

Jonas Gebhardt / Axel Grimm

## 2.9 Netzkompetenz und Facharbeit – Über die Sicherung der Zukunftsfähigkeit der Facharbeit im Kontext von Digitalisierung und Industrie 4.0

Die High-Tech-Strategie hinter den vielfältigen 4.0-Bezeichnungen oder der international bekannte Terminus der Cyberphysical Systems bezeichnet die Idee einer ganzheitlichen Vernetzung von Prozessen, die die Wirtschaftsförderung fokussieren mit dem Ziel der Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen. Schlussendlich betrifft diese Form der wachsenden IP-Vernetzung und IKT-Durchdringung (Informations- und Kommunikationstechnologie) aber das gesamtgesellschaftliche Leben, einhergehend mit einer internationalen Vernetzung zwischen Menschen und Maschinen im Zuge der Globalisierung.

Die gegenwärtigen und weiterhin antizipierten 4.0-Entwicklungen sind nicht allein aus einer reinen technologischen Machbarkeit heraus zu betrachten und umzusetzen. Für ein zukunftsgerichtetes Kompetenzmanagement geht es nicht bloß darum zu beurteilen, welche technologischen Neuordnungen in den Arbeitsablauf implementiert werden können. Unabdingbar bedarf es für ein innovatives Kompetenzmanagement im Umfeld von „4.0-Entwicklungen“ der Vergewisserung der Kompetenzen der Beschäftigten unterschiedlicher Qualifikations- und Altersstufen, um Innovationspotenziale zu erschließen, zu stärken und technologische Neuordnungen situationsgerecht und passgenau einzuführen. Das zukunftsorientierte Change-Management betrieblicher Prozesse, in Bezug auf diese Implementierung und Neuordnung physischer und virtueller Instrumente und Maschinen des produzierenden und dienstleistenden Gewerbes, bedeutet vor allem personenorientiert zu digitalisieren, zu automatisieren und zu vernetzen (Gebhardt 2016a, S. 20). Die prozessuale Digitalisierung und Vernetzung physischer sowie virtueller Elemente in der Sphäre von Industrie 4.0 hat über die konsequente Fortentwicklung von CIM (Computer Integrated Manufacturing) hinauszugehen. Die menschenleere Fabrik sollte eine Negativ-Metapher einer enthumanisierten Arbeitswelt bleiben.

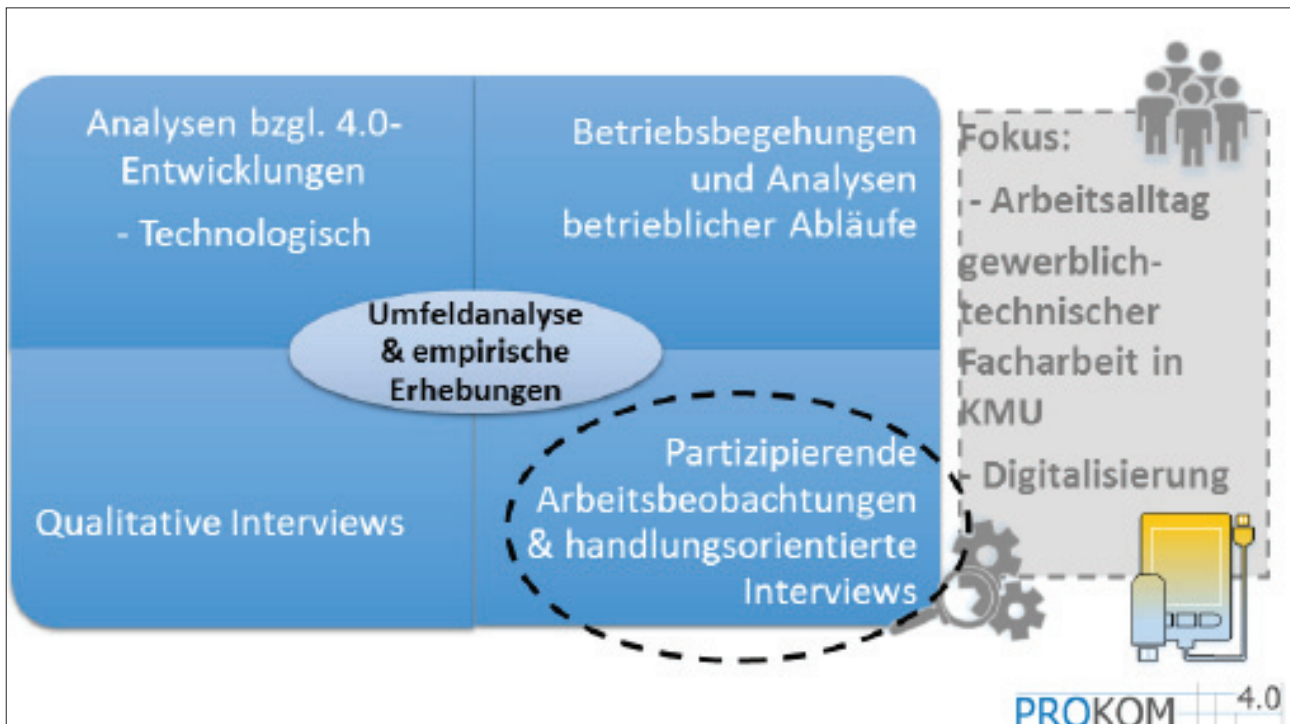
Mit Stakeholdern aus Wissenschaft, Arbeitnehmervertretern, Bildungsinstitutionen und Arbeitgebern ist die menschliche Kompetenz für den Prozess eines zukunftsorientierten und innovativen Change-Managements zu erheben - so wie es zumindest im Dialogprozess „Arbeiten 4.0“ seit 2015 angedacht ist. In Zeiten von ausgerufenen Megatrends, wie der Akademisierung der Wissensgesellschaft, Digitalisierung und des demographischen Wandels, bedarf es einer besonderen Aufmerksamkeit

für die mittlere Beschäftigungsebene der nichtakademischen Facharbeit. Dem Fortbestand der Handlungsfähigkeit der Facharbeit zu dienen ist eines der Kernanliegen von „Prokom 4.0 – Kompetenzmanagement für die Facharbeit in der High-Tech-Industrie“. Durch die, auf die Bewältigung beruflicher Arbeitsaufgaben ausgelegten Kompetenzen und Qualifikationen ist die Facharbeit in allen Altersstufen seit je her das flexibelste Element in der betrieblichen Praxis. Ihre ideenreiche Impulsgebung und berufliche Handlungsfähigkeit stehen in symbiotischer Verbindung zur Wettbewerbsfähigkeit und den wirtschaftlichen Erfolgen von Unternehmen.

Momentan zu beobachtende und zukünftige Szenarien möglicher Veränderungen im Kontext von Industrie 4.0, wie der digitale Wandel, die ganzheitliche informationstechnische Vernetzung, die Internationalisierung betrieblicher und privater Infrastrukturen, gepaart mit der permanenten Verfügbarkeit von Informationen, sind die Faktoren, welche die Komplexität des Arbeitsalltags steigern und zugleich die Anforderung an die Beschäftigten. Die Stärkung und Erweiterung der menschlichen fortlaufenden Handlungs- und Gestaltungsfähigkeit ist ein entscheidender Faktor für ein zukunftsfähiges Kompetenz- und Innovationsmanagement im betrieblichen sowie im außerbetrieblichen Umfeld. Ein Ziel, dem sich fortlaufend auch die Berufsbildungspraxis des Dualen beruflichen Ausbildungssystems zu verschreiben hat.

### Die Scannings und das Monitoring als empirische Erhebungen

Die Annahme der Notwendigkeit einer Art Querschnittskompetenz für die Arbeits- und Lebenswelt der Zukunft, basiert auf den begleitenden berufsbildungspraktischen Erhebungen und Analysen des Berufsbildungsinstituts Arbeit und Technik (kurz: biat) an der Europa-Universität Flensburg, während des Forschungsprojekts Prokom 4.0 von 2015 bis 2017. Die partizipierenden Arbeitsbeobachtungen der Facharbeiter/-innen bei den betrieblichen Umsetzungspartnern erwiesen sich im Projektverlauf als förderliches Instrument. Die Digitalisierung, die Internationalisierung, 4.0-Entwicklungen, die momentanen demographischen Entwicklungen durch Flucht-Migration, als auch der jeweilige betriebliche Kontext flossen in die ganztägigen Arbeitsbeobachtungen des Arbeitsalltags mit ein. Diese hybride Erhebungsform dient im besonderen Maße dazu, einen betriebspraktischen Einblick in die gegenwärtige Real-



**Abb. 1. Erhebungsmethode des biat**

tät der Arbeitsprozesse und der gewerblich-technischen Facharbeit zu bekommen. Die Erhebungsmethode wird durch die interpersonale Kommunikation im Arbeitsprozess begünstigt. Die protokollierende Teilhabe an alltäglichen Arbeitsaufgaben der beobachteten Facharbeit ist durch die direkte Nähe authentischer und zielführender zu bewerten, im Gegensatz zu arbeitsprozessferneren „Blanko“-Online-Befragungen der Beschäftigten oder gar nur der Führungsebene. Die Durchdringung von derlei Megatrends, wie der Digitalisierung, Vernetzung, Energiewende, demographischer Wandel oder Internationalisierung, wird somit im Arbeitsalltag der Facharbeit geortet. Auf diese Weise gelingt es die Beobachtungen und die daraus resultierenden Erkenntnisse mit den Menschen, also der Facharbeit, zu verknüpfen. Durch diese Form der „Teilnahme“ am Arbeitsalltag gelingt der Einblick in den Arbeitsprozess der Beschäftigten. Die Lücken zwischen Alltagsbewältigungsstrategien, Zukunft gewandter Entwicklungsbedarfe und erneuerungsbedürftigen Anforderungsprofilen an die Beschäftigten, respektive die Facharbeit, können durch Analyse und Interpretation des Beobachteten praxisgebundener gefüllt werden. Das Verknüpfen mit den im Teilprojekt durchgeführten wissenschaftlichen Analysen gewährt, bezogen auf die avisierten 4.0-Entwicklungen, sowohl bezugnehmend auf die technologischen Innovationen und technologischen Neuordnungen, als auch auf den gesellschaftlichen Einfluss einer nahezu omnipräsenten Vernetzung, einen ganzheitlicheren Ausblick auf zukünftige Anforderungen. Das Erfordernis eines innovativen Kompetenzmanagements, nämlich menschenzentriert auf die gegenwärtigen Entwicklungen zu reagieren, kann durch eine anschließende Konzept-

tion und Umsetzung von nachhaltigen Maßnahmen in der Aus- sowie Weiterbildung entsprochen werden.

### **Herausforderung für die Kompetenz der Facharbeit: Vom Scanning zum Forecasting des biat**

Ehemals und vermeintlich klar definierte Zuständigkeitsgrenzen von einst berufs- und/oder qualifikationsbezogenen Arbeits-, Berufs- und Fachinhalten werden aufweichen und Inhalte verschiedener Disziplinen und Gewerke werden, durch die gegenwärtigen und kommenden „4.0-Hervorbringungen“, sich wechselseitig bedingen und ineinander diffundieren. Das Nachvollziehen und Einordnen dieser inhaltlichen Überschneidungen verschiedener Sach- und Fachgebiete sowie das Reflektieren der eigenen Handlungs- und Gestaltungsoptionen wird durch die gesteigerte informationstechnische Durchdringung und Vernetzung von Prozessen verstärkt gefördert werden.

Dieser Umstand bedingt Lehr-Lernarrangements, entsprechend „4.0-Sensibilisierungsmaßnahmen“, welche im Rahmen des forschenden Teilvorhabens des biat an der Europa-Universität Flensburg konzipiert wurde. Direkter Adressat dieses Konzepts mit praxisnahen Handlungsrahmen sind die Facharbeiter/-innen, im konkreten Fall waren es Auszubildende der Ausbildungsberufe „Mechatroniker/-in“, „Elektroniker/-in für Betriebstechnik“ und „Elektroniker/-in für Gebäude- und Infrastruktursysteme“. Die Planung, Didaktisierung der Inhalte, Durchführung und Evaluation jener ortsungebundenen, niederschweligen sowie fachgemäßen

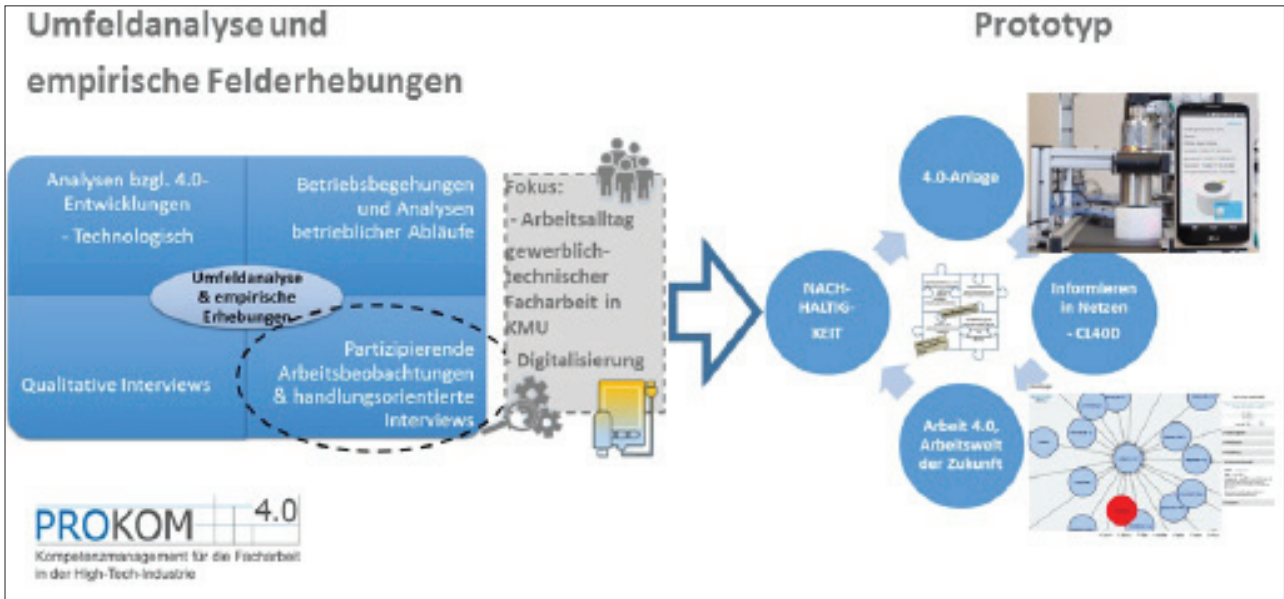


Abb. 2 Forschungsmethoden des ProKOM 4.0

und inhaltsfreien Handlungsanleitung ist in einem nachvollziehbaren Handlungsrahmen für die Facharbeit situiert. Dieser Prototyp wurde nach einer Pilotdurchführung fortlaufend angepasst und ergänzt. Er umfasst eine ca. fünf- bis sechsstündige Lerneinheit für bis zu 30 Personen. Diese fachgemäße Handlungsanleitung gilt als gelungen und praxistauglich getestet und ist in seiner entwicklungsoffenen Konzeption, als notwendige Sensibilisierungsmaßnahme für die zukünftige Arbeitswelt-4.0 durchaus auf unterschiedlichen Formen und Stadien von Aus-, Weiterbildung und Personalentwicklungsmaßnahmen adressatengerecht anwendbar (siehe eine kurze Beschreibung des Instruments auf Seite 132f). Ziel dieser Einheit ist es, die Entwicklung einer Netzkompetenz bei Lernenden voranzutreiben, indem die Teilnehmenden die Entwicklungen der Industrie 4.0 und der digitalisierten Arbeits- und Lebenswelt kritisch und proaktiv erfahren.

### Netzkompetenz – Eine praxisnahe und umsetzungsfähige Vision

In weiten Bereichen der betrieblichen Facharbeit hatten sich über viele Jahre lineare, hierarchisch strukturierte Arbeitsabläufe mit genau definierten Arbeitsanforderungen und klar voneinander abgegrenzten Aufgabengebieten bewährt. Die Entwicklungen hin zu einer digitalisierten Arbeitswelt entwerfen zyklische, interdisziplinär vernetzte, offen partizipatorische Arbeitsorganisationen und Workflows. Längst ist die Durchdringung individueller und kollektiver Lebenswelten mit allgegenwärtigen Informations- und Kommunikationstechnologien Realität (Filk und Grimm 2015). Für die Bewältigung von Arbeitsaufgaben mit informationstechnischen Anbindungen erlauben Einblicke in den IT-affinen Arbeitsalltag auch erste Annahmen zur zukünftigen informationstechnischen Durchdringung in der Arbeitswelt.

Die Inhaltsbereiche der Netzkompetenz werden folgend durch Beispiele aus der beobachteten Arbeitspraxis der Facharbeit erläutert. Dem folgt eine Orientierung für die oben bereits erwähnte individuelle Gestaltung von Bildungsmaßnahmen, im Zuge eines Kompetenzmanagements für die Ausbildung, Weiterbildung und betriebliche Personalentwicklung, als Grundvoraussetzung für Innovationen im Umfeld von 4.0. Die Konzeption und Durchführung des Prototyps der fachgemäßen Handlungsanleitung zur „4.0-Sensibilisierung“ basieren auf den Erkenntnissen aus den ProKOM 4.0-Erhebungen des ProKOM. Diese werden anschließend durch das notwendige Konstrukt der Netzkompetenz nachvollziehbar gemacht.

Der Begriff der Netzkompetenz wurde bereits im Jahre 2000 geprägt durch Peter Wordelman. Er verwendete diesen im Kontext der Internationalisierung des dualen Ausbildungssystems und den wachsenden Herausforderungen von Internetnutzung und Globalisierung in der

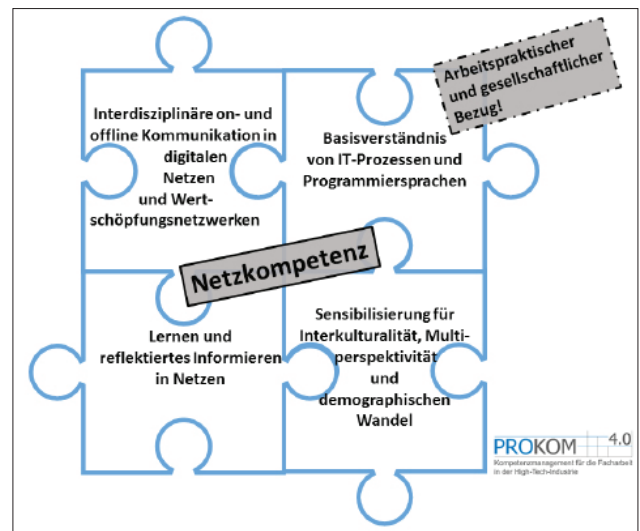


Abb. 3 Netzkompetenz

Arbeitspraxis (Wordelmann 2000). Die Fortentwicklung dieser Netzkompetenz fußt sowohl auf den Erkenntnissen aus dem wissenschaftlichen Diskurs, hinsichtlich des Wandels der Arbeit durch Digitalisierung, Vernetzung und der demographischen Entwicklungen, als auch auf begleitenden Erhebungen in der Arbeitspraxis der realen Facharbeit, im Zuge von Prokom 4.0. Der Begriff Netz bezieht sich auf die Vernetzung von Welten, einerseits am Arbeitsplatz und andererseits in der gesamten Gesellschaft. Diese Vernetzung geschieht innerhalb und zwischen Organisationen (Betrieben, Abteilungen) und Systemen, technischer und sozialer Art. Darüber hinaus wachsen durch die steigende informationstechnische Durchdringung ehemals voneinander isoliert agierende Arbeitsbereiche während des Arbeitsprozesses zusammen, sodass fortan zwischen Prozessen, Personen, Maschinen und Produkten auf einer physikalischen oder logischen Ebene, on- und offline, kommuniziert werden kann, interpersonal, interdisziplinär, international und interkulturell. Jene komplexer werdende Ausgestaltung von Arbeit und Gesellschaft führt zum Bedarf der Netzkompetenz. Mit dem Konstrukt der Netzkompetenz soll eine individuelle Verortung entwickelt werden, wodurch Personen heute und in der Zukunft in einer digital-vernetzten Gesellschaft und Arbeitswelt Orientierung und Halt finden (Grimm 2017, S. 195). Diese Netzkompetenz als eine Querschnittskompetenz zu entwickeln und zu etablieren ist der Kern für das Design von zukunftsorientierten und nachhaltigen Bildungs- und Personalentwicklungsmaßnahmen zur Förderung und dient dem Erhalt der menschlichen Handlungs- und Gestaltungsfähigkeit (Gebhardt et al. 2017, 150f.). Dieses Gestalten und Handeln der Facharbeit und Beschäftigten im Allgemeinen ist zugleich direkt verknüpft mit der Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit von Betrieben.

Für die inhaltliche Gestaltung, fachgerechte Didaktisierung und Durchführung von Handlungsanleitungen zur Netzkompetenz und überhaupt von personalbildenden Maßnahmen für den digitalen Wandel, ist herauszustellen, dass diese in der inhaltlichen Ausschärfung und Adressatenorientierung flexibel gestalt- und anpassbar zu sein haben. Notwendiger Weise sind die mittelnden Inhalte die zur Entwicklung einer Netzkompetenz führen stets durch transparente Bezüge und Relationen zur realen Arbeitspraxis und Erfahrungswelt der entsprechenden Adressaten bzw. Lerner gebunden. Der subjektorientierte Zugang generiert Verbindlichkeit und Bedeutung für die Zukunft der Arbeit und der Digitalisierung im Umfeld der Entwicklungen von Industrie 4.0. Das Ziel ist es durch eine gesteigerte Reflexionsfähigkeit und das flexible kontextgebundene Herstellen von Relationen zu unterschiedlichen den Arbeitsalltag betreffenden vernetzten Fachgebieten, die Gestaltungs- und Handlungsfähigkeit der Menschen zu erhalten und fortzuentwickeln. Dieser Anspruch sollte als Prämisse für die zukunftsorientierte Entwicklung und Bildung der Beschäftigten aller Qualifikationsstufen und betriebsinterner Personalhierarchien gelten – gemäß einer inno-

vationsfördernden Heterogenität der Belegschaft (vgl. den Beitrag Gloystein / Pletz in diesem Band, S.46ff). Die Entwicklung von Netzkompetenz ist eine Bedingung für nachhaltige personenzentrierte Bildungs- und Personalmaßnahmen, um die Innovationsfähigkeit von Menschen und Unternehmen in einer digital-vernetzten Arbeitswelt und Gesellschaft zu erhalten und zu erweitern (Gebhardt 2016b, 78f.).

### Monitoring – Zusammenfassung der Erhebungserkenntnisse

*„Das habe ich mir während der Arbeitszeit beigebracht, Basic-Programmierung wird doch bei YouTube beschrieben. [...] Die Softwarevorgabe durch den Hersteller dauerte zu lange und da habe ich selber etwas entwickelt und jetzt können alle gleichzeitig auf die Abfrage zugreifen. [...] Das Programm habe ich dann vorgestellt und es wurde von der Team- und Werksleitung für gut befunden und dann habe ich auch selbst die Einweisung für die Mitarbeiter gegeben.“* (Kommunikationselektroniker, 2016)

Die obige Aussage eines Facharbeiters für Kommunikationselektronik steht stellvertretend für das Aufweichen von traditionellen Gewerksgrenzen durch das eigenverantwortliche Wirken und Gestalten in Online-Netzen am Arbeitsplatz. In diesem Fall von „Do-it-Yourself am Arbeitsplatz“ (Gebhardt 2016a, S. 21) wurde sich autodidaktisch informationstechnische Hochsprachen beigebracht, ausgehend von der problemorientierten Motivation vorhandene betriebliche Prozesse zu optimieren.

In den Untersuchungen und Erhebungen des biat lässt sich mit dem Blick durch die technologische „4.0-Brille“ feststellen, dass Digitalisierung und Vernetzung in realbetrieblichen Arbeitsprozessen von Facharbeiterinnen und Facharbeitern angekommen sind, wenn auch in unterschiedlichem Maße und nicht in einer ganzheitlichen Durchdringung der betrieblichen Prozesse. Der Einsatz digital-vernetzter Technologien geschieht mitunter weniger durch einen Trendbezug oder der betrieblichen Absicht einer Selbstzuschreibung durch die Label „Internet of Things“ oder „Industrie 4.0“. Dieser Umstand ist jedoch nicht damit gleichzusetzen, dass ohne eine 4.0-Labelung keine Innovation bzw. Zukunftsorientierung stattfindet. Es dominiert noch die Kommunikation Mensch-Maschine und Mensch-Mensch. Eine rein maschinelle Selbstoptimierung oder Gestaltung über IP-Netzwerke geschieht noch nicht. Die menschliche Arbeitskraft profitiert zunehmend durch aufgezeigte Handlungsmöglichkeiten auf digitalen und virtuellen Bedienoberflächen. In den beobachtenden Arbeitspraxen ist der Mensch gegenwärtig noch die entscheidende Handlungsinstanz – besonders außerhalb von Routinetätigkeiten. Bei Problemlösungen im Prozess jenseits von Routinen wird weiterhin auf nicht dokumentiertes oder implizites Erfahrungswissen der Facharbeit erfolgreich, dennoch unsystematisch aber zielorientiert,

zugegriffen. Die betriebliche Verwendung von IT-Technologien erstreckt sich von IT-gestützten Dokumentationssystemen, der Kommunikation über Mailprogramme auf Smartphones oder Computerarbeitsplätzen, Softwarebedienung und z. T. –programmierung, bis hin zur standortunabhängigen dezentralen Steuerung, Wartung und Inbetriebnahme über IP-Netzwerke von Clients und Steuerungen.

Erweitert werden die Erkenntnisse über den technologischen Status-Quo in den untersuchten Unternehmen dadurch, dass arbeitsfeldbezogene Unterschiede im Grad der IT-Durchdringung und Nutzung digitaler Technologien bzw. von Software im Arbeitsalltag bei Facharbeiterinnen und Facharbeitern unterschiedlicher Berufe und Gewerke weiterhin festzustellen sind. Zum Teil wird die wachsende IT-Durchdringung auch bereits in „neue“ berufliche Bezugsrahmen verschoben. So hat z. B. der Arbeitsalltag von IT-Fachkräften neben einer erwartbar hohen digitalen und informationstechnischen Durchdringung der Arbeitsprozesse, durch die aufkommen den betrieblich gewünschten Implementierungen von informationstechnisch-vernetzten Steuerungen in traditionellen Produktionsbetrieben, z. B. in der Stahlindustrie, nun auch direkt mit realmechanischen Produktionsprozessen und den dort tätigen Facharbeitern/-innen zu tun. Dieses bezieht sich auf die kommunikative Auseinandersetzung mit Nicht-ITlern bzw. Digital Immigrants und deren über Erfahrung entwickelt berufliche Fachlichkeit. Darauf aufbauend werden digitale Bedienoberflächen zur Prozesssteuerung und –optimierung in der laufenden Betriebspraxis entlang der Zielvorgaben und Usability-Aspekten implementiert. Auch Facharbeiter/-innen aus dem Bereich der Elektrotechnik übernehmen während externer Arbeitseinsätze derweil mit smarten Endgeräten, die z. T. über das Mobilfunknetz und VPN-Tunnel mit dem Firmenserver verbunden werden, die digitale und dezentrale Koordinierung und Informationsbeschaffung für die zielorientierte Ausführung ihres Arbeitsauftrags. Auf diese Weise beschaffen sie sich Schaltpläne oder Anleitungen von betriebseigenen Servern oder treten parallel telefonisch in einen problemlösenden Dialog und fachlichen Austausch.

Diese Kommunikation geschieht in den untersuchten Arbeitszusammenhängen verstärkt über private Smartphones der Facharbeiter/-innen. Sicherheitstechnische Bedenken spielen in diesem Fall keine Rolle für die Anwender. Die hiesigen beobachteten betrieblichen Infrastrukturen sehen bislang keine in den Arbeitsprozess integrierte Verwendung von Smartphones vor, dennoch diffundieren die positiven Effekte und Erfahrungen des schnellen Austauschs durch die Smartphone-nutzung im Privaten in den Arbeitsalltag. Als eine Art von Bewältigungsstrategie wird auf deren Funktion zurückgegriffen, um letztendlich den Arbeitsprozess zu optimieren. Mit den eigenen Smartphones werden z. B. digitale Bilder der aktuellen Installationen geschossen, um den aktuellen Zustand zu visualisieren und zu protokollieren:

frei nach dem eigens interpretierten Motto „Bring your own device“. Diese Bilder bilden dann die Grundlage für eine ortsungebundene Echtzeitkommunikation, um sich prozess- und problemorientiert über das Versenden via Messenger-Applikationen (wie WhatsApp), mit betriebsinternen sowie betriebsexternen Kollegen auszutauschen und Handlungsoptionen im Arbeitsprozess abzuwägen.

Vereinzelt wurde in den Erhebungen des biat beobachtet, dass sich Facharbeiter/-innen während der Arbeitszeit und durch die Öffnung des Intranets hin zum Internetzugang am Arbeitsplatz in Eigenregie, also autodidaktisch, informationstechnische Hochsprachen beibringen. Dieses ist zwar eine singuläre Beobachtung, doch deren Bedeutung weitreichend. Denn durch die gesteigerten informationstechnischen Durchdringungen und der IT-Präsenz am Arbeitsplatz festigt sich die Annahme, dass ein kompetenter Umgang mit IT auch zu einem gewichtigen Part der zukünftigen Handlungskompetenz auch von nicht „reinen“ IT-Fachkräften wird. Im beobachteten Fall handelt es sich nämlich nicht um eine ausgebildete IT-Fachkraft und sie verfügt über keine formalisierten IT-Qualifikationen. Der Frust über den selbst erfahrenen fehlerbehafteten Arbeitsprozess, diente als Antrieb für die Optimierung des selbigen. In diesem Fall wurde ein herstellereigenes softwarebasiertes Logistiksystem durch eine eigens programmierte Software ergänzt und optimiert. Das selbstgesteuerte Lernen geschah über YouTube-Tutorials am Arbeitsplatz. Die Ergebnisse wurden nach oben kommuniziert und durch den Facharbeiter erläutert und folglich auch in den betrieblichen Prozess integriert.

Eine geringere informationstechnische Durchdringung ist während Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten von Mechanikerinnen und Mechanikern bzw. Industriemechanikerinnen und Industriemechanikern wahrgenommen worden, besonders in Bezug auf rein mechanische Wartungs- und Reparaturaufgaben. Augmented-Reality Lösungen zur Prozessobservation fanden hier keine Anwendung. Vereinzelt und nicht flächendeckend verbreitet werden softwarebasierte Dokumentationssysteme genutzt, deren Benutzung geschieht jedoch zumeist bei externen Montageeinsätzen vergleichbar mit den oben erwähnten extern arbeitenden Elektronikerinnen und Elektronikern. Die innerbetrieblich bereitgestellte Nutzung von IT-Dokumentationssystemen oder digitaler Kommunikation sind in den Metall-Gewerken noch klassisch hierarchisch angedacht, sodass diese zumeist „Vorarbeitern“ vorbehalten sind. Dennoch wird im Arbeitsprozess und zur Problemlösung ebenfalls auf die Messenger-Kommunikation über die eigenen privaten smarten Endgeräte zurückgegriffen. Die Nutzung von Dokumentationssoftware hat eine protokollierende und koordinierende Funktion und dient weniger dem ortsungebundenen fachlichen Austausch mit Kollegen, im Sinne des Echtzeit-Versendens z. B. von Schaltplänen oder Bildaufnahmen gegenwärtig.

tiger Installationen. Bei der Technologie für die Überwachung und Bedienung von Anlagen sind ganz klar Medienzäsuren zu erkennen, indem ehemals rein elektronische oder gar noch mechanische Schaltanlagen hin zu IT-gestützten Steuerungen mit grafischen Benutzeroberflächen umgerüstet werden.

In Wechselbeziehung zum allgemeinen Anstieg mobiler Kommunikation im Privaten ist ebenso das gesteigerte Bedürfnis der Arbeitnehmer wahrzunehmen, mit ihren privaten Smartphones in den betrieblichen Pausenzeiten zu kommunizieren und auf Informationen des virtuellen Netzes zuzugreifen. Betriebe reagieren z. T. auf diesen Umstand und erkennen die Notwendigkeit eines ausreichenden Signalempfangs in Pausenräumen, um den Arbeitnehmern die Möglichkeit für die private mobile Kommunikation zu ermöglichen. Die Sicherstellung einer entsprechenden Signalstärke wird als ein Pfeiler der betrieblichen Infrastruktur für ein positives Arbeitsklima betrachtet, um den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern die private Kommunikation mit ihren Smartphones und über das Mobilfunknetz während der Pausenzeiten zu gewährleisten.

Durch die Internationalisierung von Wertschöpfungsketten ist festzustellen, dass die Einführung von neuen Technologien bzw. Anlagen in den beobachteten Betrieben begleitet wird von Fortbildungen und Einführungen in englischer Sprache. Englisch avanciert somit von einer ehemaligen Verkehrssprache des internationalen Austauschs von Ingenieurinnen und Ingenieuren nun auch vereinzelt zur Verkehrssprache der mittleren Beschäftigungsebene und konkret von Fort- und Weiterbildungen. Um Kommunikations- und Übersetzungsproblemen vorzubeugen, u. a. für Beschäftigte mit geringer entwickelten Englischkompetenzen, werden Übersetzer eingesetzt. Neben der Englischpräsenz in Fortbildungen, erfahren die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen auch englische Anweisungen von internationalen Herstellern / Zulieferern. In den Betrieben wurde beobachtet, dass die englischen Vorgaben durch den anwesenden Meister ins Deutsche übersetzt wurden. Es wurde sich Online-Übersetzungstools und technischer Wörterbücher Englisch-Deutsch bedient. Ähnlich des aktiven Übersetzers in den Fortbildungen namhafter Industriezulieferer ist auch hier das Ziel, die Beschäftigten mit nicht geringeren Englischkenntnissen in internen Schulungen über die Vorgaben der internationalen Hersteller auf deutscher Sprache zu informieren, um Kommunikations-/Verständnisprobleme zu minimieren. Neben dem wachsenden interdisziplinären fachlichen Anspruch und der Internationalisierung der Betriebsnetzwerke und Firmensprache, gestaltet sich auch ein Wandel und folglich eine Bedarfsnotwendigkeit hingehend einer Sensibilisierung für andere Kultur- und Sprachräume der zukünftigen Arbeitswelt und Gesellschaft. Zum einen vor dem Hintergrund von Arbeitseinsätzen von Facharbeiterinnen und Facharbeitern im Ausland und zum anderen durch die gegenwärtigen Migrationsbewegungen und

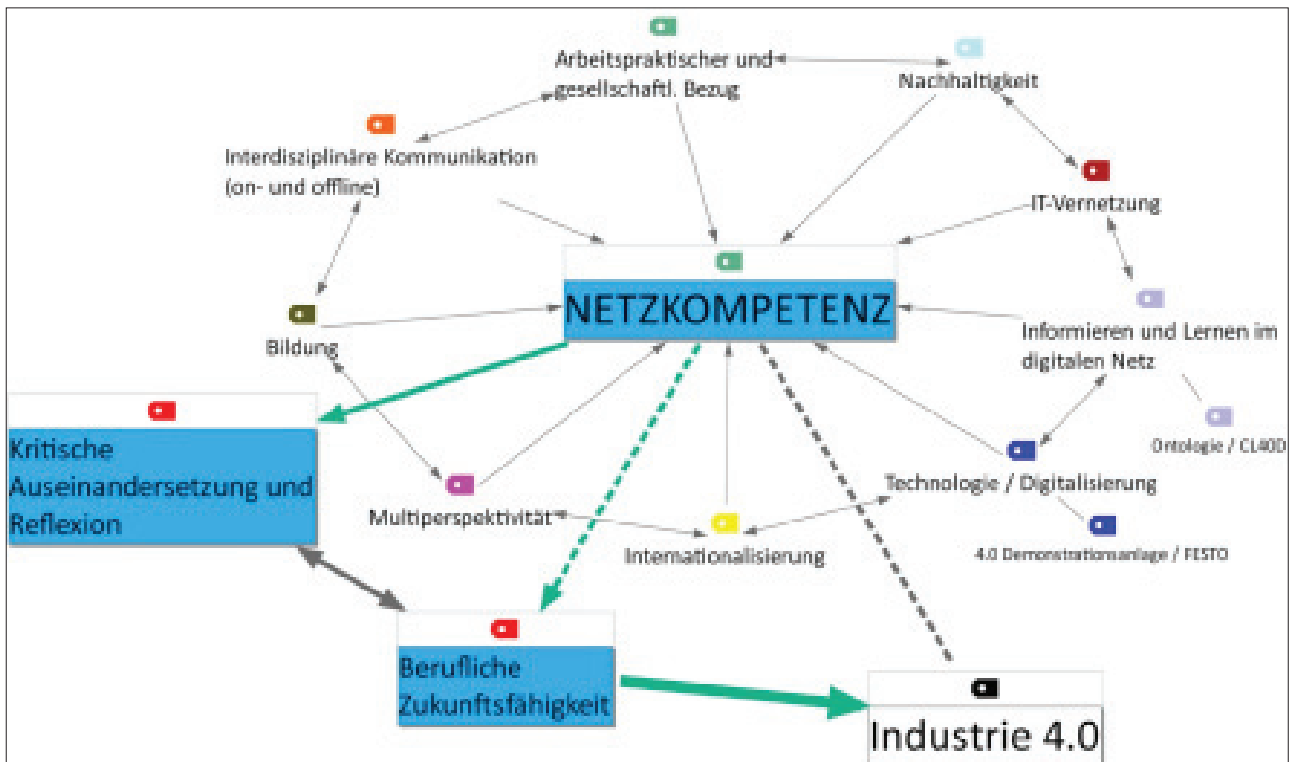
der Integration von Geflüchteten in die Gesellschaft und durch die berufliche Bildung und in die Arbeitswelt. Im letzteren Feld fanden Erhebungen des BIAT auch während unterrichtlicher Maßnahmen in der Handwerkskammer mit jungen Geflüchteten statt. Ziel der Maßnahme ist es, jungen Geflüchteten fachliche und sprachliche Grundlagen zu vermitteln, mit dem Ziel der Ausbildungsfähigkeit im dualen Berufsbildungssystem zu erreichen. Im konkreten Fall werden somit auch Meister und Ausbildungsverantwortliche mit neuen heterogenen Anforderungen im Arbeitsalltag konfrontiert, hinsichtlich einer Sensibilisierung für andere Kulturen und Sprachen sowie der Schwierigkeit der fehlenden sprachlichen Basis und dem Aufbau von DAZ (Deutsch als Zweitsprache).

### **Forecasting und Evaluation - Netzkompetenz als notwendige Schlussfolgerung**

Für die Netzkompetenz lassen sich in Folge individuell gestaltbare Inhaltsfelder kategorisieren. Die Inhalte sind innerhalb eines Netzkompetenz-Lehr-Lernarrangements nicht isoliert zu behandeln, sondern für die Lernenden nachvollziehbar miteinander zu verbinden. Auf diese Weise kann eine Sensibilisierung für die wachsende Vernetzung in der zukünftigen Arbeitswelt und Gesellschaft gelingen. Dieser Umstand gilt für alle personenzentrierten Bildungsmaßnahmen (siehe auf der nächsten Seite Abb. 4 für eine detaillierte Darstellung der Gestaltung einer Netzkompetenz-Einheit). Die Inhalte sind adressatengerecht und somit praxisorientiert in Bildungs- und Weiterbildungsmaßnahmen zu integrieren, hinsichtlich einer kompetenten Hinführung an die Anforderungen der Arbeitswelt der Zukunft im Umfeld von Industrie 4.0. In diesem Fall seien vier offene gestaltbare Inhaltsfelder/ -kategorien der Netzkompetenz genannt:

- Fachkompetenz durch interdisziplinäre on- und offline Kommunikation in virtuellen und realen Netzen und Wertschöpfungsnetzwerken entwickeln und vertreten;
- Lernen und reflektiertes Informieren in Netzen;
- Sensibilisierung für Interkulturalität, Multiperspektivität und demographischen Wandel;
- Entwicklung eines Basisverständnisses für informationstechnische Prozesse (auch für Nicht IT-Berufe).

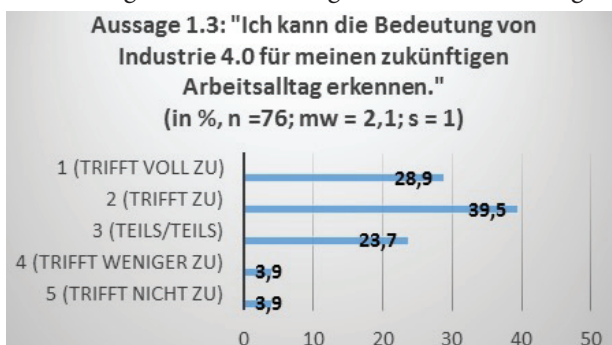
Um die Netzkompetenz durch Bildungs- oder auch Personalentwicklungsmaßnahmen für Innovationsprozesse zu etablieren wird das zuvor erwähnte 4.0-Lehr-Lernarrangements als kurzfristig einsatzfähige Maßnahme zur Vorbereitung auf die bevorstehenden Entwicklungen in der Sphäre der 4.0-Megatrends konzipiert und durchgeführt. Diese Maßnahme dient zur Weiterentwicklung von Netzkompetenz. Wie in Abb. 4 „kartographiert“ soll die Netzkompetenz dem Menschen als eine Art Kompass dienen, der in diesem Fall den lernenden Facharbeiterinnen und Facharbeitern eine gestärkte Orientie-



**Abb.4 Kartographie des Lehr-Lernarrangements der „4.0-Sensibilisierungsmaßnahme“ zur Stärkung der Zukunftsfähigkeit Facharbeit**

Die Evaluation dieser „4.0-Sensibilisierungsmaßnahme“ weist auf eine erfolgsversprechende Entwicklung von kritischer und innovativer Reflexionsfähigkeit in kontextadaptiven Zusammenhängen des eigenen Berufs, Betriebs und Alltags mit inhaltlichen Bezug zur Industrie 4.0 hin.

Abbildung 5 zeigt exemplarisch eine der Auswertungen der Erhebung von über 100 Teilnehmerinnen und Teilnehmern. Bei der Aussage „Ich kann die Bedeutung von Industrie 4.0 für meinen zukünftigen Arbeitsalltag erkennen“ gab es 76 Nennungen, der Mittelwert lag bei



**Abb. 5. Evaluationsausschnitt der „4.0-Sensibilisierungsmaßnahme“**

2,1 bei einer Standardabweichung von 1. Die Evaluation geschah im Anschluss an das beschriebene 4.0-Lehr-Lernarrangement, das erfolgreich getestet und evaluiert ist.<sup>1</sup> Bei 28,9 % der Befragten trifft es voll zu, dass eine Bedeutung von Industrie 4.0 für den zukünftigen Arbeitsalltag erkannt wird. Für 39,5 % trifft es eher zu, dass eine Bedeutung von Industrie 4.0 für den zukünftigen Arbeitsalltag erkannt wird; 23,7 % sagen teils teils. Nur 3,9 % erkennen eher keine Bedeutung und ebenfalls nur 3,9 % erkennen keine Bedeutung von Industrie 4.0 für ihren zukünftigen Arbeitsalltag. Die Negativnennungen sind mit jeweils 3,9 % vergleichsweise gering, dennoch gilt es im Sinne einer Optimierung des Prototyps, die Gründe hierfür zu ergründen. Es könnten mehrfache Beweggründe vorliegen, dass z. B. die möglichen technologischen „4.0-Machbarkeiten“ direkt auf den aktuellen Technologie-Stand des Betriebs und Arbeitsalltags projiziert werden, der aus deren Einschätzung heraus sich nicht in Richtung „4.0“ verändern wird und somit Industrie 4.0 eine geringere Relevanz hat. Weitere Interpretationsansätze dieser Negativnennungen könnten sein, dass diese kumulierten 7,8 % davon ausgehen, dass die ihnen bekannte klassische manuelle menschliche Arbeit und Produktion stets erhalten bleiben wird oder dass vielleicht ein mangelndes Vorstellungsvermögen hinsichtlich der „4.0-Entwicklungen“ und deren Implementierung in den Arbeitsalltag vorherrscht. Allerdings könnte man auch annehmen, dass diese 7,8% innerhalb

<sup>1</sup> Die gesamte Evaluation befindet sich im Angang des auf Seite 132f beschriebenen Instruments. Es ist abrufbar auf den Seiten des Projektes Prokom 4.0 (<https://www.prokom-4-0.de/>)



**Abb. 6** Evaluation der Lerninhalte der „4.0-Sensibilisierungsmäßnahme“ -Einheit als Tag-Cloud

des Lehr-Lernarrangements nicht passgenau aktiviert wurden oder ihre aktuellen Tätigkeiten derweil als zu weit entfernt von den kennengelernten „4.0-Entwicklungen“ liegen. Ausschlaggebend für den Erfolg dieser „4.0-Sensibilisierungsmaßnahme“ sind die 92,2 % der Positivnennungen 1-3 (siehe Abbildung 5). Binnen und im Nachklang dieser Einheit erkennen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer eine an ihre Arbeits- und Lebenswelt gebundene Relevanz des Themas Industrie 4.0 für deren zukünftige Arbeitsalltage. Die Beobachtungen während der Maßnahme und die qualitativen Aussagen der angehenden Facharbeiterinnen und Facharbeiter an den einzelnen Lernstationen bestätigen die proaktive Auseinandersetzung mit den Themenbereichen. Eine detaillierte Darstellung des Erfolgs der Lerneinheit findet sich in der Gesamtdarstellung der Evaluation im Anhang des Instruments der „4.0-Sensibilisierungsmaßnahme“ zur Entwicklung von Netzkompetenz (Siehe Fußnote 1)

Die in der Wortwolke (Abb. 6) dargestellten Begriffe stellen in Größe und Dicke ihrer Letter, die relationale Häufigkeit von verschiedenen Inhalten im Umfeld von 4.0-Entwicklungen in Arbeitswelt und Gesellschaft dar. Diese Inhalte wurden von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der praxisnahen Handlungsanleitung der 4.0-Lernsituation in Bezug auf bereits wahrgenommene und kommende Trends als besonders bedeutsame Lerninhalte identifiziert. Diese Darstellung resultiert aus der kategoriengestützten Auswertung und Evaluation von protokollierten qualitativen Aussagen von über 100 jungen zukünftigen Facharbeiterinnen und Facharbeitern zum Lernerfolg der durchgeführten Bildungseinheit der „4.0-Sensibilisierungsmaßnahme“ des biat. Die dargestellten Begriffe subsumieren die wachsende Komplexität semantischer Überschneidungen von Arbeits- und Lebensinhalten einer digital-vernetzten Welt und zwar aus der Perspektive der zukünftigen gewerblich-technischen Facharbeit selbst in Bezug auf die möglichen An-

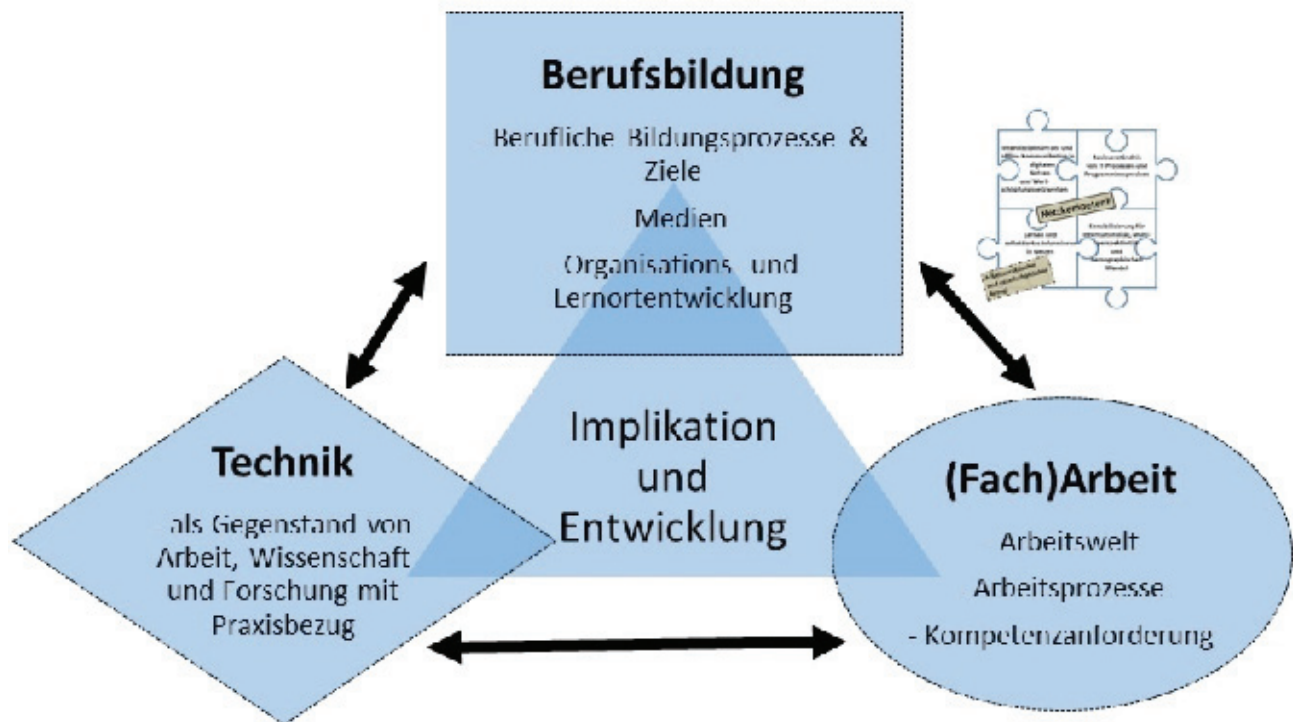
forderungen der Arbeitswelt der Zukunft (Gebhardt et al. 2015a, 121f.). Als zusammenfassende Erkenntnisse der gesamten Evaluation des Lehr-Lernarrangements sind folgende subsumierenden Hypothesen herauszustellen:

- Teilnehmerinnen und Teilnehmer fordern fortlaufende praxis- und betriebsnahe Bildung im Kontext von „4.0“-Entwicklungen.
- Teilnehmerinnen und Teilnehmer reflektieren permanent die Zukunftsfähigkeit ihrer Firma und ihres eigenen Berufs / ihrer Tätigkeit.
  - Sie zeigen konstruktiven Gestaltungswillen für die Innovation betrieblicher Prozesse.
- „Digital Natives“ ist kein ganzheitliches Qualitätsmerkmal für den kompetenten Umgang mit digitalisierten / virtualisierten Prozessen.
  - Bedienen vs. Verstehen

Die Durchführung dieser Einheit, als ein Prokom 4.0-Produkt des Flensburger Teilvorhabens am biat, ist als dienlich und zielführend zu bewerten. Die Grundlage für ein innovatives Kompetenz- und Changemanagement kann somit geschaffen werden, wenn der Innovationsgedanke der 4.0-Entwicklungen vom Menschen hergedacht und eine aktive Teilhabe der Teilnehmerinnen und Teilnehmer gewährt wird. Das Konzept einer bildendenden Sensibilisierungsmaßnahme im Umfeld von Industrie 4.0, geprägt durch das „Anspruchsdreieck“ aus Berufsbildung, Technik und (Fach-)Arbeit, ist ein anpassungsfähiges Instrument für das reflektierte Vorbereiten auf den zukünftigen Wandel in der Arbeitswelt und Gesellschaft. Sofern die verwendeten vermittelnden Inhalte entsprechend didaktisiert werden und durch die teilnehmenden Lerner und deren Wahrnehmungsmilieu auch als relevant erkannt und beurteilt werden, kann die Entwicklung der zukunftsrelevanten Netzkompetenz gelingen. Dieses wird zusätzlich geboten durch eine passgenau, kurzfristige und niederschwellige Form, entgegen entfremdeter „technologie-voyeuristischer“ Exkurse und Herstellerqualifizierungen in Smart-Factories oder 4.0-Simulationen in Labor-Atmosphäre. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer erfahren ein Stationenlernen zum Themenfeld Industrie 4.0, indem sich in Gruppen selbstverantwortlich mit dem 4.0-Kontext auseinandersetzen.

Zwei technologische Komponenten, virtuell und physisch, der „4.0-Sensibilisierungsmaßnahme“ finden ebenfalls Einzug in das Lehr-Lernarrangement (Abb.7 Forschungs- und Innovationsanspruch). Die virtuelle Komponente ist ein webbasiertes polyhierarchisches Ordnungssystem. Es ist als entwicklungs-offene Informationsplattform zur Einführung in den vernetzten Kontext von Begriffen und Relationen von Industrie 4.0 angelegt. Dieses bildet ein Grundgerüst für ein erweiterbares Ontologie-Management. Die Lernenden erkunden selbst mit ihren privaten Smartphones oder den bereitgestellten Laptops die virtuelle und grafische





**Abb.7 Forschungs- und Innovationsanspruch**

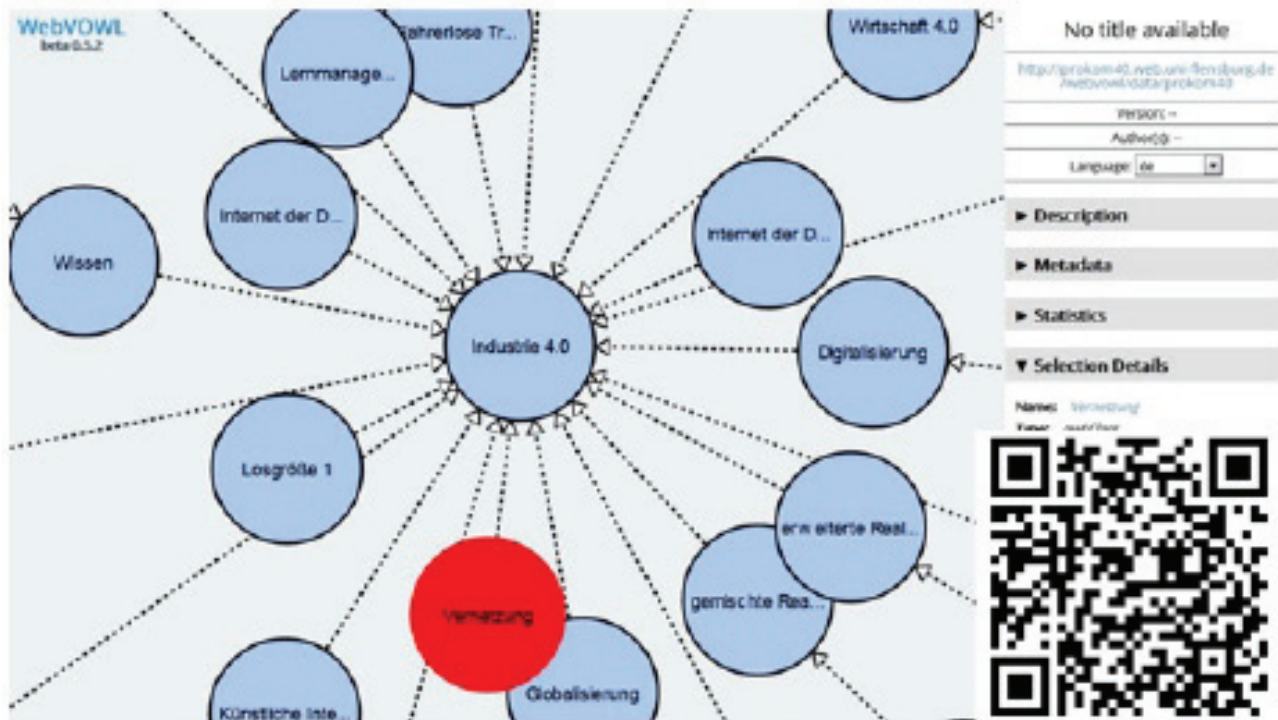
Informationsplattform. Außerdem setzen sie sich mit einem „4.0-Kompakttrainer von Festo-Didactic“ auseinander, dieses ist die physische Komponente. Mit realbetrieblichen Bauteilen stellt die Kompaktanlage die Idee von einer 4.0-Produktionsstrecke erfahrbar dar. Der 4.0-Kompakttrainer gewährt mittels seiner technologischen Neuordnung, der Kombination aus der SPS, den RFID-Transpondern und der Smartphone-Steuerung einen erfahrbaren Einblick in eine mögliche betriebliche 4.0-Implementierung eine Hybride aus physischen und virtuellen Elementen. Die webbasierte Informationsplattform und der „4.0-Kompakttrainer“ fördern die selbstgesteuerte Auseinandersetzung und festigen zugleich die Rolle der Teilnehmerinnen und Teilnehmer als erkundende Akteure im Kontext der Vernetzung in Industrie 4.0.

Es gilt, die Menschen in einer demokratischen Wissensgesellschaft und in der Arbeitswelt, die im zunehmenden Maße durch verkürzte technologische Innovationszyklen beeinflusst werden, dazu zu befähigen und zu unterstützen Kompetenzen nachhaltig zu entwickeln. Mit der Entwicklung der Netzkompetenz gehen Effekte einher, die die Widerstandsfähigkeit (Resilienz) des Menschen stärken können. Diese Resilienz geschieht durch die Entwicklung der Netzkompetenz, im Sinne einer sichereren und vergewissernden Verortung gegenüber der Schnelllebigkeit aktueller und zukünftiger Innovationen und den wachsenden Zugängen zu on- und offline Informationen. Der lernende Mensch hat in den Mittelpunkt von Innovationsmaßnahmen und Organisationen zu rücken. Seine Position ist in denkbaren und auch undenkbar Szenarien der Arbeit von morgen kompetent zu behaupten, indem vom Menschen ausge-

hende gedankliche Relationen geschaffen und stets erneuert werden, damit vernetzte Prozesse nachvollzogen werden können.

### Netzkompetenz konsequent gestalten und umsetzen

Es gilt die Netzkompetenz als eine Querschnittskompetenz zu etablieren, um durch einen ganzheitlichen Bildungs- und Entwicklungsansatz in passgenauen Maßnahmen und Didaktisierungen die Kompetenz des Menschen als Beschäftigten und sozial Teilhabenden zu fördern und zu erhalten. Dieses gilt auch für die Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften, Ausbildern und Personalverantwortlichen. Sie sollten eigene Erfahrungen mit der Gestaltung und Umsetzung von Lehr-Lernarrangement haben (Gebhardt und Grimm 2016, S. 7). Die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen haben sich auch aus der Heterogenität der Beschäftigten und dem Wissen über deren verschiedenartige Qualifikationen, Disziplinen, Kenntnisse, Kompetenzen und Perspektiven zu ergeben. Die Facharbeit ist seit je her das flexibelste Element im System und befindet sich in einer Position, die geprägt ist durch die stetige Umstrukturierung und Erneuerungen von Abläufen. Die wachsende Präsenz von virtuellen und realen Informationsquellen und interdisziplinärer Arbeitsinhalte bedingen die steigende Komplexität des Arbeitsalltags, sodass die Facharbeit und die Beschäftigten im Allgemeinen einer nachhaltigen und vorausschauenden Stärkung der Orientierungsfähigkeit bedürfen. Die Netzkompetenz bildet somit ein Modell für diese gestärkte Orientierung, hinsichtlich der permanenten Zuordnung, Beurteilung



**Abb. 8 "4.0 - Sensibilisierungsmaßnahme":** Webbasiertes Informationsinstrument zur Einführung in das Themenfeld Industrie 4.0

und Verknüpfung verschiedener den Arbeitsprozess betreffender Inhaltsbereiche. Durch die wachsende IT-Durchdringung haben sich auch Nicht-IT-Berufe, vergleichbar mit einem Ontologie-Management, flexibel in der virtuellen und physischen Vernetzung von Räumen und Inhalten zu verorten (Stuckenschmidt 2011, S. 74). Das bloße Bedienen, Nutzen und Lesen von Software und digitaler Oberflächen wird für eine qualifizierte berufliche Tätigkeit der Facharbeit und akademischer Fachkräfte zukünftig nicht mehr ausreichen. Das problemlose Bedienen virtueller und digitaler Oberflächen ist nicht zwangsläufig gekoppelt an die IT-Kompetenz oder Digital-Literacy der User, sondern könnte zunächst nur als ein Indiz für das gelungene Software-Engineering unter Usability-Aspekten stehen. Die gegenwärtig gebräuchlichere Verwendung von „Digital Natives“ ist kein ganzheitliches Qualitätsmerkmal für den kompetenten Umgang und Reflexion von digitalisierten oder virtualisierten Prozessen. Diese Annahme setzt jedoch keine Notwendigkeit von generellen Programmier-Fähigkeiten auf allen Beschäftigungsebenen hinaus, sondern beansprucht den reflektierten Umgang mit IT und Vernetzung, auch im Sinne der IT-Sicherheit und der kritischen Beurteilung von verfügbaren Informationen. Der Furcht vor einer digitalen Fremdbestimmung, z. B. durch eine künstliche Kompetenz (vgl. Veit Hartmann in diesem Band, S.86ff), ist durch die Weiterentwicklung von Multiperspektivität, kritischer Reflexion und besonders der IT-Kompetenz zu entkräften. Menschen müssen in Zukunft vielmehr in der Lage sein den Rohstoff Information zielführend zu verarbeiten, zu interpretieren und kritisch zu reflektieren (Gebhardt et al. 2015b, S.

58). Darüber hinaus steigt die Anforderung an die Reflektionsbereitschaft des Einzelnen auch in den Bereichen kultureller und sprachlicher Diversität der Arbeitspaxis und im Privaten – besonders vor dem Hintergrund aktueller Migrationsbewegungen und globalisierter Wertschöpfungsketten.

Das vom biat entwickelte Lehr-Lernarrangement der „4.0-Sensibilisierungsmaßnahme“ im Berufsbildungspraxis-Setting und für die Facharbeit der Zukunft, kann als Schablone für eine praxisnahe Bildungsmaßnahme zur notwendigen Entwicklung von Netzkompetenz genutzt werden. Dieses kann im betrieblichen, schulischen und überbetrieblichen Raum geschehen und ist vereinbar mit dem Konzept des lebenslangen Lernens. Entscheidend bleibt, dass die technologischen Neuarrangements der Industrie 4.0 auch in solch einem Arrangement Anwendung finden müssen, jedoch niemals losgelöst von der Arbeitspraxis und Erfahrungswelt der jeweiligen Adressaten, sodass diese sich reflektiert und kritisch mit den Komponenten auseinandersetzen und Beziehungen zu anderen Inhalten und Themen ihrer Arbeits- und Lebenswelt herstellen. Das Berufsbildungssystem bildet fortan eine gelungene qualifikatorische Grundlage, um den zukünftigen digitalen Anforderungen erfolgreich zu begegnen.

Neben der aktiven Weiterentwicklung und Erprobung der „4.0-Sensibilisierungsmaßnahme“ zur Förderung der Netzkompetenz vertritt und verstetigt das biat die eigenen Ergebnisse und Entwicklungen aus dem Teilprojekt von Prokom 4.0 in deutschen und englischen Pub-



**Abb. 9 "4.0 Sensibilisierungsmaßnahme": 4.0-Kompakttrainer von Festo-Didactic" (Gebhardt & Hofmann 2017: <https://vimeo.com/208508851/2c5e5ef1c9>)**

likationen sowie Vorträgen im In- und Ausland zu den Themen Vernetzung, Digitalisierung und Lebenslanges Lernen. Dieses geschieht im Sinne des während Prokom 4.0 verinnerlichten Selbstanspruchs, der aktiven Vergewisserung und Umsetzung der Netzkompetenz auch als Querschnittskompetenz für den wissenschaftlichen und zielorientierten Projektbetrieb auf verschiedenen Ebenen des Austauschs zwischen Wissenschaft, Betrieben, Politik und Wirtschaft. Ein besonderer Dank gilt in alphabetischer Reihenfolge den Partnern des biat für die Zugänge und Eprobungen: Bilfinger GreyLogix GmbH – Flensburg, dat repair - Ingram Micro Services GmbH – Flensburg, Handwerkskammer Flensburg, Industrie- und Handelskammer Flensburg, Oberstufenzentrum TIEM – Berlin/Spandau, RBZ Eckener-Schule Flensburg AöR und Stadtwerke Flensburg GmbH.

## Literatur

- Filk, C., Grimm, A. (2015): Digitale arbeitsprozessorientierte Kompetenzentwicklung in der höheren beruflichen Bildung. Ein situiert-partizipativ-adaptiver Forschungsansatz am Beispiel von Fachschulen für Technik. In: *medienimpulse-online* (1). Online verfügbar unter <http://www.medienimpulse.at/articles/view/781>, zuletzt geprüft am 03.05.2016.
- Gebhardt, J. (2016a): Digital ist besser zu begegnen. Netzkompetenz als zukunftsorientierte Querschnittskompetenz für die Facharbeit. In: *berufsbildung. Zeitschrift für Praxis und Theorie in Betrieb und Schule* (159), S. 14–16.
- Gebhardt, J. (2016b): Über die grüne Brille hinaus. In: *Human Resources Manager* 7 (6), S. 78–80.
- Gebhardt, J. & Grimm, A. (2016): High-Tech-Strategie und Industrie 4.0. Auswirkungen auf Technik, Arbeit und Berufsbildung. In: *lernen & lehren* 31 (121), S. 4–9.
- Gebhardt, J., Grimm, A., Heinrich, N. (2017): Herausforderung Digitalisierung - Impulse für eine nachhaltige Kompetenzentwicklung. In: *Die berufsbildende Schule* 69 (4), S. 148–153.

Gebhardt, J., Grimm, A., Neugebauer, L. M. (2015a): Developments 4.0 Prospects on future requirements and impacts on work and vocational education. In: *Journal of Technical Education (JOTED)* 3 (2), 177-133. Online verfügbar unter <http://www.journal-of-technical-education.de/index.php/joted/article/viewFile/58/71#>, zuletzt geprüft am 03.07.2017.

Gebhardt, J., Grimm, A., Neugebauer, L.-M. (2015b): Entwicklungen 4.0 – Ausblicke auf zukünftige Anforderungen an und Auswirkungen auf Arbeit und Ausbildung. In: *Journal of Technical Education (JOTED)* 3 (2), S. 45–61. Online verfügbar unter <http://www.journal-of-technical-education.de/index.php/joted/article/download/58/66> zuletzt geprüft am 01.07.2017.

Grimm, A. (2017): Netzkompetenz als Querschnittskompetenz in der Lehrerbildung. In: Thomas Vollmer, Steffen Jaschke und Ulrich Schwenger (Hg.): *Digitale Vernetzung der Facharbeit. Gewerblich-technische Berufsbildung in einer Arbeitswelt des Internets der Dinge*. 1. Auflage. Bielefeld: WBV (Berufsbildung, Arbeit und Innovation, 43), S. 189–204.

Stuckenschmidt, H. (2011): *Ontologien. Konzepte, Technologien und Anwendungen*. [Place of publication not identified]: Springer.

Wordelmann, P. (2000): Internationalisierung und Netzkompetenz. Neue qualifikatorische Herausforderungen durch Globalisierung und Internet. In: *Berufs- und Wirtschaftspädagogik - online* (6), S. 31–35. Online verfügbar unter <https://www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/download/id/548>, zuletzt geprüft am 04.01.16.