz zur akademischen Bildung – nicht einfach „beliebige“ Bildungsgänge generiert werden, vielmehr sind Ausbildungsberufe hochgradig auf spezielle Tätigkeitsräume profiliert. Dies zeigt zum einen den Weg, wie Ausbildungsberufe entstehen, nämlich überwiegend durch die Initiativen der zuständigen Stellen wie Kammern oder Dachverbände von Branchen bzw. Betrieben. Zum anderen zeigt es auch die Historie neuer Berufe, die als Reaktion auf technologische Entwicklungen diesen zumeist ca. fünf Jahre „hinterher hinken“ (z.B. die IT-Berufe und die Medienberufe). Die Dynamik von Industrie 4.0 wird also absehbar nicht mit neuen Berufen bewältigt werden können, sondern in erster Linie durch die Weiterentwicklung bestehender. Diese Weiterentwicklung hat Dostal bereits vor 20 Jahren antizipiert, indem er eine Zunahme von Informationsarbeit feststellte (Dostal 1995, S. 529). Vor 15 Jahren wurde noch überlegt, wie man zwischen Informationsberufen und Nicht-Informationsberufen unterscheiden könne (Dostal 2002, S. 454). Eine solche Unterscheidung gehört absehbar – spätestens mit der allgegenwärtigen Digitalisierung – der Vergangenheit an.

Haberfellner (2015) prognostiziert in einem Report über die Digitalisierung der Arbeitswelt, dass in der Industrie 4.0 „voraussichtlich Aufgaben der traditionellen Produktions- und Wissensarbeit stärker zusammenwachsen“ werden. „ProduktionsarbeiterInnen werden vermehrt Aufgaben für die Produktentwicklung übernehmen. FacharbeiterInnen werden mehr Wissen zu IT und digitaler Kommunikation benötigen (Hall et. al 2015) werden explizite IT-

Kompetenzen für Industrie 4.0), dazu gehört auch ein Verständnis von Social-Media-Funktionalitäten als einer neuen Basis von Wissensmanagement-Systemen. Grundsätzlich ist nicht mit neuen Berufen oder grundlegend neuen Ausbildungswegen zu rechnen, allerdings wird es voraussichtlich neue Qualifikationsprofile geben, wie z.B. den / die »ProduktionsinformatikerIn« (Hall et. al 2015, S. 35). „Diese neuen Qualifikationsprofile können unter Umständen auch durch die Verknüpfung von bestehenden Ausbildungsgängen erreicht werden, um beispielsweise die Interdisziplinarität zwischen InformatikerInnen und MaschinenbauerInnen herzustellen, grundsätzlich wird TechnikerInnen mit Verständnis von System Engineering und Interdisziplinarität große Bedeutung beigemessen“ (Hall et. al 2015, S. 35).

8 Ausbildung 4.0 oder Ausbildung 1.2?

Die Ausgangsfragestellung dieser Erörterung war, wie die berufliche Implementierung von Industrie 4.0 produktiv zu gestalten wäre. Dabei wurden zwei mögliche Szenarien eröffnet, eine neue Form von Ausbildung (Ausbildung 4.0) oder wird ein Upgrade (Ausbildung 1.2). Angesichts der vorausgehenden Analyse ist aktuell kein Erfordernis für einen neuen Ausbildungsansatz erkennbar, weil bislang zu wenig erkennbar ist, wie sich die Transformation in den nächsten Jahren weiter auswirken wird und die Reaktionsmechanismen für eine Anpassung bestehender oder Generierung neuer Berufsausbildungen auch zu langsam sind, um der Dynamik dieser Entwicklungen gerecht zu werden. Daher wird Industrie 4.0 absehbar für die nächsten Jahre vorwiegend in der beruflichen Weiterbildung ankommen. Haberfellner bestätigt dies in Berufung auf die aktuelle Expertendiskussion in Deutschland mit der Feststellung, dass der On-the-Job-Weiterbildung große Bedeutung zukommt, „weil Flexibilität einer der systemimmanenten Grundpfeiler ist und »Just-in-Time-Training« als einzige Möglichkeit gesehen wird, MitarbeiterInnen für immer kurzfristigere, weniger planbare Einsätze mit wechselnden Inhalten zu qualifizieren“ (Haberfellner 2015, S. 35).

Trotzdem ergeben sich aus den aktuellen Veränderungen in Arbeitsorganisation und Arbeitsgestaltung auch klare Implikationen für die Ausbildung, die durchaus als Erfordernis eines Upgrades bezeichnet werden können. Wie unvorhersehbar dieser Wandel letztlich ist, wird angesichts der von Zinn (2015, S.15) gegenübergestellten Bedingungsfaktoren deutlich, denn die Veränderungen der Technologien und Prozesse sind hier zwar der Treiber, sie sind jedoch an ökonomische Veränderungen gekoppelt und werden mit eigenständigen, ebenfalls entwicklungsdynamischen Bildungstechnologien umgesetzt. Hinzu kommen gesellschaftliche Regulationsprozesse, die weniger auf technisch-produktive, sondern auf humane und soziale Aspekte ausgerichtet sind.

Werden die ursprünglichen Ausbildungskonzepte des beginnenden 20. Jahrhunderts als 1.0 bezeichnet, wäre deren Weiterentwicklung im Zuge des ersten beruflichen Wandels in den 1980er-Jahren als 1.1 zu bezeichnen und mit dem Mitte der 1990er-Jahre eintretenden Übergang von Facharbeit zu Wissensarbeit das Kürzel 1.2. Sowohl im ersten beruflichen Wandel als auch im zweiten vergingen einige Jahre bis der Berufsausbildungsbereich reagierte. Ein Beispiel sind die lernfeldorientierten Lehrpläne, die zurückblickend als eine Reaktion der berufsbildenden Schulen auf den ersten beruflichen Wandel einzustufen sind. Zwischen Initialphase der Transformation Mitte der 1980er-Jahre und Legitimierung der Lehrpläne liegen

zehn Jahre, zwischen Lehrplan-Legitimierung und ersten schulischen Umsetzungsreaktionen weitere zehn Jahre. Die zunehmende Anreicherung von Facharbeit mit Wissensarbeit, die schon Ende des 20. Jahrhunderts absehbar war (Dostal 1995) und seit mehr als einem Jahrzehnt offenkundig ist (z.B. Koch 2011, S. 7), wurde bislang explizit weder durch neue betriebliche, noch durch neue schulische Konzepte in die Ausbildung implementiert. Über die Gründe dazu kann nur spekuliert werden, maßgeblich ist hier wohl die immer noch anhaltende und keineswegs konsequent vollzogene Transformation des Kompetenz-Anspruchs in der Berufsausbildung. Welche Akzente führen nun aber von einer Ausbildung 1.1 zu einer Ausbildung 1.2?

Zentrale Merkmale einer Facharbeit als Wissensarbeit sind deutlich erhöhte Ansprüche hinsichtlich der eigenständigen ...

... synchronen Implementierung von aktuellen Informationen in die einzelnen Tätigkeiten.

... Erschließung, Abstraktion und operativen Beherrschung sich anhaltend verändernder komplexer Systeme.

... Lösung von hoch spezifischen Problemen in komplexen Gesamtzusammenhängen.

... Kommunikation in realen und virtuellen Netzwerken aus Menschen und Maschinen.

Dabei gilt es, das hohe Niveau des unmittelbaren operativen Handelns, also die für FacharbeiterInnen schon immer kennzeichnende hochwertige Berufsmotorik, beizubehalten. Moderne betriebliche Ansätze für eine Ausbildung 1.2 sind z.B. Lernfabriken, in welchen komplexe Produktionen als 4-0-Systeme abgebildet und für Lernprozesse zugänglich gemacht werden, die den oben gesetzten Prämissen gerecht werden können (Abele, Bechtloff, Cachay & Tenberg 2011).

Neben innovativen Ansätzen formeller Lernumgebungen bietet das unmittelbare betriebliche Umfeld durch lernförderliche Arbeitsgestaltung hoch relevante Möglichkeiten, die Ausbildung mit Entwicklungsräumen anzureichern, die den Anspruch von Industrie 4.0 erfüllen können. Dies adressiert z.B. das Forschungs- und Entwicklungsprojekt „Engineering und Mainstreaming lernförderlicher industrieller Arbeitssysteme für die Industrie 4.0 (ELIAS)“, an welchem neben der federführenden RWTH-Aachen insbesondere die Deutsche MTM-Vereinigung als bedeutende Organisation des Industrial Engineering beteiligt ist. „In Deutschland arbeiten ungefähr drei Millionen Menschen in Arbeitssystemen, die nach MTM-Methodik gestaltet wurden“ (Hartmann 2015, S. 18). Hartmann geht weiterhin davon aus, dass in der Handhabung cyberphysikalischer Systeme lernförderliche Arbeitsgestaltung wahrscheinlich sogar schlüssiger und funktionaler umzusetzen sind als es bislang der Fall war (ebd.). Grund für diese Annahme ist die Erwartung, dass Arbeitsprozesslernen in Industrie 4.0 ein altes Problem für das Lernen in automatisierten Umgebungen auflösen oder zumindest deutlich verringern könnte. Dieses bereits vor 30 Jahren beschriebene „Automatisierungsdilemma“ ergibt sich nach Hartmann (2015) aus der Problematik, dass Störungen in solchen Systemen zumeist durch komplexe, nicht-lineare Wechselwirkungen ausgelöst werden und diese zu intransparent sind, um ihre Ursache-Wirkungszusammenhänge für Lernende erschließbar zu machen. Cyberphysischen Systeme bieten nun neue „Möglichkeiten der Erfassung, Aufbereitung und Visualisierung von Prozessdaten, die es dem Nutzer ermöglichen, im Bilde zu

bleiben““ (Hartmann 2015, S. 18). Kampker, Deutkens und Marks (2015, S. 80f.) skizzieren in konsequenter Umsetzung von Industrie 4.0 in der Produktion die „Lernende Fabrik“, in welcher Prozessumsetzung und Prozesslernen ineinander verschmelzen, da die fortlaufende Umgestaltung der Produktion unmittelbar mit der fortlaufenden Entwicklung der Belegschaft gekoppelt sein muss.

Nicht zuletzt als Reaktion auf die immer besser werdenden Möglichkeiten, Technik durch Technik transparenter zu machen, wurden in den letzten Jahren auch schulische Pendant zur betrieblichen Lernfabrik entwickelt (Zinn 2014). Nicht jede Schule verfügt aber über eine Lernfabrik, zudem kann über Lernfabriken auch nur ein sehr spezifischer Kompetenz-Bereich abgedeckt werden. Trotzdem können die hier gesetzten Prämissen in jeden beruflichen Unterricht adäquat implementiert werden:

Ein solcher Unterricht ist weitgehend schüler-selbstorganisiert und erfolgt in einem fiktiven oder simulierten beruflichen Kontext. Er ist mit vielfältigen Reflexionselementen ausgestattet, um berufstypische Regulationsprozesse zu simulieren und das selbstregulierte Lernen zu unterstützen. Er alterniert zwischen fachsystematischen und handlungssystematischen Sequenzen, um eine gekoppelte Entwicklung von individuellen sowie tätigkeitsbezogenen Aspekten und verallgemeinerten sowie tätigkeitsübergreifenden Aspekten zu begünstigen. Er erfordert in hohem Maße die eigenständige Akquise, Analyse, Verifizierung und Umsetzung professionstypischer Informationen mit professionellen Informationssystemen durch SchülerInnen. Er inszeniert einschlägige Problemlösungsprozesse, in welchen die Lernenden authentisch kommunizieren und intensiv betreut werden können. Er akzentuiert regelmäßig die Relativierung und Abstraktion gewonnener Erkenntnisse und deren Rückführung auf naturwissenschaftliche oder basale technische Grundzusammenhänge.

Diese alternierende Technik-Methodik inszeniert das, was Wissensarbeit ausmacht: Eine verstehende Auseinandersetzung mit praktischen Zusammenhängen unter Integration vielfältiger Informationen und einem naturwissenschaftlich-mathematischen Tiefenverständnis. Wie jedoch u.a. die Studie von Dengler (2015, S. 389ff) gezeigt hat, kann nicht davon ausgegangen werden, dass sich ein innovativer beruflicher Unterricht, der geeignet ist, den schon heute vorliegenden Ansprüchen für eine Entwicklung fundierter fachlich-methodischer Kompetenzen gerecht zu werden, bereits flächendeckend verbreitet hat. Gegenteilig zeigt sich, dass ein ausgewogenes Alternieren zwischen fachsystematischen und handlungssystematischen Sequenzen eher selten vorgefunden wird. Entweder wird noch überwiegend nach dem alten fachsystematischen Muster unterrichtet oder es findet ein relativ aktionistischer handlungsorientierter Unterricht statt. Der Erste birgt die Problematik trägen Wissens, der Zweite fördert einen unreflektierten Aktionismus.

Als weiteres Problem der aktuellen Weiterentwicklung der technischen dualen Ausbildung sind die bislang ungeklärten Unstimmigkeiten zwischen den beiden Lernorten hier anzuführen. Die Einführung der beruflichen Handlungskompetenz als übergeordnetes Ziel beruflicher Bildung wurde mit keinem für beide Lernorte integrativen Kompetenz-Konzept hinterlegt, beide Lernorte arbeiten nach wie vor mit unterschiedlichen, wenig aufeinander abgestimmten Ordnungsmitteln und vor allem in weder zeitlich, noch inhaltlich oder methodisch aufeinander abgestimmten Bildungsprozessen nebeneinander her. Dieses von Pittich und Tenberg als

Konnektivitäts-Problem (2013) beschriebene Desiderat müsste für eine duale Berufsausbildung, die den Ansprüchen von Industrie 4.0 gerecht werden will, dringend angegangen werden.

9 Zusammenfassung und Ausblick

Werner Dostal prognostizierte schon vor der Jahrhundertwende die „Informatisierung“ als den wohl wirkungsmächtigsten Faktor für einen neuerlichen beruflichen Wandel, lange vor mobilen Endgeräten, lange vor dem Internet der Dinge, lange vor Industrie 4.0. Er antizipierte damit einen neuerlichen beruflichen Wandel, der inzwischen stattfindet, vor dem Hintergrund einer technologischen Welle, die nicht schlagartig eintritt, sondern vielmehr als konsequente Fortsetzung der Digitalisierung aller Lebensbereiche. Die Einschätzung als eine vierte Industrielle Revolution ist daher unsachlich, das Kürzel 4.0 ist vielmehr ein modisches Label, dessen Allgegenwart in den letzten Jahren weniger auf einen ernst zu nehmenden Prozess im Kern unserer Gesellschaft hinzuweisen scheint, als auf ein neues Betriebssystem, eine neue App oder ein 3D-Videospiel. Ähnlich langsam, wie sich auch im digitalen Zeitalter Technologien verbreiten, ändern sich – diesen folgend – die Tätigkeiten, die Arbeitsorganisation und die Qualifikation. Noch langsamer ändern sich Ausbildungsberufe und deren Ausbildungskonzepte. Daher erscheint der aktuelle Hype der intensiven Diskussion um die Wirkungen von Industrie 4.0 insbesondere auf die berufliche Bildung beinahe hysterisch, insbesondere weil diese eher von Meinungen, Einschätzungen und Abwägungen getragen ist, kaum jedoch von wissenschaftlichen Befunden. Im BIBB stellt sich die Situation so dar, dass einerseits punktuelle Studien in Auftrag gegeben sind, um aktuelle Veränderungen genauer zu untersuchen und auch um Szenarien zu analysieren, andererseits jedoch keine Anpassungen in aktuellen Berufen und auch keine Entwicklung neuer Berufe vollzogen werden. Grund für dieses Zögern könnten die bislang eingebrachten Befunde sein, die einerseits nur moderate Trends beschreiben, sich andererseits aber teilweise auch widersprechen. Eine grobe Fehlannahme könnte dabei sein, dass sich die Implementierung cyberphysischer Systeme überwiegend in der Industrie auswirken wird, denn schon jetzt etablieren sich überall „smarte Segmente“ in der unüberschaubaren Breite der KMU, die inzwischen auch zu Global Players geworden sind. Wenngleich sich auf einer Meta-Ebene Kompetenzen bestimmen lassen, die möglicherweise mit Industrie 4.0 an Bedeutung gewinnen, wird sich letztlich nur in den einzelnen Berufen zeigen, was hier genau passt und wie sich dies dann als spezifisches Gefüge aus bisherigen und neuen Kompetenzen etabliert. Als gesichert kann davon ausgegangen werden, dass sich die Ausbildungsberufe sukzessive in Richtung Wissensarbeit entwickeln werden. Auch dies ist ein Langzeittrend, der sich jedoch nun sehr konkret zeigt und in den kommenden Jahren an Dynamik aufnehmen wird. Obwohl damit die Ausbildungsberufe näher an die akademischen Berufe heranrücken, bleibt die berufspraktische Tätigkeit ihnen vorbehalten. Ebenso steht sicher fest, dass die bisherigen technischen Domänen weiterhin an Trennschärfe verlieren werden und diesen gegenüber die Prozesse wohl zukünftig berufsbestimmend sein werden. Diese domänenbezogene Entgrenzung eröffnet Spielräume für neue berufliche Spezifikationen, deren Konkretisierung jedoch noch aussteht und erheblich davon abhängt, wie Industrie 4.0 das herkömmliche System aus Produktion, Logistik und Dienst-

leistung neu formieren wird. Auch wenn hierbei immer wieder der Begriff der Dequalifizierung fällt, wird eine solche jedoch bestenfalls ein geringfügiger Kollateraleffekt von Industrie 4.0 sein, der sich auf Tätigkeiten unterhalb des Ausbildungsniveaus auswirkt. Die Ausbildungsberufe hingegen werden absehbar alle anspruchsvoller, zum einen durch die Anreicherung mit Wissensarbeit zum anderen durch die schleichende Entgrenzung der Domänen. Die berufliche Bildung reagiert auf Industrie 4.0 aktuell überwiegend in der Weiterbildung und zwar zumeist dort, wo sich deren Auswirkungen deutlich zeigen und gehandhabt werden müssen. In der Ausbildung geschieht aktuell wenig, da diese vor allem in den beruflichen Schulen von den betrieblichen Veränderungen relativ weit entfernt stattfindet und zudem noch damit beschäftigt ist, die curriculare Reform des zurückliegenden Jahrzehnts umzusetzen. In den Betrieben kann sich dies anders darstellen, zumal dann, wenn im unmittelbaren Prozess der Arbeit gelernt wird. Dies kann dann auch in Form von lernförderlicher Arbeitsgestaltung Aus- und Weiterbildungsprozesse übersteigen. Hoch authentische und integrierte Lernumgebungen, wie die Lernfabriken, korrespondieren einerseits mit Industrie 4.0, könnten durch sie aber auch überflüssig gemacht werden, da die neuen sensorischen und monitorischen Möglichkeiten auch komplexeste Fabrikationssysteme so gut auflösen und zugänglich machen, dass in ihnen ein unmittelbares Lernen umsetzbar wäre. Die duale Ausbildung zeigt einen substanziellen Kern, die auch für eine Entwicklung in Richtung Industrie 4.0 tragfähig erscheint. Um diese Transformation zu unterstützen, müssen beide Lernorte die diesbezüglich wirksamen methodischen Konzepte konsequenter implementieren und sich zudem deutlich besser integrieren.

Dies wird jedoch kaum ausreichen, denn neben den didaktisch-methodischen Herausforderungen zeichnen sich deutlich auch strukturelle ab, da schon jetzt Betriebe erhebliche Probleme haben, geeignete AnwärterInnen für anspruchsvolle Berufe zu finden. Industrie 4.0 wird – auch wenn sie arbeitsplatzneutral verläuft – in jedem Falle eine weitere Erhöhung des kognitiven Anspruchs von Facharbeit mit sich bringen. Damit wird sich die Anzahl potenziell Geeigneter für Ausbildungsberufe weiter reduzieren, was angesichts des demografischen Wandels den aktuell schon erkennbaren Fachkräftemangel verstärken wird. Weiter erhöhen wird sich hingegen die Anzahl Jugendlicher, die nicht in der Lage sind, berufliche Arbeit auf diesem höheren Niveau zu erlernen und auszuführen. Daher birgt Industrie 4.0 wohl weniger ein Beschäftigungsrisiko, denn die Gefahr einer deutlichen Zunahme des aktuell schon feststellbaren Missfits zwischen den kognitiven und sozialen Erfordernissen der Ausbildungsberufe und den diesbezüglichen Befähigungen ihrer bisherigen Adressaten. Wenn wir das Potenzial unserer Dualen Ausbildung, genau solche Jugendliche in anspruchsvolle und sichere Berufsbiografien zu bringen, erhalten wollen, müssen wir (schnell) herausfinden, ob und wenn ja, welche neuen Tätigkeitsräume Industrie 4.0 birgt bzw. mit sich bringen kann, die ohne den Anspruch von Wissensarbeit ausgefüllt werden können. Gelingt dies nicht, wird sich wahrscheinlich unsere Duale Berufsausbildung weiterhin ausdünnen. Zusätzlich durch den Akademisierungstrend getrieben, werden immer weniger geeignete Jugendliche in diesen Bereich gelangen, so dass die Betriebe absehbar zunehmend Hochschulabgänger in diese Tätigkeitssegmente integrieren werden. Dann würde die Berufsausbildung abgewickelt werden, und unsere Gesellschaft müsste völlig neue Ansätze suchen, ca. 20% - 30% ihrer Jugendlichen auf einen gangbaren Weg in die Berufswelt zu bringen. Also ist letztlich doch eine Ausbildung 2.0 erforderlich. Was das genau sein könnte, sollten wir bald herausfinden.

10 Literaturverzeichnis

- Abele, E., Bechtloff, S., Cachay, J. & Tenberg, R. (2011). Lernfabriken einer neuen Generation. Entwicklung einer Systematik zur effizienten Gestaltung von Lernfabriken. *Werkstatttechnik-Online – Zeitschrift für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF)*, München: Carl Hanser Verlag, 107 Jg., 3, 147-151.
- Baethge, M. & Baethge-Kinsky, V. (1998). Jenseits von Beruf und Beruflichkeit? - Neue Formen von Arbeitsorganisation und Beschäftigung und ihre Bedeutung für eine zentrale Kategorie gesellschaftlicher Integration. *Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung*, 3, 461-472.
- Becker, M. (2015). Auf dem Weg zur Industrie 4.0. *Personalmagazin* 12(15), 14-17.
- Dengler, K. & Matthes, B. (2015). Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt. Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland. *IAB Forschungsbericht*.
- Dengler, M. (2016). Empirische Analyse lernfeldbasierter Unterrichtskonzeptionen in der Metalltechnik. *Dissertationsschrift*. In *Beiträge zur Arbeits-, Berufs- und Wirtschaftspädagogik Band 33*, Lang Verlag.
- Dobischat, R. (2016). Ausbilden für Industrie 4.0. *Berufsbildung*, 159, 2.
- Dostal, W. (1995). Die Informatisierung der Arbeitswelt–Multimedia, offene Arbeitsformen und Telearbeit. *Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung*, 28(4), 527-543.
- Dostal, W. (2002): Der Berufsbegriff in der Berufsforschung des IAB. In G. Kleinhenz (Hrsg.), *IAB-Kompodium Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung*, BeitrAB 250, 463-474.
- Drath, R. (2014). Industrie 4.0–eine Einführung. *Agenten im Umfeld von Industrie*, 4, 47-61.
- Gebhardt, J., Grimm A. & Neugebauer L.-M. (2015). Entwicklungen 4.0 – Ausblicke auf zukünftige Anforderungen an und Auswirkungen auf Arbeit und Ausbildung. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 3(2), 45-61.
- Haberfellner, R. (2015). Zur Digitalisierung der Arbeitswelt. *Globale Trends – europäische und österreichische Entwicklungen*. AMS report 112.
- Hackmann, M. (2015). Der digitale Azubi. *Handelsjournal*. <http://handelsjournal.de>, Stand vom 25.09.2015.
- Hall, A., Maier, T., Helmrich, R. & Zika, G. (2016). IT-Berufe und IT-Kompetenzen in der Industrie 4.0. *BIBB-Fachbeiträge im Internet*.
- Hartmann, E. (2015). Arbeitsgestaltung für Industrie 4.0: Alte Wahrheiten, neue Herausforderungen. In A. Botthoff & E. Hartmann (Hrsg.), *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0*, (9-23). Springer Berlin.
- HS Geisenheim (2016). Website der Hochschule Geisenheim. <http://www.hs-geisenheim.de/forschungszentren/institut-fuer-technik/forschung/pflege-roboter-im-obst-und-weinbau.html>, Stand vom 26.10.2016.

- Hube, G. (2005). Beitrag zur Beschreibung und Analyse von Wissensarbeit. IPA-IAO Forschung und Praxis, Dissertationsschrift.
- IAB (2015). Forschungsbericht 8/2015 42. Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft. Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen.
- Jacobsen, H. (2010). Strukturwandel der Arbeit im Tertiarisierungsprozess. In: F. Böhle, G. Voß & G. Wachtler (Hrsg.), Handbuch Arbeitssoziologie, (203-228). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Kagermann, H., Lukas, W.-D. & Wahlster, W. (2011). Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. vdi-Nachrichten, 13, 2.
- Kampker, A., Deutskens, C. & Marks, A. (2015). Die Rolle von lernenden Fabriken für Industrie 4.0. In A. Botthoff & E. Hartman (Hrsg.), Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, (77-85). Springer Berlin.
- Koch, J. (2011). Die Rolle von Kompetenzzentren für die Aktualisierung von Qualifikationen für die Aus- und Weiterbildung. bwp@ Spezial 5 – Hochschultage Berufliche Bildung, 1- 14.
- Mertens, P. & Barbian, D. (2016). Digitalisierung und Industrie 4.0 – Trend mit modischer Überhöhung? Informatik-Spektrum, 39(4), 301-309.
- Pfeiffer, S., & Suphan, A. (2015). Der AV-Index. Lebendiges Arbeitsvermögen und Erfahrung als Ressourcen auf dem Weg zu Industrie 4.0. Working Paper, 13.04. 2015, <http://www.sabine-pfeiffer.de/files/downloads/2015-Pfeiffer-Suphan-draft.pdf>
- Pittich, D. & Tenberg, R. (2013). Development of competences as an integration process that is alternating in the learning venue – Current considerations. Journal of Technical Education (JOTED), 1(1), 98-110.
- Schlund, S., Hämmerle, M. & Strölin, T., (2014): Industrie 4.0 – Eine Revolution der Arbeitsgestaltung. Wie Automatisierung und Digitalisierung unsere Produktion verändern werden. Forschungsbericht des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation Stuttgart im Auftrag der Ingenics AG Stuttgart.
- Schmitz, T. (2016). Digitalisierung der Arbeitswelt – Konsequenzen für die Berufsbildung. Interview mit Dr. Gert Zinke und Torben Padur. Website des BIBB <https://www.bibb.de/de/26838.php>, Stand vom 26.10.2016.
- Sobbe, E. (2015). Wissensarbeit in der Flugzeugwartung. Eine Beschreibung und Analyse von Wissensarbeit im Bereich der Flugzeugwartung der Lufthansa Technik AG. Masterarbeit TU Darmstadt.
- Sobbe, E., Tenberg, R. & Mayer, H. (2016). Knowledge Work in Aircraft Maintenance. Journal of Technical Education (JOTED). 4(1), 81-97.
- Wagner, C. (2009). „Tele-Altenpflege“ und „Robotertherapie“: Leben mit Robotern als Vision und Realität für die alternde Gesellschaft Japans. In Japanstudien, - contemporary-japan.org, 21(1).

Windelband, L. (2014). Zukunft der Facharbeit im Zeitalter „Industrie 4.0“. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 2(2), 138-160.

Wissenschaftsrat (2014). Empfehlungen zur Gestaltung des Verhältnisses von beruflicher und akademischer Bildung.

Zinke, G., Schenk, Harald & Wasiljew, E. (2014). Berufsfeldanalyse zu industriellen Elektroberufen als Voruntersuchung zur Bildung einer möglichen Berufsgruppe. Abschlussbericht.

Zinn, B. (2014). Lernen in aufwändigen technischen Reallernumgebungen – eine Bestandsaufnahme zu berufsschulischen Lernfabriken. *Die berufsbildende Schule (BbSch)*, 66(1), 23-26.

Zinn, B. (2015). Bedingungsvariablen der Ausbildung 4.0 – Ausbildung der Zukunft. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 3(2), 10-18.

Autoren

Prof. Dr. phil. Ralf Tenberg

Technische Universität Darmstadt

Humanwissenschaftliche Fakultät, Arbeitsbereich Technikdidaktik

Alexanderstr. 6, 64283 Darmstadt

tenberg@td.tu-darmstadt.de

Prof. Dr. phil. Daniel Pittich

Universität Siegen

Juniorprofessur für Didaktik der Technik an Berufskollegs

Naturwissenschaftlich-technische Fakultät

Hölderlinstr.3, 57076 Siegen

daniel.pittich@uni-siegen.de

Zitieren dieses Beitrages:

Tenberg, R. & Pittich, D. (2017): Ausbildung 4.0 oder nur 1.2? Analyse eines technisch-betrieblichen Wandels und dessen Implikationen für die technische Berufsausbildung. *Journal of Technical Education (JOTED)*, Jg. 5 (Heft 1), S. 27-46.