



Schwerpunktthema Industrie 4.0

lernen & lehren

Elektrotechnik • Informationstechnik
Metalltechnik • Fahrzeugtechnik



High-Tech-Strategie und Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Technik, Arbeit und Berufsbildung

Betriebliches und überbetriebliches Management „künstlicher Kompetenz“ – Ein techniksoziologischer Blick auf Diskussionen und Praxis

Veränderungen in der Arbeitswelt, der Kompetenzen und im Lernen in der „Instandhaltung 4.0“

Wandel im Augentoptikerhandwerk – Industriebrille 4.0?

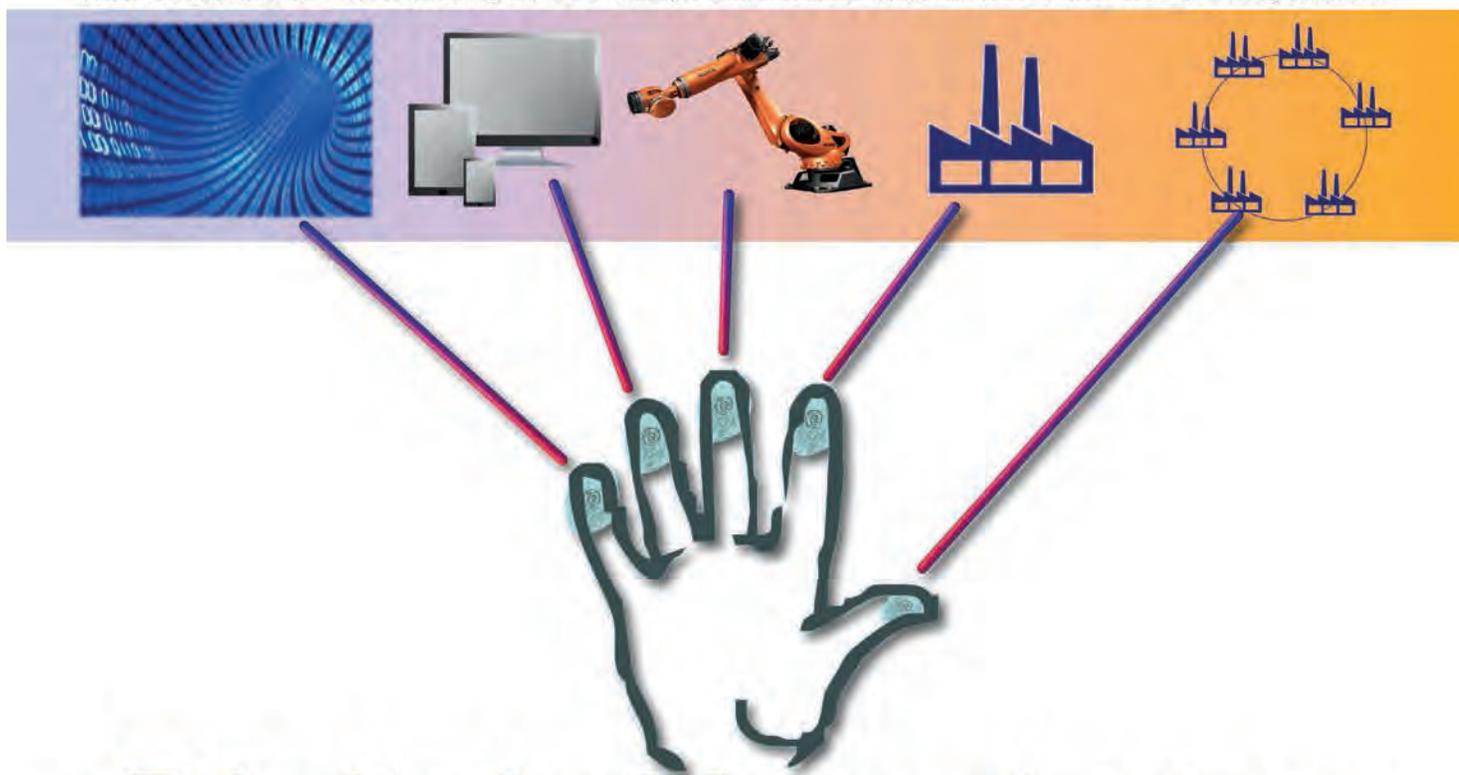
IPv6 und das Internet der Dinge

BAG

26. BAG-Fachtagung

22./23. April 2016
in Karlsruhe

Bundesarbeitsgemeinschaften für Berufsbildung in den Fachrichtungen Elektrotechnik | Informationstechnik | Metalltechnik | Fahrzeugtechnik e.V.



Digitale Vernetzung der Facharbeit

Vorträge, Workshops und Präsentationen zu digitalisierter und vernetzter Facharbeit in Handwerk und Industrie und deren Konsequenzen für Unterricht, Ausbildung und Beruf.

Außerdem: Besuch des Siemens Industrieparks

Tagungsort:

Staatliches Seminar
für Didaktik und Lehrerbildung
Kaiserallee 11
76133 Karlsruhe

Freitag, 22.04.2016, 10 Uhr

bis Samstag, 23.04.2016, ca. 13 Uhr

Anmeldung:

www.bag-elektrometall.de

Inhalt

SCHWERPUNKT: INDUSTRIE 4.0

Editorial

- 2 Auf dem Weg zur Industrie 4.0
Axel Grimm

Schwerpunkt

- 4 High-Tech-Strategie und Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Technik, Arbeit und Berufsbildung
Jonas Gebhardt/Axel Grimm

- 10 Betriebliches und überbetriebliches Management „künstlicher Kompetenz“
– Ein techniksoziologischer Blick auf Diskussionen und Praxis
Veit Hartmann/Robert Tschiedel

Praxisbeiträge

- 16 Veränderungen in der Arbeitswelt, der Kompetenzen und im Lernen in der „Instandhaltung 4.0“
Lars Windelband

- 22 Wandel im Augenoptikerhandwerk – Industriebrille 4.0?
Carolin Lohse

- 27 IPv6 und das Internet der Dinge
Jan Quast

Forum

- 33 Möglichkeiten des Lernfelds „Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen“
aus fachdidaktisch-praktischer Sicht (Teil 2)
Andreas Lindner

- 36 Arbeiten und Lernen in der Netzwerktechnik – Praxisbeispiel zum Einsatz von Simulationssoftware
in IT-Ausbildungsberufen
Maik Jepsen

Ständige Rubriken

- I–IV BAG aktuell 1/2016
44 Verzeichnis der Autorinnen und Autoren
U 3 Impressum



Auf dem Weg zur Industrie 4.0



AXEL GRIMM

Mit „Industrie 4.0“, „Internet der Dinge und Dienstleistungen“ und „Hightech-Strategie der Bundesregierung“ werden nicht nur weitestgehend politisch motivierte Strategien und technische Innovationen, die den Standort Deutschland weiterentwickeln und stärken sollen, angesprochen. Dem erhofften Wettbewerbsvorteil durch weitere Effizienzsteigerungen in der Produktion oder durch innovative Technik im Alltag, beispielsweise in der Gebäudeautomation oder bei Assistenzsystemen, stehen die weichen bisher wenig voraussagbaren Faktoren gegenüber. Revolutionäre arbeitsorganisatorische, arbeitsrechtliche und qualifikatorische Umwälzungen sollen der Arbeitswelt bevorstehen. Schon jetzt hat sich die traditionelle Arbeitsorganisation in vielen Arbeitsbereichen verändert. Das sogenannte Outsourcing ist bereits bekannt. Die Weiterentwicklung dieses Prinzips heißt Crowdsourcing. Arbeit wird dabei nicht mehr in Billiglohnländer oder in Tochtergesellschaften outgesourced, sondern an Menschen, die sich im Internet tummeln – an die Crowd. Alles, was man dazu braucht, ist eine Webseite, auf der man Auftraggeber und Crowdworker zusammenbringt. Clickworker bearbeiten nach dem Crowdsourcing-Prinzip Aufgaben und Projekte für Unternehmen, ohne bei jenen fest angestellt zu sein, und dies ungebunden von Raum und Zeit. Bereits jetzt geht die Mär von IT-Spezialistinnen und -Spezialisten in der Karibik um, die in der Hängematte liegend ihrer Erwerbsarbeit nachgehen.

Das Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) stellt in einer seiner jüngsten Veröffentlichungen, dem Forschungsbericht 08/2015, Szenario-Rechnungen unter dem Titel „Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft“ vor. Demnach wird der Weg in eine digitalisierte Arbeitswelt weitreichende Auswirkungen auf den Standort Deutschland haben. Der Wandel innerhalb der Produktion wird zunächst hohe Investitionen verursa-

chen, die langfristig allerdings durch den Verlust von 420.000 Arbeitsplätzen vor allem im verarbeitenden Gewerbe kompensiert werden können. Dem Verlust steht ein Zugewinn an 360.000 neuen Arbeitsplätzen gegenüber, die mehrheitlich dem Dienstleistungssegment zugeordnet werden können. Der ohnehin schon starke Strukturwandel hin zu mehr Dienstleistungen wird durch die Entwicklungen von Industrie 4.0 noch beschleunigt. Tätigkeiten, die sich in der Produktion durch einen hohen Anteil an Routine auszeichnen, werden verloren gehen. Weiterhin scheinen die akademischen Berufe gegenüber den nicht-akademischen einer stärkeren Nachfrage zu unterliegen, wie man dem IAB-Forschungsbericht 08/2015 weiterhin entnehmen kann.

Bisher ist nur ungenügend bekannt, welche Kompetenzen und Qualifikationen in der bevorstehenden digitalisierten Arbeitswelt benötigt werden. Fragen, die zukunftsweisend noch niemand beantworten kann, können dementsprechend lauten: Welche Kompetenzen und Qualifikationen benötigen die Facharbeiter/-innen der Zukunft? Welche Arbeits(zeit)modelle werden zukünftig vom Markt gefordert? Wie können sich Betriebe bereits frühzeitig auf die bevorstehenden Entwicklungen vorbereiten?

Vermutlich ist es das erste Mal, dass eine revolutionäre Veränderung nicht retrospektiv festgestellt, sondern zukünftig prophezeit wird. Die sogenannte erste industrielle Revolution ist mit der Einführung mechanischer Produktionsanlagen verbunden gewesen, die mit Hilfe von Wasser- und Dampfkraft angetrieben wurden. Das nahezu ausschließliche Vertrauen auf die Muskelkraft wurde überwunden, und neue Produktionsformen wurden ermöglicht. Beispielhaft steht hierfür der erste mechanische Webstuhl mit der Verortung im Jahre 1784. Neben dem traditionell verankerten Handwerk, das Verdrängungseffekten

unterlag, bildete sich eine neue Gesellschaftsschicht – die der Fabrikarbeiter. Landflucht, Kinderarbeit und schlechte Arbeitsbedingungen kennzeichneten das neue Beschäftigungssegment.

Mit der Erfindung und Einführung des Fließbandes wurde in den 1870er Jahren die zweite Epoche eingeleitet. Mit der (hochgradigen) Arbeitsteilung und der Serienfertigung gingen neue Arbeitsanforderungen einher. In der Produktion musste in den Anfängen jener Zeit „on the job“ angelernt und qualifiziert werden. Der Taylorismus steht bis heute Pate für diese Art der Betriebsführung. Die Verfügbarkeit und Umwandlung von elektrischer Energie gestaltete beginnend mit der Fließbandarbeit die zweite industrielle Revolution. Damit einher gingen Entwicklungen zur großindustriellen Massenproduktion beispielsweise in der Elektroindustrie und im Maschinenbau. Die Automobilproduktion erwuchs zum industriellen Erfolgsmodell. Gesellschaftspolitisch formierte sich die Arbeiterbewegung in Gestalt der Sozialdemokratie. Da zeitgleich das allgemeine Wahlrecht zum Reichstag (1871 Wahlrecht nur für Männer) eingeführt wurde, hatten die traditionellen Führungseliten ein begründetes Interesse daran, den staatlichen Einfluss auf die Arbeiterschaft auszubauen. Mit der Fortbildungsschule – einem Vorläufer der heutigen Berufsschule – sollte dieser Einfluss institutionalisiert werden.

Mit der Automatisierungstechnik wurde ab den 1960er Jahren die dritte industrielle Revolution begangen bzw. wir befinden uns noch am Ende jener Epoche. Beginnend mit den numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen, mit denen die Steuerung, Kontrolle und Führung des Werkzeugs vom Menschen auf ein Programm überging, den NC- und später CNC-Werkzeugmaschinen, veränderten sich abermals industrielle Arbeitsplätze und -bedingungen. Mit der Entwicklung des Mikroprozessors zu Beginn der 1970er Jahre erlangte die Automatisierung im Sinne der Programmierung, Steuerung und Kontrolle eines Produktionsablaufs ihren Durchbruch. Wieder ging der Innovationsschub von der Automobilindustrie aus, durchaus auch getrieben von dem Wunsch nach Rationalisierung. Die Berufsbildung überwand in dieser Zeit – zumindest curricular – die u. a. durch den Sputnik-Schock hervorgerufene Wissenschaftsorientierung. In den Elektroausbildungsberufen sind die Wegmarken die Handlungsorientierung (1987er Neuordnung) und das Lernfeldkonzept mit der Kompetenzorientierung (2003er Neuordnung).

Die vierte industrielle Revolution „Industrie 4.0“ steht nun bevor. Technisch lassen sich bereits einige Parameter charakterisieren. So stehen cyber-physische Systeme (CPS) für die Veränderungen in der Produktion. Allgemein kann unter CPS die Kopplung

von informationsverarbeitenden Komponenten mit physischen Objekten und Prozessen verstanden werden. Als eingebettete Systeme können sie in Materialien, Gegenständen, Geräten und Maschinenteilen eingebaut werden. Dies allein begründet aber noch nicht den revolutionären Charakter, sondern spiegelt exakt den Stand der Technik wider, der derzeit durch die Automatisierungstechnik erreicht ist. Neu ist die Einbindung in das Internet, also in offene und globale Informationsnetze. Das „Internet der Dinge und Dienstleistungen“ erhält dadurch Gestalt, dass Daten, Informationen und Dienste an beliebigen Orten bereitgestellt und verwendet werden können. Somit steht Industrie 4.0 für die Vernetzung der Produktion mit der digitalen Welt. Die Integration der Technik hat daher nicht nur Auswirkungen innerhalb eines Unternehmens, sondern über die Firmengrenzen hinaus. Damit gestalten sich branchenübergreifende Vernetzungen des Produktionsprozesses. Die Idee des Prosumenten (Produzent und Konsument) ließe sich realisieren. Die Auswirkungen auf das Berufsbildungssystem stehen noch bevor. Erste Voruntersuchungen sind schon angelaufen. So beschäftigt sich das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) bereits mit einer „Berufsbildung 4.0“, und die Voruntersuchungen für eventuelle Neuordnungen in affinen Berufsfeldern (bisher industrielle Elektroberufe und IT-Berufe) thematisieren die Bedarfe einer digitalisierten Arbeitswelt.

Nach nunmehr schon mindestens zwei Jahren „Industrie 4.0-Hype“ mehren sich aber auch bereits Stimmen der Relativierungen. Technisch erkennen diese keine weitgehenden revolutionären Innovationsschübe, und für die Veränderungen der Arbeitswelt werden nur normale evolutionäre Entwicklungen eingeschätzt.

Fest steht: Auch mit den technischen Veränderungen von Industrie 4.0 wird sich die Arbeitswelt verändern und anpassen. Dies wird Auswirkungen auf die Berufsbildung haben. Lebenslanges Lernen, Kompetenzorientierung und die offenen Curricula des Lernfeldkonzeptes ermöglichen bereits heute vieles. Es kommt auf die Gestaltungsfreudigkeit der Ausbilder/-innen und Lehrkräfte an, die Freiräume im Hinblick auf die – heute noch nicht ausreichend bekannten – Anforderungen einer digitalisierten Arbeitswelt zu nutzen. Vermutlich muss nicht „neu“, sondern im Rahmen technischer Innovationen nur „weiter“ gedacht werden.

Einblicke auf mögliche Auswirkungen der zunehmenden Digitalisierung und Informatisierung in der gewerblich-technischen Facharbeit werden in den folgenden Beiträgen entworfen.

High-Tech-Strategie und Industrie 4.0

Auswirkungen auf Technik, Arbeit und Berufsbildung



JONAS GEBHARDT



AXEL GRIMM

Berufsprofile sowie Arbeitsmodelle beeinflussen. Die berufliche Aus- und Weiterbildung werden auf die Anforderungen der Arbeit 4.0 reagieren müssen, um weiterhin eine nachhaltige Beschäftigungsfähigkeit zukünftiger und bereits ausgebildeter Fachkräfte zu gewährleisten.

DIGITALISIERTE ARBEITSWELT – EIN LEHR-/LERNENZENARIO

Im Berufsschulunterricht arbeiten zukünftige Mechatroniker/-innen, Elektroniker/-innen für Betriebstechnik, Mediengestalter/-innen und Industriekaufleute berufs-, berufsfeld- und jahrgangsübergreifend an einem Projekt. Sie haben zur Aufgabe, eine Wertschöpfungskette alltagsnah zu entwerfen und zu simulieren. In einem Teilprojekt wird eine App entwickelt. Über die App soll die Produktionskette mit der Losgröße Eins überwacht werden, die an die SPS einer Lernfabrik und dazugehöriger RFID-Tags (Radiofrequenztransponder) modellhafter Grundwerkstoffe gekoppelt ist. Ein betriebsnaher und flexibler Produktionsprozess soll somit im abstrahierten Maßstab generiert werden. Fachinformatiker/-innen sind nicht beteiligt, aber die Mechatroniker/-innen und Elektroniker/-innen greifen auf die Programmierkenntnisse aus der Sekundarstufe I zurück. In der allgemeinbildenden Schule haben sie bereits ihre IT-Kompetenz weiterentwickelt und Algorithmen in reduzierten Java-Programmierungsumgebungen entworfen, z. B. mit GREENFOOT (Abb. 1).

Die zu entwickelnde App ist bereits als erweiterbarer Programmbaustein vorhanden. Auszubildende verschiedener Ausbildungsberufe und Berufsfelder interagieren in diesem Projekt miteinander, ähn-

lich heterogener Mitarbeiter-Spektren im realen betrieblichen Ablauf. Arbeitsprozesse werden berufsfeldübergreifend simuliert, indem im Projekt die Lernenden miteinander kooperativ kommunizieren, Anlagen in Betrieb nehmen und Produkte vermarkten. Unterstützt werden sie durch ein bildungsgangübergreifendes Lehrkräfteteam.

Ein solches Szenario könnte die Ausbildungsgrundlage für die Kompetenzentwicklung angehender Facharbeiter in der Industrie 4.0 sein. Entwicklungsziel ist, dass sich Lernende vertiefend im digitalisierten und vernetzten Betriebsumfeld zu Recht finden und darin gestaltend handeln.

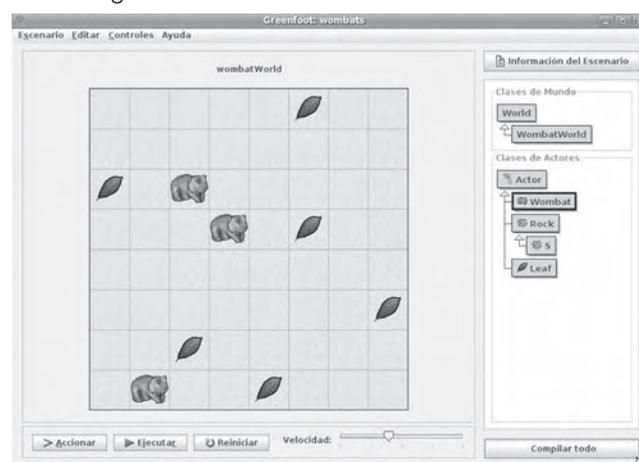


Abb. 1: Beispielloberfläche des interaktiven Programmier-Tools GREENFOOT (GREENFOOT 2015)

HIGH-TECH-STRATEGIE UND INDUSTRIE 4.0

Die High-Tech-Strategie der Bundesregierung „Industrie 4.0“ verfolgt das Ziel, dass sich die Betriebe im Hochlohnland Deutschland im globalen Wettbewerb einen Standortvorteil durch flexiblere Produktionen mit qualitativ hochwertigen Individualprodukten verschaffen. Industrie 4.0 bedeutet, dass Prozesse und Produkte weitestgehend digitalisiert und automatisiert werden. Informationsinfrastruktur und Produktion sollen als Einheit funktionieren. Die technischen Voraussetzungen (RFID-Chips, dezentrale BUS-Systeme, Touch-Endgeräte, sensible Roboter) existieren bereits. Diese Technologien sind jedoch in anderen Kontexten und Konfigurationen zu betrachten und anzuordnen.

Effektivitätssteigerungen sollen durch transparente Echtzeit-Kommunikation in den Wertschöpfungsnetzwerken erreicht werden (HENGSBACH 2015, VEIT 2015), um auf Nachfrage und Angebot zu reagieren. Diese individuelle Massenfertigung führt dazu, dass die Kundin bzw. der Kunde eine aktive Position als Auftraggeber/-in bzw. „Prosument/-in“ (SATTELBERGER 2015) einnimmt. Die technologische Innovationsfähigkeit von Betrieben und die Entwicklung neuer Arbeitsprozesse und Modelle gelten als entscheidende Faktoren für den zukünftigen wirtschaftlichen Wohlstand und die Arbeitsfähigkeit (TEMPEL 2015).

Namhafte deutsche und global-agierende Industrieunternehmen (VW, SIEMENS, FESTO) sowie Pilotprojekte in Spitzenclustern gelten als Hochglanzbeispiele für eine Implementierung von 4.0-Technologien im Betriebsprozess. Vertreter/-innen dieser Unternehmen und Forschungseinrichtungen treiben aktiv die Umsetzung und Mitgestaltung der digitalisierten Arbeitswelt voran. Dabei kommen auch Kritik und Fragen auf:

- Deutsche Unternehmen und ihre Strukturen sind zu behäbig für Industrie 4.0, und bei der Entwicklung von Standards für Maschinensprachen sei man bereits ins globale Hinterzimmer verdrängt worden (RINKE 2015).
- Bestehende Probleme und Ängste im Hinblick auf Datensicherheit (Big Data), bezugnehmend auf die Informationsgewinnung aus einer überbetrieblichen Vernetzung von Maschinen und Werkstoffen, gilt es zu lösen, denn Innovation sollte niemals auf Kosten der Sicherheit erfolgen (LIGGESMEYER/TRAPP 2014).

- Hochwertigere Arbeitsplätze können entstehen. Die Digitalisierung kann aber auch zur Verdrängung von Arbeit führen (HOFFMANN 2015).

In der öffentlichen Wahrnehmung scheint es bis dato noch wenige KMU außerhalb von bundesministerialen Förderprogrammen zu geben, die ihr Wirken konkret als 4.0 darstellen. In einer Untersuchung von über 500 Unternehmen identifiziert das FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ARBEIT UND ORGANISATION derweil 29 Prozent als solche, in denen eine „Industrie 4.0-Strategie“ existiert (INGENICS 2014, S. 6).

INDUSTRIE 4.0 – AUSWIRKUNGEN AUF TECHNIK UND ARBEIT

Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Technik

Die klassisch bekannten betrieblichen Feldgeräte oder BUS-Systeme von Maschinen in Produktion oder Logistik erfahren durch cyber-physische Komponenten eine Ergänzung oder Ablösung. Der Weg zur Smart-Factory wird geebnet, indem Dinge und Maschinen untereinander und mit den Beschäftigten in Echtzeit in Kommunikation treten und Informationen austauschen. Dieses „Internet of things“ geht zurück auf den Entwurf einer firmenübergreifenden Infrastruktur von KEVIN ASHTON vom MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY (MIT). Maschinen und Werkstoffe erhalten eine individuelle digitale und programmierbare Identität (IP-Adresse), sodass sich Computer unabhängig vom Menschen Informationen beschaffen und in Algorithmen bedarfsorientiert reagieren. Eben diese Art der digitalen Vernetzung ist der nächste Evolutionsschritt für die inner- und intrabetrieblichen Nervensysteme der Wertschöpfungsketten und ein Leitelement der intelligenten Fertigung der Industrie 4.0 (KAGERMANN U. A. 2015). In dieser intelligenten Fabrik begleiten die Arbeiter den flexiblen Produktionsprozess mit Tools der computer-gestützten Realitätswahrnehmung (z. B. Augmented-Reality-Brillen), greifen bei Schwierigkeiten oder Ablaufänderungen ein und werden zusätzlich durch feinsensorische Robotik-Einheiten unterstützt.

Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Arbeit

Gegenwärtig und in Zukunft werden das lebensbegleitende Lernen sowie der Ausbau von IT-Kompetenzen und des interdisziplinären Denkens zu den Basisanforderungen an Fachkräfte verschiedenster Bildungsbiografien gehören. Derlei prognostiziert das FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ARBEIT UND ORGANISATION in einer Studie zur Arbeitsgestaltung in der Produkti-

on von Industrie 4.0 für die INGENICS AG, für die 518 Vertreter deutscher Unternehmen – davon 33 Prozent KMU und 60 Prozent Großunternehmen des verarbeitenden Gewerbes – befragt wurden. Für die Produktionsmitarbeiter/-innen werden demnach die Bereitschaft zum lebenslangen Lernen (86 %), ein stärkeres interdisziplinäres Denken und Handeln (77 %) und eine höhere IT-Kompetenz (76 %) zukünftig verstärkt von Bedeutung sein (vgl. Abb. 2).

Die Bundesministerin für Bildung und Forschung, JOHANNA WANKA, äußerte im Sinne der Humanisierung der Arbeit auf der BMBF-Fachtagung „Arbeit in der digitalisierten Welt“, dass der Mensch stets im Zentrum aller anvisierten technischen Neuerungen und Veränderungen stehe, und dieser sei das notwendigste und flexibelste Element in allen Prozessen. Somit sind es u. a. die Produktionsmitarbeiter, die mit allen Neuerungen auf dem Hallenboden direkt in Interaktion treten und darauf vorbereitet werden müssen.

Es kann bereits heute davon ausgegangen werden, dass qualifikatorisch „mehr“ oder „andere“, respektive „komplexere“ Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten in der Facharbeit von morgen zu erwarten sind. Diesen Erwartungen wird nur mit einer sehr individuellen und dauerhaften Kompetenzentwicklung begegnet werden können. Weiterhin werden neue Arbeitsmodelle auf die Beschäftigten zukommen, die die bisherigen Modelle ergänzen oder ablösen. Das Durchführen von berufs- und arbeitswissenschaftlichen Studien dient als eine Grundlage für die Auseinandersetzung mit den Entwicklungen in zukünftigen Arbeitsprozessen (AHRENS/SPÖTTL 2015, S. 201).

INDUSTRIE 4.0 – BERUFSBILDUNGSASPEKTE

Auswirkungen auf Ausbildung

Die Weiterentwicklung eines interdisziplinären und multiperspektivischen Verständnisses über klassische Berufsfelder hinaus ist in der gegenwärtigen dualen Berufsausbildung, aus Sicht von technologie-affinen Betrieben, noch nicht ausgeprägt genug (NIGGEMANN 2015). Neue Anforderungen und Qualifikationsbedarfe an Mitarbeiter verlangen eben auch verstärkt prozessorientierte Ausbildungsinhalte, berufsfeldübergreifendes Fachverständnis und die direkte Verzahnung mit der realen betrieblichen Handlungswelt (PROMOTORENGRUPPE 2013, S. 59).

Schlüsselqualifikationen, Handlungsorientierung, Kompetenzorientierung und Lernfeldkonzept versprechen einen curricularen Rahmen, in dem flexibel auf die neuen Anforderungen an eine digitalisierte Arbeitswelt reagiert werden kann. Dies kann nur für bestehende Berufsbilder so eingeschätzt werden. Sollte eine breite Durchdringung in den ausbildungstarken KMU mittelfristig erfolgen, könnte eine Neuordnung nötig werden. Die traditionelle Trennung metall-, elektro- und informationstechnischer Berufe ist dann in den Feldern der Inbetriebnahme, des Betriebens und der Instandhaltung neu zu denken.

In der Fortbildung ließen sich relativ schnell hybride Module und Profile etablieren. Erste eigene Erhebungen verdeutlichen, dass für die höhere Berufsbildung im Segment der nicht-akademischen Weiterbildung zum/zur Techniker/-in sich neue Aufgabenfelder durch die Weiterentwicklung hin zu einer Industrie 4.0 gestalten werden. Die auch hier bislang an Technologien orientierte Techniker- und Maschinenbau – wird auf die Diffusion der Berufsfelder reagieren müssen.

Ehemalige Strukturen der Fachlichkeit verschmelzen zu einer neuen, den industriellen Anforderungen geschuldeten Interdisziplinarität. Die Dynamik der Anforderungen an den beruflichen Arbeitsplätzen der Zukunft verlangt weniger ein feststehendes Qualifikationsprofil als vielmehr ein auf Kom-

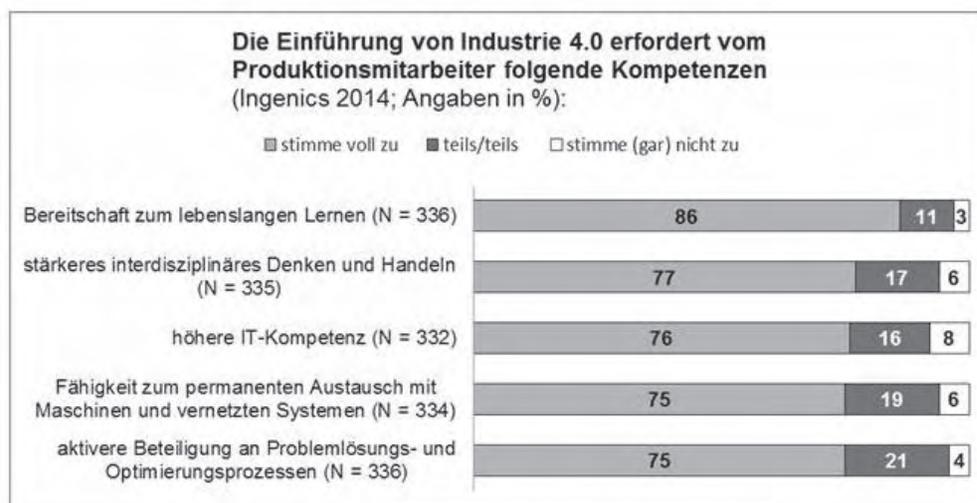


Abb. 2: Anforderungen an Produktionsmitarbeiter in Industrie 4.0 (vgl. INGENICS 2014, S. 26)

petenzentwicklung angelegtes Berufsleben – von der Berufsausbildung bis in den Ruhestand. Das lebenslange Lernen kann daher als Voraussetzung für eine dauerhafte Erwerbsbiographie angesehen werden.

Auswirkungen auf die Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften und Ausbildern

Bereits für den Ausbildungsberuf „Mechatroniker/-in“ bestehen domänenspezifische Zuordnungsprobleme. In der Lücke zwischen den beruflichen Fachrichtungen Elektrotechnik und Metalltechnik gefangen, ist es dem Engagement und der eigenen technischen Affinität von Lehrkräften sowie Ausbilderinnen und Ausbildern geschuldet, Lehr-Lernarrangements im Bereich mechatronischer Systeme gestalten zu können. Kommen nun noch informationstechnische Betrachtungen hinzu – beispielsweise die Programmierung von sensitiven Robotern mit Java –, so sind berufsdidaktische Bezüge aus mindestens drei Disziplinen notwendig.

Auf die zunehmende Komplexität einer Digitalisierung im Zuge von Industrie 4.0, die u. a. auf Grund der Diffusion ehemals getrennter Kompetenz- und Qualifikationsbereiche entstehen wird, muss curricular über die dualen Ausbildungsgänge, die vollschulischen Berufsausbildungen und die Fachschulen hinaus reagiert werden. Sowohl für die betrieblichen Ausbilder/-innen, die überbetrieblichen Ausbildungsstätten und die Lehrkräftebildung für berufsbildende Schulen ist ein Paradigmenwechsel nötig. Organisationsstrukturen von Ausbildungswerkstätten und Berufsschulen sind genauso zu hinterfragen wie die bisherige Festlegung der beruflichen Fachrichtungen für die Lehramtsausbildung. Vor allem in industriellen Ausbildungsbetrieben wird nach wie vor eine (räumliche) Trennung zwischen den metall- und elektrotechnischen Berufen gelebt, deren Berechtigung traditionell und curricular begründet ist. Um angemessen auf die Anforderungen beispielsweise in der Instandhaltung, also bei der Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung, von Produktionsanlagen vorzubereiten, sollten interdisziplinäre Ansätze Einzug nehmen. Ausbilder/-innen und Lehrkräfte werden sich daher weiter aus ihrer ursprünglichen Domäne heraus öffnen und der Interdisziplinarität, auch im Hinblick auf IT-Kompetenzen, Raum geben müssen. Arbeitsformen, -methoden, -routinen und -strategien werden in der beruflichen Ausbildung zunehmend in den Mittelpunkt von kooperativen, kompetenzorientierten und eigenverantwortlichen Lehr-Lernarrangements rücken. Für die

Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften sowie Ausbilderinnen und Ausbildern bedeutet dies, es sollten eigene Erfahrungen mit einer derartigen Gestaltung von Lehr-Lernarrangements, beispielsweise durch methodische Zugänge der Selbsterfahrung („pädagogischer Doppeldecker“, WAHL 2006), noch stärker als bisher entwickelt werden.

Auswirkungen auf der Ebene der Ausbildungs- und Unterrichtsgestaltung

Unumstritten lässt sich resultieren, dass mit den Veränderungen hin zu einer digitalisierten Arbeitswelt ein höherer Anteil an IT-Kompetenz verbunden sein wird. Die breit angelegte Diffusion der IT in traditionelle Berufsbilder und Arbeitsprozesse hinein entwirft ein erweitertes Verständnis für Kompetenzentwicklung und Qualifizierung in der beruflichen Aus- und Weiterbildung. Das digitale Netz – wie immer es jetzt oder künftig genannt wird (Internet, Web 3.0 u. a.) – ist die technische Voraussetzung aller modernen Kommunikationsformen (vgl. CERUZZI 1998). Lernende und Lehrende sollten verstehen, wie ein digitales Netz funktioniert. Dadurch wird ein reflektierter kritischer Umgang speziell in Fragen der Daten- und Systemsicherheit entwickelt. Diese, aus berufsdidaktischer Perspektive heraus noch näher zu analysierende, „Netzkompetenz“ wird in Zukunft ein Fundament sowohl für handwerkliche wie auch für industrielle Ausbildungsberufe im gewerblich-technischen Bereich bilden.

Neue Formen des Lernens werden sich mittelfristig sowohl in schulischen als auch in betrieblichen Kontexten etablieren. Was im IT-Bereich bereits als Normalform des Lernens im Arbeitsprozess bzw. zur Bewältigung von Arbeitsaufgaben angesehen werden kann, wird für die Metall- und Elektrobranche zunehmend an Bedeutung gewinnen. Im Unterschied zu den tradierten Vorstellungen der Wissensvermittlung und Wissensaneignung sind die Ziele der kooperativen Wissenskommunikation und -teilung kreativ-produktiv begründet und ausgerichtet. Die Aktivitäten dienen, auch wenn eine Gruppe gemeinsam Resultate erarbeitet, in letzter Konsequenz dem Lernen und Wissen des einzelnen Menschen auf dessen Weg zum lebenslangen Lernen. Gerade die mediengestützte Wissenskommunikation in Gruppen trägt darüber hinaus dazu bei, dass die Lernenden prosoziale, (meta-)kommunikative und soziotechnische Kompetenzen entwickeln können. Das individuelle Erzeugen und Teilen von Wissen wird einen neuen Stellenwert auch jenseits der IT-Branche im

beruflichen und privaten Leben einnehmen. Foren und Chats bzw. Wikis, YouTube und andere soziale Plattformen sind schon heute Wissensspeicher gegenwärtiger Generationen, die für berufliche Lehr-Lernzwecke bereits in Ansätzen genutzt werden (z. B. für „Inverted Classroom“), deren Potentiale sowie Risiken aber bei weitem noch nicht ausgeschöpft und realisiert sind.

Eine vergleichbare schulische Ausbildung, bezugnehmend auf das zukunftsorientierte Beispiel zu Beginn des Artikels, findet bereits Anlehnung im Programm „Industrie4.0@School“, das vom Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V. (ZVEI) gefördert wird. Berufsschüler/-innen der David-Röntgen-Schule Neuwied erfahren bereits seit 2014 Industrie 4.0, indem sie gemeinsam mit Lehrkräften automatisiert und intelligent vernetzte Produktionsprozesse planen und installieren. Dieses geschieht in interdisziplinären Lernmodulen, wodurch die Auszubildenden verschiedener Ausbildungsberufe breite und überfachliche Handlungskompetenzen für die zukünftige Arbeitswelt entwickeln, z. B. aus den Bereichen Robotik, SPS-Technik, Netzsicherheit, App-Gestaltung und 3D-Druck (ZVEI 2014).

ZUKUNFTSSZENARIEN FÜR DIE ARBEIT 4.0

Im Zuge der beschriebenen möglichen Entwicklungen der Industrie 4.0 werden an dieser Stelle denkbare Zukunftsszenarien für die Arbeit 4.0 skizziert – vergleichbar mit den Entwicklungsrichtungen des „Internet der Dinge“ für die Qualifikationsanforderungen in der Logistik (WINDELBAND U. A. 2012, S. 184 f.). Die Szenarien beruhen auf Einschätzungen und sind kein unumstößliches Dogma. Vielmehr sollen sie als komprimierte plakative Zusammenschau dem Denk- und Diskursanstoß dienen.

- 1) „Wegfall“ ungelerner Arbeitskräfte
Bisherige monotone und physisch belastende manuelle Arbeiten werden durch den Einsatz automatisierter Robotik- oder Assistenzsysteme wegfallen. Zugleich werden die Anforderungen an die Mitarbeiter/-innen steigen. Ungelernte Arbeitskräfte werden fortan noch schlechtere Chancen haben, sich in den Arbeitsmarkt zu integrieren bzw. zu behaupten.
- 2) reduzierte Fertigkeiten
Im Zuge von benutzerorientierten übersichtlichen Bedienoberflächen der digitalen Endgeräte benötigen die zukünftigen Bediener/-innen nicht mehr in Gänze die Fertigkeiten und Qualifikatio-

nen ausgebildeter Fachkräfte. Das Bedienen der Software geschieht durch Anlernen zukünftiger Produktionshelfer/-innen. Qualifizierte Facharbeiter/-innen und/oder Ingenieurinnen und Ingenieure überwachen als Kopf eines Arbeitsteams die IT-gestützten Arbeitsprozesse in Echtzeit und schreiten nur bei Problemen ein.

- 3) Stärkung der höheren Berufsbildung
Die Fachschulen für Technik können in der höheren beruflichen Bildung passgenau die notwendigen Kompetenzen im Bereich der Industrie 4.0 bei ihren Absolventinnen und Absolventen entwickeln. Aufbauend auf der dualen Berufsausbildung werden an den Fachschulen projektförmige Module angeboten, die interdisziplinär angelegt sind. Die Wirtschaft beteiligt sich durch Freistellungen für berufsbegleitende Weiterbildungen.
- 4) Akademisierung
Der Komplexität der digitalen Arbeit kann nicht mehr durch duale Auszubildende entsprochen werden. Die Firmen setzen verstärkt auf das duale Studium, um von der Entwicklung bis zur Instandhaltung „berufspraktische Akademiker“ einsetzen zu können.
- 5) Weiterbildung
In Bezug auf die Demographie des alternden Deutschlands sind vor allem langjährige ältere Beschäftigte und ihr Potenzial an Erfahrungswissen effektiv in zukünftige technische und arbeitspolitische Umstrukturierungen wertschätzend zu integrieren. Gezielte Weiterbildungen im Bereich digitaler Medien und der „Netzkompetenz“ gewährleisten eine nachhaltige Beschäftigungsfähigkeit.
- 6) Migration
Im Ausland erworbene berufliche Qualifikationen und vorhandene Kompetenzprofile sollten vor dem Hintergrund der aktuellen Entwicklungen am Wirtschaftsstandort Deutschland effektiver einer allgemeinen Anerkennung unterliegen. Die Chancen, die derzeit durch eine „arbeitsmarktorientierte“ Integration bestehen, dürfen nicht durch unübersichtliche Anerkennungsmechanismen erschwert werden.

ARBEIT 4.0 – EINE INDUSTRIELLE REVOLUTION?

Technische Veränderungen ziehen in der Regel Veränderungen in der Arbeit und damit in der beruflichen Aus- und Weiterbildung nach sich. Es kann heute noch nicht eingeschätzt werden, ob die politisch

motivierter Revolution in der Tat diesen Charakter aufweisen wird. Menschenleere Fabriken werden wir vermutlich nie erleben, wenngleich diese Vision schon die dritte Revolution erschütterte. Es werden wohl auch nicht alle Produktionsstandorte ins Ausland verlegt und nur noch der „Think-Tank“ in Deutschland beheimatet sein. Auch werden die hier skizzierten sechs Szenarien niemals isoliert eingeleitet, sondern immer nur als Mischformen auftreten können.

Egal ob wir in einer Nachschau den revolutionären Charakter bescheinigen werden oder nicht, es muss in Punkto Aus- und Weiterbildung über die Einbindung informationstechnischer Kompetenzen in der Breite gewerblich-technischer Schularten und Bildungsgänge weiter nachgedacht werden. Die Bewältigung von interdisziplinären beruflichen Arbeitsaufgaben – sei es in der Entwicklung, der Inbetriebnahme, dem Betreiben oder der Instandhaltung – bedarf einer curricularen Verschmelzung tradierter Organisationsformen. Neue Berufsbilder wie z. B. die Instandhalterin/der Instandhalter „4.0“ könnten eine Antwort auf die Veränderungen der digitalisierten Arbeitswelt geben.

LITERATUR

- AHRENS, D./SPÖTTL, G. (2015): Industrie 4.0 und Herausforderungen für die Qualifizierung von Fachkräften. In: HIRSCH-KREINSEN, H./ITTERMAN, P./NIEHAUS, J. (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Dortmund, S. 185–203
- CERUZZI, P. (1998): A History of Modern Computing. Cambridge/Massachusetts/London
- GREENFOOT (2015): About Greenfoot. <http://www.greenfoot.org/overview> (Stand 01.09.2015)
- HENGSBACH, K. (2015): Head of Didactic bei PHOENIX Contact: Interview auf der Hannover-Messe 2015 über die Facharbeit in der High-Tech-Industrie, 16.04.2015, Hannover
- HOFFMANN, R. (2015): Redebeitrag auf der Fachtagung des BMBF „Arbeit in der digitalisierten Welt“. Berlin
- INGENICS AG (2014): Industrie 4.0 – Eine Revolution der Arbeitsgestaltung. Wie Automatisierung und Digitalisierung unsere Produktion verändern. Stuttgart
- KAGERMANN, H. u. A. (2015): Abschotten ist keine Alternative. In: VDI Nachrichten, Technik – Wirtschaft – Gesellschaft, Nr. 16 vom 17.04.2015, S. 2 f.
- LIGGESMEYER, P./TRAPP, M. (2014): Safety: Herausforderungen und Lösungsansätze. In: BAUERHANSEL, T./TEN HOMPEL, M./VOGEL-HEUSER, B. (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendungen, Technologien, Migration. Wiesbaden, S. 433–450
- NIGGEMANN, E. (2015): Willkommen in der Zukunft. Dialog zur Arbeitswelt 4.0. Hannover
- PROMOTORENGRUPPE (2013): Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen des Arbeitskreises Industrie 4.0. Frankfurt a. M.
- RINKE, A. (2015): Ein Kampf ums Überleben. Europa ist im digitalen Zeitalter nicht mehr wettbewerbsfähig. In: DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR AUSWÄRTIGE POLITIK (Hrsg.): Europa verpasst den digitalen Anschluss. In: IP, INTERNATIONALE POLITIK, Juli/August 2015, 70. Jahr, Nr. 4, S. 8–19
- SATTELBERGER, T. (2015): Digitalisierung der Arbeit als soziale Innovation. Vortrag auf der Fachtagung des BMBF „Arbeit in der digitalisierten Welt“. Berlin
- TEMPEL, S. (2015): Industrie 4.0. In: Deutsche Gesellschaft für Auswärtige Politik (Hrsg.): Industrie 4.0. Europa verpasst den digitalen Anschluss. In: IP, INTERNATIONALE POLITIK, 70. Jahr, Nr. 4, Juli/August 2015, S. 1
- VEIT, E. (2015): zit. n.: CIJPEK, M./HARTBROCH, I.: Helfende Hände aus der Politik. In: VDI Nachrichten, Technik – Wirtschaft – Gesellschaft, Nr. 16 vom 17.04.2015, S. 1
- WAHL, D. (2006): Lernumgebungen erfolgreich gestalten. Vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln. Bad Heilbrunn
- WINDELBAND, L. u. A. (2012): Qualifikationsentwicklungen durch das Internet der Dinge in der Logistik. In: ABICHT, L./SPÖTTL, G. (Hrsg.): Qualifikationsentwicklungen durch das Internet der Dinge. Trends in Logistik, Industrie und „Smart House“. Bielefeld, S. 103–191
- ZVEI (2014): Das Schülerprojekt Industrie4.0@school. http://www.zvei.org/Downloads/Automation/Industrie-4_0-at-school.pdf (Stand 03.07.15)

Betriebliches und überbetriebliches Management „künstlicher Kompetenz“

Ein techniksoziologischer Blick auf Diskussionen und Praxis



VEIT HARTMANN



ROBERT TSCHIEDEL

Der folgende Artikel erläutert, warum es – aus soziologischer Sicht – sinnvoll erscheint, auch Technik Kompetenz zuzusprechen, denn mit fortschreitender Digitalisierung und Automatisierung wird dies eine Voraussetzung dafür werden, Wertschöpfungsnetzwerke auch als überbetrieblich zu managende Kompetenznetzwerke zu organisieren. Der provokativ eingesetzte Begriff „künstliche Kompetenz“ soll auf diese Notwendigkeit aufmerksam machen.¹

TECHNISCHE KONSTRUKTION DER GESELLSCHAFTLICHEN WIRKLICHKEIT²

Aus soziologischer Sicht vollzieht sich gesellschaftliches Leben auf der Basis von Arbeit als Stoffwechselprozess zwischen Mensch und Natur. Zu den hierfür erforderlichen Fähigkeiten der Ausgestaltungen gehört – nach landläufiger Sicht und per definitionem des Menschseins – die Fähigkeit zur Nutzung von Werkzeugen. So beschreiben zum Beispiel ARNOLD GEHLEN und Nachfolger den Menschen als „Mängelwesen“, der nur durch die Fähigkeit zum Werkzeug sich entwickeln konnte (vgl. GEHLEN 1975). Hinzu kommt die Sprache, die die Fähigkeit zur Selbstreflexion, Planung, Prognose, Kritik und Negation und zu „abgesprochenen“ Organisationsformen ermöglicht. Nach diesen gängigen sozialanthropologischen Ansätzen ist der Stoffwechselprozess „immer schon“ eine Kombination aus Bedürfnissen (Motivation), dem Herstellen von Werkzeugen und des Werkzeuggebrauchs und dem planenden und organisierenden Denken in Sprache. Die dominanten Weltbilder sind die prästabilierte Harmonie als Organismus (ARISTOTELES und folgende) oder Uhrwerk, Maschine etc., wie bei KEPLER, HUME und anderen) auf der Basis einer überweltlichen Vernunft. Die Kombination findet im Laufe der Geschichte der Menschheit im Rahmen verschiedener „sozio-technischer Konstellationen“, sprich: Produktions- und Herrschaftsverhältnisse, statt (vgl. z. B. WEYER 2003). Mit der (ersten) Industriellen Revolution im 18. und 19. Jahrhundert und unter den Bedingungen einer sich durchsetzenden kapitalistischen Wirtschaftsweise treten in die-

ser Kombination die technischen Komponenten aus vor allem ökonomischen Gründen immer mehr in den Vordergrund (vgl. z. B. PAULINYI 1989). Damit ist ein großer Produktivitätsschub verbunden. MAX WEBER (vgl. WEBER 1988a und b) versucht, dies mit „ökzidentaler Rationalität“ zu erklären (bekannt auch unter dem Schlagwort „protestantische Ethik“). Hiernach führt das kapitalistische Erfolgs- und Gewinnstreben zu einem voranschreitenden Technikeinsatz im Stoffwechselprozess, da, wo er teurere menschliche Arbeitskraft verdrängen kann.

EIN BLICK AUF DIE (ERSTE) „INDUSTRIELLE REVOLUTION“

Eine Vielzahl von historischen Darstellungen konzentriert sich vor allem auf die Produktionstechnik. Nach PAULINYI umfasst diese „alle Handlungen, die zwecks Gewinnung von Stoffen und ihrer Verarbeitung mit technischen Artefakten und Verfahren durchgeführt werden“ (PAULINYI 1989, S. 17). Außer dem Stoff selbst sind auch Energie und Information bedeutend (ebd.). Die Revolution besteht nun – rein technisch gesehen – darin, dass in der Stoffformung sowohl das (zu formende) Werkstück als auch das Werkzeug (das „Wirkpaar“) in der notwendigen Relativbewegung zueinander auf technische Vorrichtungen übertragen werden (ebd., S. 22). PAULINYI spricht vom Übergang von der Hand-Werkzeug-Technik (ein Teil der Steuerung der Relativbewegung ist [noch] in der Hand des Menschen) zur Maschinen-Werkzeug-Technik (beide Funktionen der Relativbewegung sind auf technische Vorrichtungen übertragen) (ebd., S. 23). Dieser Übergang ist demnach (zusammen mit Energie- und

Transporttechnik) der entscheidende Schritt zur Industrialisierung bis hin zur Automatisierung, bei welcher letzterer die „technische Einbindung“ von Information hinzukommt. Gesellschaftlich gesehen ist das – kurz gefasst und exemplarisch – die technische Voraussetzung für den Übergang zum Fabrikssystem und zur überwiegenden Lohnarbeit einerseits und eigenarbeitsunabhängigen Kapitalverwertung andererseits. Definiert man Kompetenz nun als Fähigkeiten und Fertigkeiten, bestimmte Probleme zu lösen (hier z. B. Formumwandlung eines Werkstücks), so kann man sagen, dass im Übergang von der Hand-Werkzeug-Technik zur Maschinen-Werkzeug-Technik Problemlösungskompetenzen teilweise „hinzugewonnen“ werden (Leistungen bezüglich Gewicht, Größe, Geschwindigkeit, Energie, Präzision ...)

und teilweise vom Menschen auf Maschinen übergehen. Es ist nicht unsinnig zu sagen: Maschinen sind bestimmte Kompetenzen übertragen worden, und sie haben sie nun. Beim Kompetenzen abgebenden Menschen sind gleichzeitig und eben dadurch neue Kompetenzen erforderlich geworden und ausgebildet, nämlich die der Bedienung, Wartung, Weiterentwicklung etc. der Maschinen. Und etliche sind andernorts versammelt, nämlich in der Entwicklung und dem Bau eben dieser Maschinen. Im Ergebnis heißt das: Das zur Problemlösung (Erreichung des Betriebsergebnisses) erforderliche Kompetenz-Ensemble ist neu verteilt zwischen Menschen-Kompetenzen und Maschinen-Kompetenzen. In allen Fällen geht in der bisherigen Geschichte des sozio-technisch organisierten Stoffwechselprozesses ein wachsender Anteil individuell menschlicher Kompetenzen an Organisation und Werkzeug/Maschinen/Computer über. Neu hinzukommen nun das Bewerten und „freie“ Entscheiden.

PRIMAT DER WIRTSCHAFTSWEISE

Sucht man bei der schier unendlichen Zahl der Erscheinungsformen des technischen Wandels seit der ersten Industriellen Revolution nach Gründen für die jeweilige Neukonstellation von Organisation, Information, menschlicher Arbeitskraft und Technik, so wird ein Muster sichtbar. Bestimmend ist (bei erwerbswirtschaftlichen Unternehmen, von denen hier die Rede ist) der Unternehmenszweck. Ist nach üblicher Definition die Aufgabe eines Unternehmens sein Beitrag in der Wertschöpfungskette zur Versorgung des Marktes mit Gütern/Leistungen, so ist das zwar der Betriebszweck, der Unternehmenszweck ist jedoch per definitionem der Erwerb und damit

die Schaffung von Einkommen (vgl. EWALDSEN 1992, S. 43). Und aus Sicht dessen, der in diesen Betrieb investiert, ist es die Erzeugung von Gewinn aus der Kapitaleinlage. Diese Unterscheidung von Betriebszweck und Unternehmenszweck ist von grundsätzlicher Bedeutung für das Verständnis von Industrie 4.0 und die damit einhergehende Neukonstellation der Produktionsfaktoren oder Kompetenzelemente. Im Übermaß vorhandenes Finanzkapital sucht sozusagen nach profitablen Anlagemöglichkeiten, und zwar unabhängig von den Arbeitsbedingungen und aufständiger Suche nach Realisierung des Mehrwerts an Märkten (anschaulich hierzu KRSTIC 2014). Es sind

Kompetenz-Ensemble
neu verteilt

am Ende nicht die technischen Möglichkeiten, die den Ausschlag geben für die Verteilung der Kompetenzen, sondern der Unternehmenszweck,

der in der notwendigen Erfüllung des Betriebszwecks (in Konkurrenz mit anderen Unternehmen) zur höchstmöglichen Erreichung von Kapitalrendite besteht. Man erinnere sich an die vielfach beschriebenen Arbeitsbedingungen im Frühkapitalismus oder ADAM SMITH'S berühmtes Nadelbeispiel, bei dem aus 10 bis 200 Nadeln pro zehn Arbeiter und Tag bei Fließbandproduktion 48.000 Stück werden. Es gibt keinen Grund anzunehmen, dass die Ausrichtung am Unternehmenszweck sich unter den Bedingungen von Industrie 4.0 aus technischen Gründen ändern würde.

KOMPETENZ ALS VIELFÄLTIGE EIGENSCHAFT, DIE ES ZU KOMBINIEREN GILT

Zweifellos erfordern und erzeugen die technischen Entwicklungen eine Anpassung der menschlichen Arbeit an das Maschinensystem. Sie wird beschrieben und betrieben als sogenannte Kompetenzentwicklung oder Kompetenzanpassung. Kompetenz wird dabei im allgemeinen Sprachgebrauch und auch von vielen Disziplinen in der Wissenschaft unterschiedlich betrachtet und definiert (vgl. WINDELER/SYDOW 2014, S. 7–10). Auch das Thema „Industrie 4.0“ ist bereits Anlass für Auseinandersetzungen um Kompetenzen (im Sinne von Zuständigkeiten) auf höchster politischer Ebene geworden (vgl. FINSTERBUSCH/GIERSBERG 2015). Die große Definitions- und Verständnisbreite des Kompetenzbegriffes ist allerdings kein Phänomen der Gegenwart, wobei die insbesondere verstärkte Diskussion und Beschäftigung mit dem Thema „Kompetenz“ im Rahmen von Schulbildung und Bildungswissenschaften (vgl. KMK 2015 oder HANAK/STURM 2015) diesen Eindruck aufkommen lassen kann. In seiner Entstehungs- und Verlaufsgel-

schichte hat der Begriff zahlreiche inhaltliche Veränderungen erfahren, die für das Verständnis heutiger Definitionen hilfreich sind. Eine zusammenfassende, ausführlichere Darstellung in unterschiedlichen Zusammenhängen findet sich bei z. B. WITTKÉ (2006). Für unsere Argumentation sind ferner die folgenden Definitionen und Bewertungen von Bedeutung (vgl. ergänzend hierzu HARTMANN 2015, S. 2): Kompetenzen können angesehen werden als Dispositionen, selbstorganisiert zu handeln (vgl. ABWF 2005, S. 4 und die dort aufgeführte Literatur). Den Inhalt von Selbstorganisationsprozessen bestimmen nach ERPENBECK/HEYSE (vgl. 2007, S. 159):

- geistige Handlungen (Problemlösung, Wertungsprozesse, kreative Denkprozesse);
- physische Handlungen (manuelle Verrichtung, Arbeitstätigkeiten, Produktionsaufgaben);
- kommunikative Handlungen;
- reflexive Handlungen (Selbsteinschätzungen und Bewertungen).

WEINERT definiert Kompetenzen als „die bei Individuen verfügbaren kognitiven Fähigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen erfolgreich und verantwortungsvoll zu nutzen“ (WEINERT 2001, S. 27 f.). Dabei ist für die Einordnung im Rahmen unserer Projektfragestellung besonders relevant, dass neben menschlichen Individuen auch Maschinen Kompetenzträger sein können (vgl. STAUDT/KRIEGESMANN 2002, S. 111), wie schon näher erläutert. Darüber hinaus ist es von elementarer Bedeutung eines betrieblichen, aber insbesondere überbetrieblichen Managements von Kompetenzen, dass neben der individuellen

Kompetenzbrille auch Kompetenzen von Gruppen eine relevante Rolle spielen und deren Verhältnis betrachtet wird. Wir folgen hier den Ausführungen von WILKENS, die Kompetenz als situationsübergreifende Handlungs- und Problemlösefähigkeit definiert (vgl. WILKENS/GRÖSCHKE 2008, S. 44), die sich durch die Dimensionen „Komplexitätsbewältigung“, „Selbstreflexion“, „Kombination“ und „Kooperation“ konkreter fassen lässt (ebd.). Gerade der Kombination (oder besser gesagt: der optimalen Auswahl und Steuerung, d. h. dem Management) unterschiedlicher Individualkompetenzen zur konkreten kleinteiligen Problemlösung kommt im Rahmen der Anforderungen der zunehmenden Digitalisierung eine besonders

wichtige Rolle zu. Dies sollte sinnvollerweise eine Kombination aus personengebundenen (menschlichen) und maschinengebundenen Kompetenzen sein, die wir als „künstliche Kompetenz“ bezeichnen.

INDUSTRIE 4.0 UND DIE UNTERSCHIEDUNG ZWISCHEN „KÜNSTLICHER INTELLIGENZ“ UND „KÜNSTLICHER KOMPETENZ“

Wenn man sich Entwicklungen und Diskussionen der letzten Jahre im Bereich der Informations- und Kommunikationstechniken ansieht, besteht aktuell wenig Zweifel daran, dass diese Tendenzen große Herausforderungen für Betriebe (auch KMU) und Beschäftigte bedeuten. Der immer mehr Fahrt aufnehmende Zug „Industrie 4.0“ scheint nicht mehr aufzuhalten, sondern nur noch in Teilen und Ausprägungen gestaltbar zu sein. Es stellt sich die Frage, ob nicht viele der unterstellten Leistungen, die durch digitale Vernetzung erst möglich werden, in eine Richtung weisen, die als „künstliche Kompetenz“ bezeichnet werden kann. Dabei wird bewusst nicht der Begriff der „künstlichen Intelligenz“ (KI) verwendet, der unserer Meinung nach etwas anderes abbildet bzw. abbilden möchte. Die von uns prognostizierte Kompetenzverschiebung vom Menschen zur Maschine wird hierzulande noch vorsichtig (an-)diskutiert und primär vor dem Hintergrund von Arbeiterleichterung und einer nebulösen „Zukunftsfähigkeit“ (positiv) angedeutet (vgl. NEUMANN 2014). Der Furcht einer nicht mehr kontrollierbaren „Maschinenherrschaft“ wird zumindest für Risikotechnologien eine Absage erteilt (vgl. WILLE 2015), doch „bald wird es Maschinen geben, die intelligenter sind als wir. Sie beginnen bereits, unsere Welt zu begreifen. Sie erkennen Bil-

Kompetenzverschiebung vom Menschen zur Maschine

der. Sie interpretieren komplexe Daten. Sie sind sogar in der Lage, selbstständig zu lernen, auch aus eigenen Fehlern. Und

ihre Fortschritte sind spektakulär.“ (SCHWÄGERL 2015, S. 109) Hierbei handelt es sich nicht um Science Fiction, sondern die Auswirkungen dieser technischen Entwicklungen werden auf Rolle bzw. Fortbestand von Führungskräften, Managern und die Personalarbeit bereits thematisiert (vgl. PAECHNATZ 2015).

Auch viele Entwicklungen in den Bereichen Pflege, Medizin, Haushalt, Kleidung oder Mobilität werden meist mit dem Begriff „künstlicher Intelligenz“ in Verbindung gebracht. Unserer Meinung nach müssten die genannten Beispiele mit dem Begriff „künstliche Kompetenz“ beschrieben werden. Warum eigentlich? Mit dem Begriff „Intelligenz“ werden

Fähigkeiten beschrieben, die es Individuen ermöglichen, Aufgaben bewältigen und Probleme ohne spezielles Vorwissen erfolgreich lösen zu können (vgl. SCHWEIZER 2006, S. 130). Allgemeine Intelligenz wird heute als Fähigkeit zum abstrakten Denken und die Möglichkeit zum Wissenserwerb und zur Problemlösefähigkeit verstanden (vgl. KURZHALS 2011, S. 38). Ein zentraler Unterschied der beiden Begriffe scheint nach KURZHALS in der Stabilität und Generalität zu bestehen. Intelligenz weist einen zeitlich relativ stabilen Charakter auf, der in der Form bei Kompetenzen nicht angenommen und vorausgesetzt werden kann. Kompetenzen sollen in weitaus größerem Maße erlernbar (einübbar) oder zumindest entwickelbar sein als die kognitiven Grundfunktionen zur Intelligenz (KURZHALS 2001, S. 8 f.). Der mit Generalität bezeichnete Unterschied „bezieht sich auf die Anforderungen, bei denen die postulierten Fähigkeiten genutzt werden. Während Kompetenzen sich auf konkrete Anwendungsbereiche beziehen und situations- und kontextspezifisch sind, bewährt sich Intelligenz bereichs- und situationsübergreifend“ (ebd.).

„Künstliche Kompetenz meint hier – insbesondere in Abgrenzung zu künstlicher Intelligenz – das im Rahmen der Erfüllung einer bestimmten Lösungsanforderung durch Technik erzielte Niveau, welches durch maschinelle Entscheidungen und Interaktion mit externen Informationsquellen zu einem höheren Erfüllungsgrad (verbessertes Ergebnis, höhere Sicherheit, Reduktion von unsicheren Einflussfaktoren, höhere Effizienz etc.) führt, als es bisher durch menschliche Entscheidungen möglich war. Ein Anspruch einer ‚generellen Intelligenz‘, analog dem menschlichen Gehirn, ist hiervon deutlich abzugrenzen und geht weit über die künstliche Kompetenz hinaus.“ (HARTMANN 2015, S. 3) Zum Einfluss dieser Entwicklungen auf die Entscheidungsträgerschaft zwischen Mensch und Maschine siehe BLUTNER (2015, S. 85 ff.). Dort werden insbesondere vor dem Hintergrund zunehmender Entscheidungsmöglichkeiten oder Entscheidungsautonomien (die vermehrt durch Digitalisierung hervorgerufen werden) und einer „gefühlten Eigenständigkeit bei Entscheidungen durch Maschinen“ mögliche Szenarien vorgestellt und diskutiert (ebd.).

INDUSTRIE 4.0 UND DAS MANAGEMENT AUCH „KÜNSTLICHER KOMPETENZ“

Gehen wir nun davon aus, dass mit fortschreitender Digitalisierung und Automatisierung nicht nur Pro-

duktionsprozesse, sondern alle vor- und nachgelagerten Prozesse in einer Wertschöpfungskette bzw. einem Wertschöpfungsnetzwerk und damit auch die überwiegende Zahl von KMU betroffen sein werden. Und gehen wir weiter davon aus, dass hierdurch Anforderungen entstehen, die von KMU je einzeln nicht gelöst werden können [weil sie zu umfangreich, kostenintensiv oder ganz einfach „sowieso“ integriert in ein Netzwerk stattfinden (müssen)]. Dann erscheint es analytisch und strategisch sinnvoll zu sein, von einem Kompetenzensemble von bzw. in Wertschöpfungsnetzwerken auszugehen. Es handelt sich um eine Anzahl von beschreibbaren und auflistbaren Kompetenzelementen, die einem jeweils aktuellen Stand der Struktur der beteiligten Einzelunternehmen entsprechen. Sie sind in Personen, Maschinen, Informationen und Organisationsstrukturen vorhanden.

Kompetenzmanagement wird in dieser Struktur in der Regel bereits praktiziert als Organisation des möglichst effektiven Zusammenbringens der Kompetenzelemente zur Erfüllung des Betriebszwecks als Grundlage der Erfüllung des Unternehmenszwecks. Bis hierher (zumindest was den Betriebszweck angeht) reicht eigentlich die „klassische“ Produktionsfaktorentheorie. Kompetenzmanagement wird hiernach eingeordnet in den betrieblichen Prozess der Leistungserbringung aus a. Beschaffung von finanziellen Mitteln, b. Beschaffung von Produktionsfaktoren, c. Kombination der Produktionsfaktoren, d. Erhaltung und Anpassung der Produktionsfaktoren, e. Organisation des Absatzes der Produkte und f. Rückzahlung der finanziellen Mittel. Daraus erwachsen muss bei erwerbswirtschaftlich orientierten Prozessen eine (zusätzliche) Wertschöpfung für das investierte Kapital (soweit nicht a.), für das Unternehmen (soweit nicht a. oder d.) und für die Mitarbeiter/-innen (soweit nicht d.) (vgl. z. B. GABLER 1988). Nicht ausreichend ist mit Blick auf KMU unter den Bedingungen von Industrie 4.0 allerdings eine Managementvorstellung, die sich darauf kapriziert, „menschliche Kompetenz“ permanent (wie gut oder schlecht auch immer das gelingt) den (auch prognostizierten künftigen) technischen „Gegebenheiten“ anzupassen, denn KMU unter den Bedingungen von Industrie 4.0 müssen sich darauf einstellen, dass Kompetenzen nicht mehr „personengebundene Problemlösungsfähigkeiten“ sind, sondern zunehmend je nach Verwertungsmöglichkeit technische oder/und persönliche Kompetenzelemente, die immer

klassische
Produktionsfaktorentheorie

kurzfristiger (projekt- oder auftragsbezogen) neu kombiniert werden. Typisch ingenieurwissenschaftliches Denken, das daran orientiert ist, Effizienz(-steigerung) anzustreben, ist nicht abzulehnen, sondern es muss auf nicht rein technische Zusammenhänge übertragen und dort fruchtbar gemacht werden, zum Beispiel auf umwelt- und sozialverträgliche Technikgestaltung. Kompetenzmanagement wird zum Management modularer Einheiten einschließlich der Vermittlung der Anschlussfähigkeit an andere modulare Einheiten, deren Struktur extern (ggf. auch „maschinell“ und überbetrieblich) konfiguriert wird. Es ist noch nicht sicher absehbar, in welchen Strukturen diese Konfigurationen stattfinden. Es werden selten, außer bei Großkonzernen, einzelbetriebliche Strukturen sein. Das Kompetenzmanagement wird teilweise „ausgelagert“. Wahrscheinlich ist, dass die dazu entstehenden Strukturen selbst zunehmend digitalisiert und automatisiert sein werden und eine eigene Wertschöpfung aus neuen Dienstleistungen beanspruchen werden. Die dort beschreibbaren Kompetenzen werden nicht „Wissen“ adressieren, sondern punktuell und miniaturisiert verfügbares „Können“. Bologna statt Humboldt – wenn man das so sagen darf. Deshalb ja wohl auch Bologna. Kompetenzerwerb und Kompetenzerweiterung werden nicht „lernen“ sein, sondern „(ein-)üben“ oder programmieren. Wenn „Können“ gefragt ist, wird der Erwerb – zumal unter den Bedingungen wachsender Entörtlichung und Entzeitlichung – an einem Markt zunehmend für punktuell zu erbringende Leistungen individuell und selbstorganisiert erfolgen. Noch häufiger wird wahrscheinlich ein Leistungsergebnis abgefragt werden, durchaus in werkvertraglichen Strukturen wie etwa im Crowd-Working. Die ehemals beklagte Verdichtung der Poren des betrieblichen Arbeitsprozesses entschwindet in die Selbstausbeutung der draußen Schwitzenden.

Man könnte das, was in Frage steht, auch anders nennen als Management künstlicher Kompetenz. Man könnte zum Beispiel weiterhin vom Management von Produktionsfaktoren sprechen. Dann würde „Kompetenz“ weiterhin dem Produktionsfaktor menschliche Arbeit „anhaften“. Aber gerade der Übergang von Wissen, Bewertungen und Entscheidungen auf Maschinen legt es nahe, dies erst einmal mit dem provokativen Begriff der „künstlichen Kompetenz“ besonders hervorzuheben. Eine der großen Herausforderungen an die Grundausbildung und die Ausbil-

dung und Praxis derer, die Grundausbildung für die Facharbeit von morgen leisten, wird darin bestehen, – bildlich gesprochen – die Errungenschaften „guter Arbeit“ und „gesellschaftlich verantwortlicher Unternehmensführung“ aus den Köpfen der Manager guter Arbeit in die Algorithmen zu retten, und dieses nicht getrennt von der „technischen Sache“, sondern in sie integriert, da sie im automatisierten und sich zunehmend selbststeuernden Prozess auch integriert auftreten und den selbstlernenden Prozess mit steuern werden. In der kapitalistischen Produktionsweise ist dies durchaus nicht von sich aus angelegt, sondern muss immer wieder aufs Neue erstritten werden. Aber wie streitet man mit einem Algorithmus, den nach einiger Zeit sein Programmierer und dessen Auftraggeber selbst nicht mehr verstehen?

AUSWIRKUNGEN AUF DIE PRAKTISCHE ARBEITSWELT VON INDUSTRIE 4.0

In der praktischen Arbeitswelt werden sich die zu erwartenden Änderungen absehbar langsam und nach und nach (schleichend) durchsetzen. Arbeitsplätze in der materiellen (Groß-)Produktion werden sich voraussichtlich aufgrund schon bestehender Automatisierungen weit weniger verändern als diskutiert, aber sie werden deutlich häufiger „digitalisiert“ werden, auch in KMU.

Durchschnittlich wird dafür in der Produktion selbst weniger Personal benötigt. KMU, die häufig nicht für die Produktion, sondern für Zulieferung, Wartung und vergleichbare Leistungen zuständig sind, werden vor allem dadurch betroffen sein, dass sie ihre „Rezeptoren“ und „Aktoren“ im Wertschöpfungsnetzwerk anpassen müssen. Produktionsfaktoren, Produkte und Dienstleistungen müssen so beschrieben und programmiert werden, dass sie im Wertschöpfungsnetzwerk für „Maschinenkompetenz“ zugänglich sind. Hier eher als in der Produktion selbst entstehen die entscheidenden Herausforderungen für die Facharbeit von morgen. Sie kann „Fußnote“ des Produktionsprozesses werden oder entscheidendes Kompetenzelement im Rahmen eines neuen, einzelne Betriebe übergreifenden Kompetenzmanagements, das dann zu einem großen Teil darin bestehen könnte, auch externe Kompetenzelemente je und je projektbezogen zusammenzuführen (Crowd Working, Werkaufträge) – mit all den sozialpolitisch problematischen bzw. noch nicht hinreichend gelösten Problemen.

Kompetenzmanagement
wird ausgelagert

Eine wesentliche Herausforderung wird unserer Meinung nach darin bestehen, dieses Kompetenzmanagement betriebsübergreifend völlig neu zu denken und zu organisieren. Wenn Facharbeit darin eine eigene Rolle spielen soll und will, wird sie hier eine Reihe neuer Fähigkeiten entwickeln müssen.

Für die Neuausrichtung der Grundausbildung dürfte es besonders wichtig sein, dass die Mehrzahl der (menschlichen) Kompetenzen nicht mehr (überwiegend) branchen- bzw. produktspezifisch sein wird. Der Versuch im laufenden Teilprojekt besteht darin, stattdessen Wertschöpfungsnetzwerke mit vergleichbaren Anforderungen auch als Kompetenznetzwerke zu verstehen und zu organisieren. Die Herausforderung: Sie sind absehbar zeitlich (projektbezogen) befristet und erfordern in Intervallen unterschiedliche Kompetenzkonstellationen.

ANMERKUNGEN

- 1) Dieser Beitrag wurde angeregt durch die Teilnahmen der TAT Technik Arbeit Transfer gGmbH am vom BMBF geförderten Projekt „PROKOM 4.0“, Teilprojekt „Kompetenzmanagement für Unternehmensverbände“ (<http://tat-zentrum.de/projekte/prokom/teilverhaben-tat.html>).
- 2) Der Titel nimmt Bezug auf: TSCHIEDEL (1990).

LITERATUR

- ABWF (2005): Arbeitsgemeinschaft Betriebliche Weiterbildungsforschung e. V./Projekt Qualifikations-Entwicklungs-Management (Hrsg.): QUEM Materialien 62. Berlin, online: <http://www.abwf.de/content/main/publik/materialien/materialien62.pdf> (Stand 27.03.2015)
- BLUTNER, D. (2015): Herrschaft und Technik. Entscheidungsträgerschaft im Wandel. Wiesbaden
- ERPENBECK, J./HEYSE, V. (2007): Die Kompetenzbiographie. Wege der Kompetenzentwicklung. Münster
- EWALDSEN, L. (1992): Betrieb, Betriebswirtschaft, Betriebswirtschaftsrechnung. Gütersloh
- FINSTERBUSCH, ST./GIERSBERG, G. (2015): Kompetenzgerangel um die Industrie 4.0. Streit hinter den Kulissen – und die Konkurrenz aus Übersee macht Druck. In: FAZJOB.net, 19.02.2015, online: http://fazjob.net/ratgeber-und-service/beruf-und-chance/it-und-telekommunikation/125856_Kompetenzgerangel-um-die-Industrie-4.0.html (Stand 31.08.2015)
- GABLER WIRTSCHAFTS-LEXIKON (1988), 6 Bände. Wiesbaden, 12. Auflage
- GEHLEN, A. (1975): Die Seele im technischen Zeitalter. Hamburg, 14. Auflage
- HANAK, H./STURM, N. (2015): Anerkennung und Anrechnung außerhochschulisch erworbener Kompetenzen. Eine

Handreichung für die wissenschaftliche Weiterbildung. Wiesbaden

- HARTMANN, V.(2015): Auf dem Weg zur künstlichen Kompetenz. In: TAT-Schriftenreihe PROKOMpakt Heft 2, April 2015, online: <http://www.tat-zentrum.de/materialien/PROKOMpakt-02-2015.pdf> (Stand 31.08.2015)
- KMK (2015): Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz. Online: <http://www.kmk.org> (Stand 27.03.2015)
- KRSTIC, M. (2014): Verkaufte Demokratie. Zeiningen (CH)
- KURZHALS, Y. (2011): Personalarbeit kann jeder. Professionalisierung im Personalmanagement – Erfolgsrelevante Kompetenzen von HR-Managern. Mering
- NEUMANN, H. (2014): Industrie 4.0 – Große Chance für die Arbeit. In: autogramm, Die Zeitung für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Marke Volkswagen, Ausgabe 11/2014, online: http://autogramm.volkswagen.de/11_14/aktuell/aktuell_04.html (Stand 09.10.2015)
- PAECHNATZ, P. (2015): Industrie 4.0 und andere technologische Megatrends machen Personalarbeit zunehmend überflüssig. In: personalerblog.com, 02.02.2015, online: <http://personalerblog.com/2015/02/02/industrie-4-0-und-andere-technologische-megatrends-machen-personalarbeit-immer-mehr-uberflussig> (Stand 27.03.2015)
- PAULINYI, A. (1989): Industrielle Revolution. Vom Ursprung der modernen Technik. Reinbek
- SCHWÄGERL, CH. (2015): Künstliche Intelligenz. In: GEO 03/2015, S. 108-127
- SCHWEIZER, K. (2006): Leistung und Leistungsdiagnostik. Heidelberg
- STAUDT, E./KRIEGESMANN, B. (2002): Weiterbildung: Ein Mythos zerbricht (nicht so leicht!) In: STAUDT, E. u. A. (Hrsg.): Kompetenzentwicklung und Innovation. Die Rolle der Kompetenz bei der Organisations-, Unternehmens- und Regionalentwicklung. Münster, S. 71-125
- TSCHIEDEL, R. (Hrsg.) (1990): Die technische Konstruktion der gesellschaftlichen Wirklichkeit. Gestaltungsperspektiven der Techniksoziologie. München
- WEBER, M. (1988a): Gesammelte Aufsätze zur Sozial- und Wirtschaftsgeschichte. Tübingen
- WEBER, M. (1988b): Die protestantische Ethik und der Geist des Kapitalismus. In: WEBER, M.: Gesammelte Aufsätze zur Religionssoziologie. Band 1. Tübingen, S. 1-206
- WEINERT, F. E. (Hrsg.) (2001): Leistungsmessung in Schulen. Weinheim/Basel
- WEYER, J. (2003): Von Innovations-Netzwerken zu hybriden sozio-technischen Systemen. Neue Perspektiven der Techniksoziologie. Dortmund
- WILKENS, U./GRÖSCHKE, D. (2008): Kompetenzbeziehungen zwischen Individuen, Gruppen und Communities – Empirische Einblicke am Beispiel des Wissenschaftssystems. In: FREILING, JÖRG/RASCHKE, CHRISTOPH/WILKENS, UTA (Hrsg.): Wirkungsbeziehungen zwischen individuellen Fähigkeiten und kollektiver Kompetenz. Jahrbuch Stra-

tegisches Kompetenz-Management. Band 2. München/Mering, S. 35–68

WILLE, J. (2015): Personal-GAU im Atommeiler. In: Frankfurter Rundschau 02./03.04.2015, S. 5

WINDELER, A./SYDOW, J. (Hrsg.) (2014): Kompetenz. Sozialtheoretische Perspektiven. Wiesbaden

WITTKER, G. (2006): Kompetenzerwerb und Kompetenztransfer bei Arbeitssicherheitsbeauftragten. Dissertation FU Berlin

Veränderungen in der Arbeitswelt, der Kompetenzen und im Lernen in der „Instandhaltung 4.0“



LARS WINDEBAND

Die Verselbstständigung von IT-Systemen nimmt in der Entwicklung hin zu „Industrie 4.0“ Schritt für Schritt weiter zu, sodass sich die Rolle von Fachkräften in der Arbeit in Zukunft stark verändern wird. Die fortschreitende Automatisierung und Digitalisierung der Arbeitswelt wird zu Veränderungen in der Arbeitsorganisation, in den Arbeitsprozessen und damit in den Arbeitsanforderungen sowie in der Interaktion zwischen Mensch und Maschine führen. Anhand des Anwendungsfeldes „Instandhaltung 4.0“ werden im Beitrag sowohl die Potentiale der Entwicklungsstufe „Industrie 4.0“ als auch die Herausforderungen, Auswirkungen und Konsequenzen für die Beschäftigten und deren Qualifizierung aufgegriffen.

EINLEITUNG

„Industrie 4.0“ ist zu einem Leitbegriff für eine neue Entwicklungsstufe in der Industrie geworden. Die sogenannte „vierte industrielle Revolution“ leitet ein neues industrielles Zeitalter ein, das vor allem durch die Einführung von cyber-physischen Systemen (CPS) in der Produktion, in der Logistik sowie anderen industriellen Bereichen sowie durch die Anwendung des Internets der Dinge und der Dienste in industriellen Prozessen gekennzeichnet ist (vgl. KAGERMANN u. A. 2013). In der Vision der flächendeckenden Durchdringung von Industrie 4.0 steuern sich die Aufträge selbstständig durch ganze Wertschöpfungsketten, sie buchen ihre Bearbeitungsmaschine sowie ihr Material und organisieren ihre Auslieferung zum Kunden. Das Produkt erkennt drohende Verzögerungen der Lieferung, organisiert zusätzliche Kapazitäten oder meldet den Kunden unvermeidbare Verspätungen (GANSCHAR u. A. 2013, S. 22 ff.).

Wie schnell aus dieser Vision Realität wird und ob dies wirklich eine Revolution in den Unternehmen auslöst oder eher eine Evolution in den Produktionsprozessen bedeutet, lässt sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur schwer abschätzen. Die fortschreiten-

de Automatisierung mit einer immer höheren Vernetzung aller Systeme wird zu Veränderungen in der Arbeitswelt sowie in der Interaktion zwischen Mensch und Maschine führen.

ANWENDUNGSFELDER INDUSTRIE 4.0

Für die Fragen der konkreten Veränderungen in den Arbeitsprozessen und -anforderungen der Beschäftigten im Umgang mit Industrie-4.0-Anwendungen bleibt zu klären, welche Funktionen im konkreten Anwendungsfall tatsächlich von den cyber-physischen Systemen übernommen werden und welche bei der Fachkraft verbleiben. Vom Grad und Umfang der Aufgabenübernahme durch CPS im Rahmen der jeweiligen Industrie-4.0-Anwendungen lassen sich erste Konsequenzen hinsichtlich zukünftig benötigter Kompetenzen der Fachkräfte ableiten.

Zurzeit werden unterschiedliche Anwendungsszenarien der Mensch-Maschine-Schnittstelle für den Einsatz von CPS in der Produktion diskutiert (vgl. GORECKY u. A. 2014; WINDELBAND/DWORSCHAK 2015):

– Instandhaltung (d. h. Wartung, Inspektion und Instandsetzung) von Produktionsanlagen durch Be-

- reitstellen von interaktiven, virtuellen Handlungsanweisungen,
- Überwachung von Produktionsprozessen sowie Qualitätskontrolle durch das kontextsensitive Abrufen und Bereitstellen von Informationen, z. B. bezüglich des Status eines CPS,
 - Planung und Simulation von Produktionsprozessen, indem z. B. das Verhalten von CPS vorgezeichnet wird,
 - Einsatz von Leichtbaurobotern (sensitive Robotik) bei Automobilherstellern und -zulieferern in enger Zusammenarbeit mit den Beschäftigten.

Gerade auf der Ebene Planung (Engineering) soll Industrie 4.0 zu einer Weiterentwicklung und damit auch Optimierung der Prozesse führen. Bestimmte Planungsprozesse können z. B. mittels Virtual Reality simuliert oder Informationsflüsse effektiver gestaltet werden. Virtual Reality ermöglicht ein Abbilden eines realistischen Produktionssystems, um das Verhalten des cyber-physischen Produktionssystems zu simulieren und auf interaktive Weise zu explorieren (vgl. GORECKY U. A. 2014, S. 528).

Die Überwachung der Produktionssysteme findet häufig durch Beschäftigte der mittleren Qualifikationsebene statt. Hier reichen die Überlegungen von der Überwachung einzelner Produktionssysteme oder -straßen bis zu ganzen Produktionshallen. Wie weit diese Entwicklung gehen kann, hängt sehr stark von der jeweiligen Branche und der Produktionsart ab (vgl. WINDELBAND/DWORSCHAK 2015, S. 76).

Der Einsatz von Leichtbaurobotern wird gerade von verschiedenen Automobilherstellern und deren Zulieferern geplant. Die Leichtbauroboter zeichnen sich vor allem dadurch aus, dass ein einfaches „Teach-In“ der Positionieraufgaben des Roboters per Hand möglich ist. Eine einfache Programmierung durch multifunktionale Schnittstellen über einfache Touchscreens bis hin zur Steuerung über Smartphones oder Tablets von den Fachkräften ist möglich. Die Leichtbauroboter sind frei im Raum betreibbar (ohne Schutzzäune), da die Sicherheitsstandards durch adaptive Sensorik und Echtzeitberechnung der Kollisionkontrolle hoch sind (WINDELBAND/DWORSCHAK 2015, S. 82). Das Ziel für viele Unternehmen ist vor allem, die ergonomisch hochbelasteten Arbeitsplätze (sogenannten „roten Arbeitsplätze“) weiter zu reduzieren.

Unternehmen wählen beispielsweise aufgrund unterschiedlicher Markt- und Produktionsanforderungen verschiedene Kombinationen aus Technologieeinsatzvarianten und Organisationsoptionen. Eine „Instandhaltung 4.0“ von Maschinen ermöglicht eine verbesserte Produktionsplanung sowie längere Laufzeiten und höhere Verfügbarkeit der Maschinen. Der Bereich „Instandhaltung 4.0“ wird von den vier Anwendungsszenarien detaillierter betrachtet, und deren Konsequenzen für die Facharbeit und deren Qualifizierung werden herausgearbeitet.

STAND DER FORSCHUNG „INSTANDHALTUNG 4.0“

Instandhaltung hat im Wesentlichen die Aufgabe, die Funktionsfähigkeit der Anlage innerhalb der Produktion während deren Nutzungsdauer zu gewährleisten bzw. diese wieder herzustellen (vgl. BIEDERMANN 2014, S. 24). Sie wird nach DIN 31051:2003-06 definiert als „Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus einer Betrachtungseinheit zur Erhaltung des funktionsfähigen Zustandes oder der Rückführung in diesen, so dass sie die geforderte Funktion erfüllen kann“. In den

Unternehmen haben sich verschiedene Instandhaltungsstrategien etabliert, die sich innerhalb „Instandhaltung 4.0“ verschieben könnten:

- ungeplante Instandhaltung: schadensbedingte Instandsetzung/Reparatur (reparaturorientiert)
- geplante Instandhaltung: präventive Maßnahmen zur Minimierung des Ausfallrisikos
- zustandsorientierte Wartung: Es werden die verschleißbezogenen Zustände über Sensoren aufgenommen (z. B. in Form von Condition Based Maintenance). Dabei werden die entsprechenden Abnutzungszustände erfasst und gegen die Mindestwerte für den sicheren Anlagenbetrieb verglichen.
- vorausschauende (prospektive) Wartung: Die vorausschauende Wartung setzt bereits in der Planungsphase ein und ermittelt den optimalen Zeitpunkt für vorauszusehende Instandhaltungsmaßnahmen.
- vorbeugende (präventive) Wartung: Es werden vorbeugende Maßnahmen (wie Inspektionen und Wartungen) durchgeführt, um gegebenenfalls vor Auftritt eines Fehlers Maßnahmen ergreifen zu können (u. a. abhängig von der Laufzeit einer Anlage).

Einsatz von Leichtbaurobotern

Vor allem durch Monitoringsysteme sollen im Zuge der Umsetzung von „Instandhaltung 4.0“ Stillstand- und Ausfallzeiten von Produktionsanlagen weiter minimiert werden. Dabei ist zu erwarten, dass der Wartungszeitpunkt von intelligenten Produkten bzw. Anlagen erkannt und die Wartungsmaßnahme ausgelöst wird, sobald im Zuge der „Industrie-4.0“-Implementierung Daten über Lasten, Maschinen- und Verbrauchszustände in Echtzeit vorliegen (vgl. BIEDERMANN 2014, S. 26). Damit sollen die Wartungsmaßnahmen in Abhängigkeit von Belastungs- und Benutzungsintensität der Maschine oder Anlage flexibel festgelegt werden können.

Im Bereich der geplanten Instandhaltung wird vor allem die Weiterentwicklung der Sensoren die Identifikation des Anlagen- bzw. Bauteilzustandes und die damit verbundene Feststellung des Abnutzungsvorrates sowie die Prognostizierbarkeit der Restnutzungs- und Lebensdauer wesentlich beeinflussen und damit die Einleitung effektiver, vorbeugender Instandhaltungsstrategien verbessern. Damit können Betriebs- und Wartungsintervalle optimiert werden. Gleichzeitig werden die Veränderungen der Inspektionsmöglichkeiten auch das Aufgabenfeld der Instandhaltung beeinflussen. Der Anteil der ungeplanten Instandsetzungen (reparaturorientiert) wird höchstwahrscheinlich abnehmen, wohingegen die vorbeugende Instandsetzung an Bedeutung gewinnen wird. Hingegen ist davon auszugehen, dass die schadensbedingte Instandsetzung im Sinne eines „trouble shooting“ an Komplexität zunehmen wird (vgl. HIRSCH-KREINSEN 2014, S. 39; BIEDERMANN 2014, S. 26). Damit könnten sich die Instandhaltungsstrategien von einer stärker reparaturorientierten zu einer zustandsorientierten und vorausschauenden Instandhaltung verschieben. Dies bestätigt auch eine Befragung von Experten zur Instandhaltung (vgl. GÜNTHER U. A. 2014, S. 15 f.). Sie sehen in den nächsten fünf Jahren einen Trend zu einer zustandsorientierten und vorausschauenden Instandhaltung (Abb. 1). Besonders Condition Based Maintenance (CBM) wird hier als wichtige Entwicklung mit einer zielgerichteteren Planung der Aufgaben in der Instandhaltung gesehen.

Dazu muss jedoch auch ein systematischer Austausch von Informationen zwischen den Anlagenherstellern, -betreibern und -instandhaltern hergestellt werden, was heute noch nicht immer der Fall ist. Bisher fehlen vor allem Assistenzsysteme in der Instandhaltung, die eine Kommunikation mit Herstellern oder anderen Fachexperten aus dem Bereich

Instandhaltung ermöglichen. Die neuen Technologien (Service Apps, Portale etc.) erleichtern zwar die Kommunikation und den Austausch zwischen den Beteiligten, sind jedoch oft nicht auf die Anforderungen der Arbeitsprozesse und damit den Bedarf der Fachkräfte ausgerichtet. Das Wissens- und Assistenzsystem muss jedoch fest in den Arbeitsprozess eingebettet und die Organisation darauf abgestimmt werden. Nur so kann die Fachkraft auch innerhalb

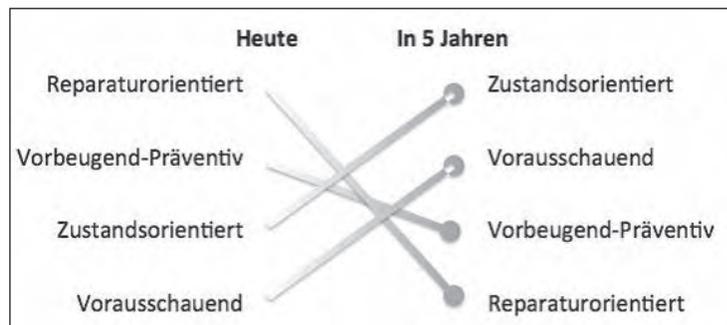


Abb. 1: Entwicklung der Instandhaltungsstrategien in fünf Jahren von heute eher reparaturorientierten zu einer zustandsorientierten Instandhaltung (GÜNTHER U. A. 2014, S. 15)

des Arbeitsprozesses auf Problemfälle eingehen und den Wissensaustausch gewährleisten.

Die Implementierung von Maßnahmen, die dem Bereich Instandhaltung innerhalb von Industrie 4.0 zuzurechnen sind, ist nach Auffassung von GÜNTHER U. A. (2014) sowohl zwischen den Unternehmen als auch innerbetrieblich zwischen den einzelnen Abteilungen ungleich verteilt. Nach wie vor haben nur wenige Unternehmen innerbetriebliche Virtualisierungsmaßnahmen in Pilotprojekten umgesetzt. So liegt z. B. laut der Befragung von GÜNTHER U. A. (vgl. ebd., S. 4) der Anteil an den Unternehmen, die schon Entwicklungen auf dem Weg zu Industrie 4.0 umgesetzt haben, in Österreich schätzungsweise zwischen 5 Prozent und 20 Prozent. Gerade die kleinen und mittelständischen Unternehmen sind hier häufig noch recht konzeptionslos. Dies ist bisher die einzige Studie in Europa, die Trends und Anforderungen innerhalb der Instandhaltung auf dem Weg zu Industrie 4.0 betrachtet. Konkrete Schlussfolgerungen und Konzeptvorschläge für eine Integration und Qualifizierung des Mittelstandes für eine Umsetzung von Instandhaltung 4.0 liegen sowohl in Deutschland als auch in Europa noch nicht vor.

VERÄNDERUNGEN DER ARBEITSWELT IN INSTANDHALTUNG 4.0

Am Beispiel einer fiktiven Fachkraft soll aufgezeigt werden, wie die Arbeitsaufgaben für eine Instand-

haltung im Zeitalter „Instandhaltung 4.0“ aussehen könnten: Die Fachkraft in der Instandhaltung hat eine metalltechnische oder elektrotechnische Ausbildung. Sie ist zuständig für eine reibungslose Maschine-to-Machine-Kommunikation sowie für den Einsatz von Service-Apps und des Serviceportals (z. B. mit Herstellern). Anlagen- und Maschinen-Zustände werden mobil abgefragt und virtualisiert dargestellt (u. a. mit Hilfe von Augmented reality). Dazu gehört auch die verstärkte Integration von Online-Monitoring-Systemen innerhalb der Automatisierungstechnik. Die Herausforderung für die Fachkraft besteht in der Aufbereitung großer Datenmengen für die Instandhaltungsprozesse der Fachkräfte, und das zum Teil in Echtzeit. Dazu bedarf es einer Reduktion/Vereinheitlichung der Schnittstellen. Mit der zunehmenden Komplexität der Systeme steigt allerdings auch die Komplexität der auftretenden Fehler. Zu den Aufgaben zählt daher die richtige Interpretation und Auswertung entsprechender Daten. Weiterhin ist durch die komplexen Systeme eine abteilungsübergreifende oder sogar unternehmensübergreifende Kooperation wichtig. Daher muss die Fachkraft datenbasierte Entscheidungen in kurzer Zeit eigenständig treffen. Zahlen, Sensor- und Betriebsdaten sowie Fakten sind die Kernelemente der Instandhaltungsstrategien. Die Fachkraft wird dabei mehr zum Daten-Analytiker entlang der Wertschöpfungskette. Damit wandeln sich die Aufgaben von einer zustandsorientierten Wartung hin zu einer integrierten, vorausschauenden Instandhaltung.

Für eine erfolgreiche Umsetzung der Anforderungen an die Instandhaltung im Rahmen von Industrie 4.0 müssen die Unternehmen eine Anpassung der unterschiedlichen Rollen der Mitarbeiter im Unternehmen vornehmen. Das Management muss sich mit der Fragestellung auseinandersetzen, ob einem Datenaustausch über die Unternehmensgrenzen hinweg zugestimmt wird. Weiterhin müssten über die IT-Abteilungen (oder IT-Unternehmen) neue mobile Lösungen und Softwarelösungen eingeführt und umgesetzt werden. Auch sind neue Organisationskonzepte zu entwickeln, damit die Fachkräfte zukünftig datenbasiert Entscheidungen treffen und Hindernisse in der Aufbauorganisation aus dem Weg geräumt werden können. Dieser Wandel wird vor allem die Aufgaben der Fachkräfte verändern: Planung, Datenanalyse und Visualisierung werden an Bedeutung zunehmen.

Diese Entwicklung bestätigen auch die Ergebnisse der Expertenbefragung von GÜNTHER U. A. (2014). Sie basieren auf durchgeführten und geplanten Instandhaltungsprojekten bei den 250 befragten Unternehmensexperten (siehe Abb. 2, S. 21). Beim Anteil der geplanten Instandhaltungsprojekte dominiert die „Einführung mobiler Endgeräte“ sehr stark. Auch bei der „Durchführung von Pilotprojekten im Bereich IT-unterstützte Instandhaltung“ und beim „Datenaustausch“ mit Maschinenherstellern, Zulieferern und Instandhaltungsdienstleistern werden in den kommenden fünf Jahren zunehmend Projekte durchgeführt. Im Bereich des Datenaustausches ist bei den Antworten auch ein kleiner Widerspruch zu erkennen, denn ca. 24,3 Prozent der Experten sagen, dass der Datenaustausch mit Maschinenherstellern uninteressant ist. Nach Auffassung des Autors kann ein Grund die verbundene Angst vor der unbeabsichtigten Gewährung von Einsicht in das Kern-Know-how der Unternehmen sein.

KOMPETENZEN UND QUALIFIKATIONEN IN INSTANDHALTUNG 4.0

Eine große Herausforderung für die Zukunft wird die Beherrschung der Komplexität der Systeme zur Instandhaltung sein. Eine Vielzahl von Informationen und Daten müssen richtig interpretiert und ausgewertet werden (Datenanalyse). Die Gestaltung der

Mensch-Maschine-Schnittstelle wird dabei eine entscheidende Rolle spielen. Auf welcher Basis werden zukünftig die Entscheidungen getroffen? Heute versuchen die in

der Instandhaltung tätigen Fachkräfte u. a., ihre Entscheidungen erfahrungsbasiert zu treffen. Sie nutzen dazu Intuition, Gefühl und Gespür. In Zukunft soll durch die neue Datenqualität eine Entscheidungsfindung vom Computer unterstützt werden. Offen bleibt, wie die Unterstützung für die Mitarbeiter aussehen wird und welche Eingriffsmöglichkeiten für den Menschen noch bestehen. Kann dieser in immer stärker automatisierten Systemen überhaupt noch das nötige Wissen aufbauen, um in den entscheidenden Situationen den Fehler zu identifizieren und Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten?

Nutzt man die Technologien zur Instandhaltung 4.0 als Assistenzsystem, dann benötigen die Fachkräfte für die zukünftige Instandhaltung ein vertieftes und kombiniertes Wissen über IT sowie elektronische und mechanische Systeme, um bei Störungen schnell reagieren und handeln zu können (vgl. WINDELBAND

Hat der Mensch noch Eingriffsmöglichkeiten?

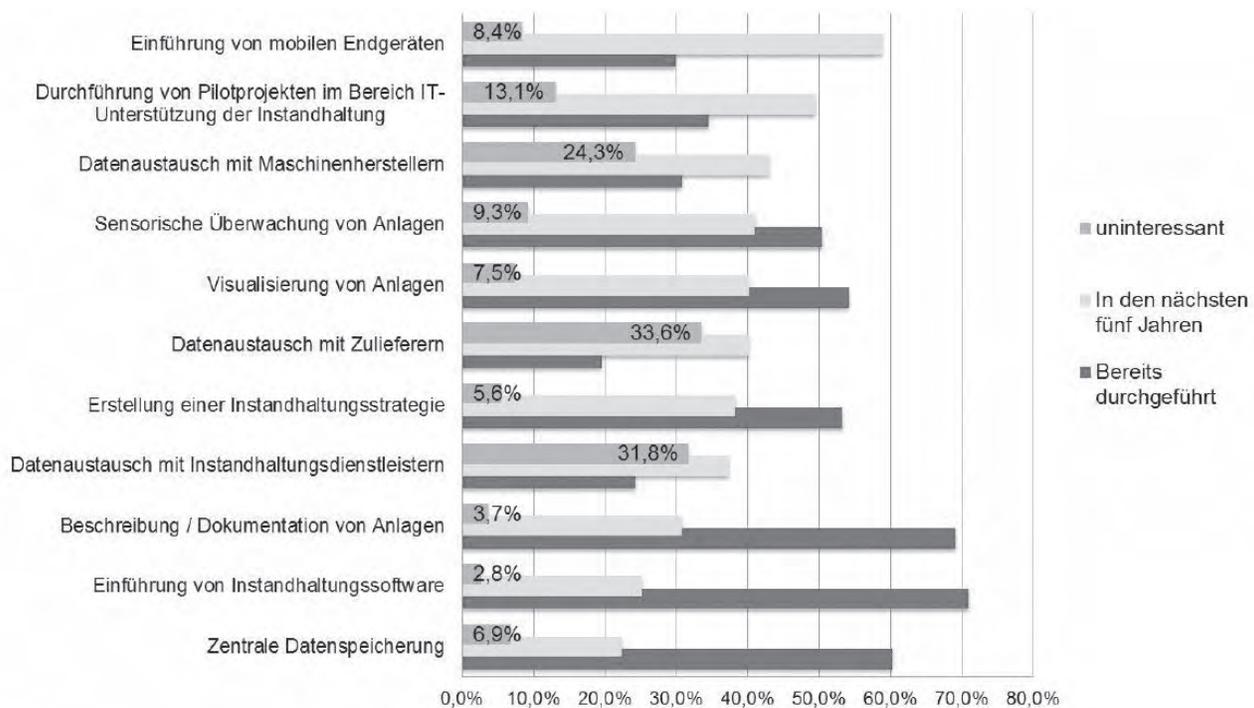


Abb. 2: Durchgeführte und geplante Instandhaltungsprojekte (GÜNTHER U. A. 2014, S. 18)

2014). In diesem Kontext wird ein größerer Bedarf nach Kompetenzen in den Bereichen Steuerungstechnik, Datenanalyse sowie Programmierung/Anwendung von spezieller Software entstehen. Doch was heißt dies konkret für den Arbeitsprozess? Muss der Instandhalter eigenständig programmieren, „nur“ Programmoptimierungen durchführen oder ein Wissen zur Programmierung besitzen, um sich mit dem Informatiker über Prozessoptimierungen zu verständigen? Weiterhin werden zumindest Basiskompetenzen bezüglich Netzwerk-, Funk- und Übertragungstechnik verlangt, um Ursachen von Störungen identifizieren und mit den IT-Experten kommunizieren zu können. Die Fachkräfte benötigen ein vertieftes Prozesswissen, um einen Überblick über den Produktionsprozess zu haben. Gleichzeitig steigt der Anteil von Planungsaufgaben sowie Koordinierungsaufgaben mit anderen Abteilungen, Herstellern oder Kunden.

Insgesamt kann man folgende Anforderungen und Aufgaben für die Instandhaltung noch einmal herausheben, die für die Anforderungen „Industrie 4.0“ hinzukommen werden:

- Produktionsnetzwerke und -systeme analysieren, überwachen und erweitern,
- IT-gestützte Fehlerdiagnose mit Hilfe von Assistenz- und Diagnosesystemen durchführen,
- Vernetzung von Produktionssystemen skizzieren,
- Wissens- und Dokumentationssysteme anwenden,

- Prozesszusammenhänge mit allen vor- und nachgelagerten Bereichen und deren Vernetzung verstehen.

Dabei ist ein Denken und Agieren in vernetzten Systemen beim Instandhalten und Inbetriebnehmen der Produktionsanlagen und der Steuerungen der Anlagen unter Beachtung des Datenschutzes und der Datensicherheit notwendig.

In wie vielen Unternehmen diese Entwicklungen schon Realität sind, kann nur schwer abgeschätzt werden, da dies stark von der Größe der Unternehmen und der Branche abhängig ist. Auch ist die Frage nach den Konsequenzen für die berufliche Bildung noch nicht beantwortet:

- Sind ganz neue Berufsbilder für „Industrie 4.0“ notwendig, die vor allem software- und informationstechnische Inhalte neben produktionsspezifischen Inhalten zum Gegenstand haben?
- Werden elektrotechnische und metalltechnische Berufsbilder um software- und informationstechnische Inhalte ergänzt oder
- ist eine Ausweitung existierender Berufsbilder notwendig, wie der/die Mechatroniker/-in mit einem Schwerpunkt IT?

SCHLUSSFOLGERUNGEN UND OFFENE FRAGEN

Eine Entwicklung hin zu „Instandhaltung 4.0“ ist in einigen Bereichen sehr wahrscheinlich. Schon heute

werden vermehrt intelligente Objekte, mobile Geräte, das Internet der Dienste oder auch cyber-physische Systeme in der Produktion eingesetzt. Nutzt man die Idee der Smart Factory als hochkomplexes, wandlungsfähiges und flexibles System mit dem Menschen im Mittelpunkt, dann braucht das System auch Fachkräfte, die als Entscheider, Steuerer, Instandhalter und Experten agieren. WINDELBAND und SPÖTTL (2012) sprechen hier von einem Werkzeugszenario, in dem der Mensch eine Mitgestaltungsmöglichkeit innerhalb der Technologieentwicklung und -umsetzung erhält. „Industrie 4.0“ wird damit als Assistenzsystem gesehen (vgl. AHRENS/SPÖTTL 2015). Das Anwendungsbeispiel „Instandhaltung 4.0“ zeigt deutlich, dass eine Entwicklung hin zu einem Assistenzsystem zu einem veränderten Aufgabenspektrum und zu neuen Kompetenzanforderungen führen wird. Die Fachkräfte müssen sich mit steigenden Anforderungen bei der Interpretation von Systemdaten auseinandersetzen. Hier sind vor allem Analysefähigkeiten und Methodenkompetenzen notwendig, um mit den abstrakten Informationen umgehen zu können und einen schnellen Überblick über den Produktionsprozess zu gewinnen. Die Informationsflut (Big Data) so zu steuern, dass nur die für den Arbeitsprozess notwendigen Informationen der Fachkraft zur Verfügung gestellt werden, wird eine der wichtigsten Herausforderungen in der Umsetzung von Industrie 4.0 werden.

Aktuell gibt es noch viele Forschungsfragen, die offen sind:

- Was sind die aktuellen und zukünftigen Veränderungen durch Einführung von Prinzipien der Industrie 4.0 innerhalb der Instandhaltung (Veränderung der Instandhaltungsstrategien)? Wie groß ist deren Reichweite? Wie viele und welche Mitarbeiter/-innen betrifft dies zukünftig?
- Welche genauen Informationen benötigt die Fachkraft innerhalb des Instandhaltungsprozesses für den Arbeitsprozess? Wie können die Daten so aufbereitet und visualisiert werden, dass die Fachkraft diese direkt für den Arbeitsprozess nutzen kann?
- Wie kann das Erfahrungswissen innerhalb des Instandhaltungsprozesses dokumentiert und weitergegeben werden? Welche Möglichkeiten der Dokumentation und kooperativen Nutzung von Erfahrungswissen existieren (vgl. BIRKEN/PONGRATZ 2015)?

- Welche erforderlichen Kompetenzen lassen sich daraus für die Fachkräfte für eine Instandhaltung 4.0 ableiten? Welche Konsequenzen haben darauf veränderte Arbeitsorganisationsformen?

Eine Konzeptentwicklung zur Optimierung der Instandhaltung auf dem Weg zu Industrie 4.0 kann nur gelingen, wenn die Fachkräfte bei der Entwicklung und Implementierung der CPS-Technologien für die Instandhaltung direkt beteiligt werden. Die Mitarbeiter müssen die Daten der automatisierten Zustandsüberwachung der Anlagenzustände so aufbereitet zur Verfügung gestellt bekommen, dass sie unterstützend zur Fehler-, Schadensbild- und Ursachenfindung beitragen. Eine Instandhaltung entlang des Produktlebenszyklus erfordert innerbetriebliche und außerbetriebliche Kooperationen, Transparenz und Vertrauen.

LITERATUR

- AHRENS, D./SPÖTTL, G. (2015): Industrie 4.0 und Herausforderungen für die Qualifizierung. In: HIRSCH-KREINSEN, H./ITTERMANN, P./NIEHAUS, J. (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Berlin, S. 185–203
- BIEDERMANN, H. (2014): Anlagenmanagement im Zeitalter von Industrie 4.0. In: BIEDERMANN, H. (Hrsg.): Instandhaltung im Wandel. Industrie 4.0 – Herausforderungen und Lösungen. Köln, S. 23–32
- BIRKEN, T./PONGRATZ, H. J. (2015): Partizipative Entwicklung digitaler Lern- und Wissenssysteme. DILI-Projektergebnisse des ISF München. München: ISF München. E-Paper, zugänglich unter <http://www.isf-muenchen.de/pdf/DILI-ISF.pdf> (Stand: 31.07.2015)
- DIN 31051 (2003): Norm DIN 31051:2003-06: Grundlagen der Instandhaltung
- GANSCHAR, O./GERLACH, S./HÄMMERLE, M./KRAUSE, T./SCHLUND, S. (2013): Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Hrsg. von D. SPATH (Fraunhofer IAO). Stuttgart. Internet: http://www.produktionsarbeit.de/content/dam/produktionsarbeit/de/documents/Fraunhofer-IAO-Studie_Produktionsarbeit_der_Zukunft-Industrie_4_0.pdf (Stand: 23.02.2015)
- GORECKY, D./SCHMITT, M./LOSKEYLL, M. (2014): Mensch-Maschine-Interaktion im Industrie 4.0-Zeitalter. In: BAUERNHANSL, T./TEN HOMPEL, M./VOGEL-HEUSER, B. (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Wiesbaden, S. 525–542
- GÜNTHER, G. U. A. (2014): Bedürfnisse, Anforderungen und Trends in der Instandhaltung 4.0. Projektkonsortium Instandhaltung 4.0, p. a. Salzburg Research Forschungsgesellschaft m. b. H., <http://instandhaltung40.salzburgresearch.at/wp-content/uploads/IH40-Analyse-Kurzfassung-final.pdf> (Stand: 24.04.2015)

HIRSCH-KREINSEN, H. (2014): Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“, Soziologisches Arbeitspapier Nr. 38, Dortmund, http://www.wiso.tu-dortmund.de/wiso/is/de/forschung/soz_arbeitspapiere/Arbeitspapier_Industrie_4_0.pdf (Stand: 10.02.2015)

KAGERMANN, H./WAHSTER, W./HELBIG, J. (Hrsg.) (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, http://www.bmbf.de/pubRD/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf (Stand: 29.07.2013)

WINDELBAND, L. (2014): Zukunft der Facharbeit im Zeitalter „Industrie 4.0“. In: Journal of Technical Education (JOTED), 2. Jg., Heft 2, S. 138–160

WINDELBAND, L./DWORSCHAK, B. (2015): Arbeit und Kompetenzen in der Industrie 4.0. Anwendungsszenarien Instandhaltung und Leichtbaurobotik. In: HIRSCH-KREINSEN, H./ITTERMANN, P./NIEHAUS, J. (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Berlin, S. 71–86

WINDELBAND, L./SPÖTTL, G. (2012): Diffusion von Technologien in die Facharbeit und deren Konsequenzen für die Qualifizierung am Beispiel des „Internet der Dinge“. In: FASSHAUER, U. u. A. (Hrsg.): Berufs- und wirtschaftspädagogische Analysen. Opladen/Farmington Hills, S. 205–219

Wandel im Augenoptikerhandwerk

Industriebrille 4.0?



Carolin Lohse

Könnte zukünftig der Prozess von Fertigung und Kauf einer Korrektionsbrille mit Hilfe des Internets der Dinge und Dienste, in Vernetzung mit Mensch, Objekt und Systemen, in Verbindung mit der digitalen Fabrik einen neuen Weg gehen? Die industrielle Fertigung sowie die dafür notwendige digitale Vernetzung der branchenspezifischen Systeme der Augenoptik werden von traditionell-handwerklichen Fachgeschäften und Filialisten bereits in unterschiedlicher Form genutzt. Daraus ergibt sich eine Transformation der Geschäfts- und Arbeitsprozesse und damit stellt sich für den traditionell handwerklichen Beruf der Augenoptiker/-innen die Frage: Verschwinden das Handwerk aus den Unternehmen und die Qualifikationsanforderung handwerklicher Fähigkeiten aus dem Berufsbild?

AUSGANGSLAGE

Industrie 4.0

Die zunehmende Nutzung des Internets sowie digitaler Technologien und die damit verbundene Digitalisierung der Fertigungstechnik bewirken entscheidende Veränderungen in der Wirtschafts- und Arbeitswelt (BUNDESRAT 2014, S. 1). Der Einsatz fabrikübergreifender digitaler Modelle, als Abbild der realen Fabrik, für die Planung und Steuerung sowie die „Verknüpfung mit realen Teilsystemen der Produktion, Fertigungskomponenten und Werkzeuge“ (HIRSCH-KREINSEN 2014, S. 3) beschreiben das Zukunftsbild der digitalen Fabrik. Ziel ist eine ganzheitliche Planung, Umsetzung, Steuerung und optimale Anpassung der Produktionsprozesse und -ressourcen. Es vollzieht sich eine Entwicklung von der automatisierten zur anpassungsintelligenten Produktion. Daraus ergeben sich in erster Linie veränderte, dynamische Geschäftsprozesse, die individuelle Kundenwünsche realisieren und kurzfristig auf Störungen in Produktion oder Zulieferung reagieren (ZÄH u. A. 2003, S. 75 f.;

PROMOTORENGRUPPE 2013, S. 5). Im folgenden Beitrag sollen über die Beschreibung des sich wandelnden betrieblichen Geschäftsprozesses „Fertigung und Verkauf einer Korrektionsbrille“ Ansatzpunkte des Zukunftsbilds „Industrie 4.0“ für die Augenoptikerbranche und deren Auswirkungen auf die Ausbildung zum/zur Augenoptiker/-in zur Diskussion gestellt werden.

Die Fertigung einer Korrektionsbrille bildet für das Verständnis einer digitalen Fabrik allerdings nur ein Teilsystem ab. Die intelligente Produktion müsste die Herstellung der Fassungen und der optischen Gläser, die Logistik sowie die Berücksichtigung von individuellen Wünschen, verbunden mit zeitnahen Korrekturen, beinhalten, um ein umfassendes Abbild der realen Produktion in einer Simulation mit veränderbaren Größen erreichen zu können. Mit dem Blick auf die Branche wird deutlich, dass die industrielle Fertigung in den Jahren ab 2010/11 (WETZEL 2015) einen Trend zu verzeichnen hat.

weiter auf Seite 23

KURZ NOTIERT

Workshop „Simulation technischer Systeme inklusive der Grundlagen und Methoden in Modellbildung und Simulation“

Auf Einladung der ASIM/GI Fachgruppen STS und GMMS und der Hochschule Hamm-Lippstadt findet am 10. und 11. März 2016 der Workshop „Simulation technischer Systeme inklusive der Grundlagen und Methoden in Modellbildung und Simulation“ auf dem Campus Lippstadt statt. Die Veranstaltung soll die Diskussion, den Informations- und Erfahrungsaustausch zwischen Fachleuten auf den Gebieten der Simulation technischer Systeme sowie der Simulation von Verkehrssystemen und den Grundlagen und Methoden der Modellbildung und Simulation fördern. Beiträge zu den ausgewiesenen Schwerpunkten können sowohl anwendungsorientiert als auch grundlagenorientiert sein. Aber auch die Vorstellung von Ideenskizzen oder noch laufenden Projekten sind willkommen und müssen nicht unbedingt den vorgegebenen thematischen Schwerpunkten entsprechen. Weiterführende Informationen u. a. zu den Schwerpunkten des Workshops finden sich unter www.hshl.de/simulation2016.

Fachtag der Technischen Bildung Baden-Württemberg zum Thema „Digitalisierung in der Lebens- und Arbeitswelt – Herausforderungen für die Technische Bildung“

Die Digitalisierung unserer Lebens- und Arbeitswelt und insbesondere die Vernetzung von Gegenständen, Maschinen und Räumen beschäftigt immer mehr Unternehmen, Wissenschaftler sowie Schulen, denn sie birgt enorme Chancen, aber auch Risiken sowie Herausforderungen für alle Beteiligten. Doch wie verändern sich dadurch die Anforderungen an die Kompetenzen von Mitarbeitern – zum Beispiel durch die als Wirtschaft 4.0 bekannte Digitalisierung der Produktion – oder wie muss ein Lernen innerhalb der digitalisierten Arbeitswelt und als Vorbereitung

INTRO

Zum Ende des letzten Jahres veröffentlichte das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) noch ein paar besorgniserregende Zahlen (www.bibb.de/de/pressemitteilung_35544.php): Nach den Ergebnissen einer Sonderauswertung des Qualifizierungspanels des BIBB ist der Anteil unbesetzter Ausbildungsstellen – bezogen auf das gesamte Angebot an betrieblichen Ausbildungsplätzen – von 19,6 % im Jahr 2012 auf 27,2 % im Jahr 2014 angestiegen. Damit blieb im Ausbildungsjahr 2013/2014 gut jede vierte angebotene Ausbildungsstelle vakant!

Beim BIBB-Qualifizierungspanel handelt es sich um eine repräsentative Befragung von rund 3.500 Betrieben. Insbesondere kleinere Betriebe (bis 19 Beschäftigte) geraten dabei zunehmend ins Hintertreffen, da sie von den Besetzungsproblemen besonders betroffen sind. Hier liegt der Anteil an unbesetzten Ausbildungsstellen bereits bei über 33 % (2012: 21,3 %). Bei den mittelständischen Betrieben (bis 200 Beschäftigte) stieg dieser Wert dagegen nur leicht auf 20,4 % und bei den größeren Betrieben ebenfalls nur leicht auf 7,8 % an.

Das duale Ausbildungssystem wird laut BIBB-Analyse zunehmend von den zahlreichen mittelständischen Betrieben geprägt. Unbesetzte Ausbildungsplätze melden vor allem Betriebe aus den Branchen Landwirtschaft, Bergbau, Hotellerie und Gastronomie, aber auch aus der Bauwirtschaft und dem Einzelhandel. Hier liegen die Anteile unbesetzter Ausbildungsstellen durchschnittlich zwischen 30 und 47 %. Bleibt zu hoffen, dass sich dieser Trend in 2016 nicht weiter fortsetzt.

Michael Sander

in der allgemeinbildenden und berufsbildenden Schule aussehen?

Im Rahmen des Fachtags wird zur Diskussion gestellt, wie man die zukünftigen Herausforderungen für die Umsetzung einer erfolgreichen Digitalisierung in Berufe und schulischer Ausbildung meistern kann. Zusammen mit Unternehmen, Verbänden, Wissenschaftlern, Schulen der Allgemeinbildung und beruflichen Bildung werden in Vorträgen und Workshops konkrete Umsetzungsstrategien und Lernprojekte zur Förderung der notwendigen Kompetenzen in einer digitalisierten Lebens- und Arbeitswelt aufgezeigt.

Der Fachtag richtet sich in erster Linie an Unternehmensvertreter der Wirtschaft (Handwerk und Industrie), Schulleiter/-innen aller Schulformen und Lehrer/-innen der Technischen Bildung allgemein-

bildender Schulen sowie gewerblich-technischer Fachrichtungen berufsbildender Schulen, Fachberater/-innen, Studienseminarleiter/-innen, Mentoren und Referendare sowie Lehramtsstudierende von technikhorientierten Fächern und der Ingenieurpädagogik, Berufs- und Arbeitswissenschaftler sowie Wissenschaftler der Technischen Bildung und Vertreter von Verbänden, Gewerkschaften, Kammern und Vereinen der technischen Bildung.

Veranstalter ist das Institut für Bildung, Beruf und Technik der PH Schwäbisch Gmünd und Südwestmetall. Partner und Unterstützer sind die BAG Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik e. V., vermit – Vereinigung mittelständischer Industrie-Trainer und Trainingszentren und die datenschutz nord GmbH.

WAS UND WANN?

Jahrestagung der Gesellschaft für Empirische Bildungsforschung (GEBF), www.gebf-ev.de/tagungen/2016-4-tagung/

07.03.2016–11.03.2016 in Berlin

2. Fachtag der Technischen Bildung BW, „Digitalisierung in der Lebens- und Arbeitswelt – Herausforderungen für die Technische Bildung“, Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd, www.ph-gmuend.de/deutsch/aktuell/tagungen/fachtag.php

07.04.2016 in Schwäbisch Gmünd

26. BAG-Fachtagung „Digitale Vernetzung der Facharbeit“ <http://www.bag-elektrometall.de>

22.–23.04.2016 in Karlsruhe

PETER KRÜß WIRD UNS FEHLEN

In der letzten Mitgliederversammlung unserer Bundesarbeitsgemeinschaft in Dresden ging es darum, eine Findungskommission für die Nachfolge von Ulrich Schwenger zu besetzen. Als erstes fiel dabei der Name des am 8. Juni 1931 geborenen Peter Krüß. Wie kein anderer war Peter Krüß in unserer Bundesarbeitsgemeinschaft verwurzelt. Niemand kannte alle Interna und alle Beteiligten besser als er. Diese Expertise hatte er sich bei seiner Tätigkeit als Schatzmeister und bei der persönlichen Betreuung der Mitglieder über Jahrzehnte hinweg angeeignet – beides mehr oder weniger undankbare Aufgaben, mit denen man keine Meriten verdienen kann. Diese geduldige und kontinuierliche Kärnerarbeit, die auf jede Eitelkeit verzichtet und das gemeinsame Gelingen in den Vordergrund stellt, war so kennzeichnend für seine Persönlichkeit.

Ein norddeutscher Akzent löst in der Regel das Vorurteil von Sprödigkeit und Distanznahme aus. Anders bei Peter Krüß, der seinem Gegenüber stets mit vertrauensvoller Verbindlichkeit begegnete und die Zunge seiner Gesprächspartner nach wenigen Sätzen lösen konnte. Auf diese Weise konnte man sich mit ihm zusammen so förderlich auf gemeinsame intellektuelle Entdeckungsreisen und Lernprozesse begeben. Durch sein zurückhaltendes Auftreten erwuchs im Gespräch eine Atmosphäre von produktiver Unsicherheit, in der sich die Beteiligten ohne Umwege über hierarchische Beziehungsebenen auf das Bemühen um die Sache konzentrieren konnten.

Diese bewundernswerte soziale und kommunikative Kompetenz geht sicher auch auf seinen privaten und beruflichen Werdegang zurück. Auf Helgoland geboren, durch die Kriegswirren und Bewegungen der Frontverläufe zwischen Helgoland,

Mecklenburg-Vorpommern und Hamburg wechselnd musste er seinen gymnasialen Bildungsweg abbrechen, um im elterlichen Betrieb mitzuarbeiten. Dort absolvierte er eine Lehre als Rundfunkmechaniker und sicherte sich die Existenz auch mit einer Tätigkeit im Tiefbau auf Helgoland. Fortbildung zum Techniker und Studium in Abendform zum Ingenieur. Schließlich verschiedene Tätigkeiten im gelernten Beruf: Schaltgerätemechaniker, Entwickler für die Qualitätskontrolle, Elektroingenieur, Abteilungsleiter für die Wartung der Navigationssysteme beim Starfighter. Es folgte das Lehramtsstudium in Hamburg und Lehrtätigkeiten an der Berufsschule und am Gymnasium sowie ab 1975 bis zur Pensionierung seine Lehrtätigkeit in der Lehrerbildung.

Insgesamt blicken wir auf eine gründliche berufliche Bildung und angesichts der damaligen Ereignisse auf einen immensen Erfahrungsschatz, der heute seinesgleichen sucht. Auf diesem Hintergrund lässt sich das Wirken von Peter Krüß in unserer BAG so einschätzen, dass uns bewusst wird, was uns demnächst fehlen wird. Nicht vergessen werden wir neben seiner Kärnerarbeit seine inhaltlichen Beiträge, mit denen er z. B. die Entwicklung von der Kontakttechnik zur Digitaltechnik begleitet hat, seine Mitwirkung als Landesvertreter für Schleswig-Holstein, aber vor allem seine Wortbeiträge in Diskussionen und Workshops. Wenn unsere akademischen Kollegen wortstark ihre wissenschaftlichen und zuweilen von der einen oder anderen Eitelkeit geprägten Gedanken und Systeme entfalteten, meldete sich Peter einfach und bescheiden mit wenigen Fragen, die die Verfasser dieser Gedankengebäude veranlassten, sich auf konkreten Unterricht zu beziehen. Und wir mussten so häufig dabei an den alten Lehrer Sokrates denken, der mit wenigen, ernststen Nachfragen die Sprechblasen der Sophisten zerplatzen ließ. Peter gelang es jedoch stets, „Verletzungen“ zu vermeiden und das gemeinsame Bemühen immer wieder konstruktiv zu wenden. Er stellte sich auch in den Dienst der Aufgabe, eine Verstehenskultur gegen die Beschränkung auf eine Bedienerfertigkeit zu verteidigen.

So gewann er zeitlebens viele echte Freunde, und wer einmal seine Freundschaft erworben hatte, konnte sich uneingeschränkt auf ihn verlassen. Nicht nur die beiden Autoren dieser Zeilen haben mit ihm am 29. Oktober 2015 einen treuen Freund verloren.

Gottfried Adolph,
Wolfhard Horn

Tschüss Peter

Am 29.10.2015 verstarb Peter Krüß in Quickborn. Unter großer Anteilnahme vieler Freunde wurde er am 12. November 2016 beerdigt.



Mit Peter Krüß verliert die BAG einen ihrer wertvollen Altgedienten und Mitstreiter der ersten Stunden. Nachdem er bereits in der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufspädagogen aktiv tätig wurde, war Peter 1988 bei der Gründung der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik dabei und übernahm das Amt des Schatzmeisters. Peter stellte sich stets in den Dienst der Sache und immer dort, wo Unterstützung und Tatkraft benötigt wurden, engagierte er sich selbstlos. In den verschiedenen Gremien war er der Vertreter Schleswig-Holsteins; zeitweise war er Leiter der Geschäftsstelle BAG Elektrotechnik. Er achtete stets besonders darauf, die BAG auf eine breitere Basis zu stellen und möglichst viele Mitglieder zu gewinnen. In vielen Gesprächen haben wir die Lage der BAGs ebenso wie die Probleme mit der gemeinsam mit der BAG Metalltechnik herausgegebenen Zeitschrift „lernen & lernen“ erörtert. Waren es oftmals die Schwierigkeiten bei der rechtzeitigen Heftenstellung, so galt sein besonderes Augenmerk den inhaltlichen Aspekten der Zeitschrift. Nach fast jeder Ausgabe haben wir die Stärken und Schwächen des neuen Heftes analysiert. Weniger erfreulich war für ihn, dass trotz der großen Anzahl von Mitgliedern aus dem Kreis der Berufsschullehrer nur wenige bereit waren, von ihrer täglichen Arbeit mit den besonderen Problemen in den Fachklassen zu berichten. Peters große Sorge war die, dass die Zeitschrift zu einem Veröffentlichungsorgan für Doktoranden, Dozenten oder Hochschullehrern werden könnte.

Auch wenn wir zunächst zwei getrennten BAGs angehörten, waren unsere Gespräche und zahlreichen gegenseitigen Anrufe, Nachfragen und Hinweise sehr hilfreich und belebend. Besonders während meiner Tätigkeit für die Zeitschrift „lernen & lernen“ als Schriftleiter und Herausgeber waren seine Ratschläge interessant, oftmals richtungsweisend und durchweg von Wohlwollen geprägt. Mir werden diese Gespräche nun fehlen und ich vermisse sie bereits jetzt. Herzlichen Dank, „Tschüss Peter“ sagt

Bernd Vermehr



Peter Krüß, wie wir ihn kannten: Konzentriert und kompetent wußte er auf freundliche Art zu überzeugen.

Herbstkonferenz der gtw an der Leibniz Universität Hannover

Die Herbstkonferenz der Gewerblich-Technischen-Wissenschaften und ihrer Didaktiken (gtw) wird am 5. und 6. Oktober 2016 an der Leibniz-Universität Hannover unter dem Motto „Berufspädagogik, Fachdidaktiken und Fachwissenschaften – Einheit oder Differenz in den gewerblich-technischen Wissenschaften“ stattfinden und geht einher mit dem Jubiläum „50 Jahre Berufspädagogik in Hannover“.

Im Fokus der verschiedenen Disziplinen Berufspädagogik, Fachdidaktiken und Fachwissenschaften werden vier Themenfelder behandelt: Zum einen werden bewährte und sich aktuell etablierende Studienmodelle für die Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften in den Blick genommen. Zum anderen bildet die fortschreitende Digitalisierung der Arbeitswelt mit den Konsequenzen für das berufliche Lernen einen Schwerpunkt. Berufspädagogische Perspektiven auf gewerblich-technische Berufsbildung und das Verhältnis zwischen Wissenschaft und Didaktik sind weitere Themen der Tagung. Den Call for Paper, ein Formular zur Einreichung von Beiträgen, und weitere Informationen zur Konferenz finden sich unter www.ifbe.uni-hannover.de/gtw.html.

30 Prozent Absatzplus bei Ölheizungen – Brennwertechnik mit zunehmender Bedeutung für die Energiewende

Moderne Brennwertechnik hat eine zunehmende Bedeutung für die Erreichung der Klimaziele im Wärmemarkt. „Die aktuellen Marktzahlen zeigen, dass Kunden, gerade bei bestehenden Gebäuden, verstärkt in neue Brennwertheizungen investieren“, erklärt Adrian Willig, Geschäftsführer des Hamburger Instituts für Wärme und Oeltechnik (IWO). Brennwerttechnik gilt als besonders effizient, weil sie auch von der im Abgas gebundenen Wärme Gebrauch macht.

Heizsysteme wie Biomassekessel und Strom-Wärmepumpen verzeichnen dagegen derzeit deutlich rückläufige Absatzzahlen. Die Aussagen des IWO basieren auf Marktangaben des Bundesverbands der Deutschen Heizungsindustrie (BDH). Diese zeigen für die ersten acht Monate des Jahres 2015 teilweise erhebliche Zuwachsraten für Brennwertkessel auf Gas- und Öl-Basis. Während sich die Investiti-

onen in Gasbrennwertechnik mit einem Absatzplus von vier Prozent auf hohem Niveau stabilisiert haben, verzeichneten vor allem Ölheizungen eine deutliche Steigerung von rund 30 Prozent gegenüber dem Vorjahreszeitraum.

Wesentlich schwächer fällt dagegen die Absatzentwicklung von kostspieligeren Lösungen wie Biomassekesseln und Wärmepumpen aus. Hier ging der Absatz von Januar bis August 2015 im Vergleich zum Vorjahr teilweise deutlich zurück. „Eigentümer und Bauherren entscheiden sich eher für effiziente und dabei vergleichsweise kostengünstige Lösungen zur Wärmeerzeugung“, so Adrian Willig. „Davon profitieren die Brennwertheizungen.“ www.zukunftsheizen.de/presse

Internetunternehmen profitieren von Studierenden mit viel Berufserfahrung

29 Prozent aller akademischen Absolventen bringen in ihre erste Festanstellung bei Internetunternehmen bereits berufliche Vorerfahrungen aus branchennahen Nebenjobs mit. Damit liegt diese Branche, gemeinsam mit dem IT/Soft-/Hardware-Bereich, auf dem ersten Platz unter 24 analysierten Branchen.

Das ist das Ergebnis einer Befragung unter 20.000 Studenten im Rahmen der Studienreihe „Fachkraft 2020“ von Studitemps.de und dem Department of Labour Economics der Maastricht University. Bei der Frage nach dem erwarteten Einstiegsgehalt (41.441 Euro) oder der antizipierten Jobzufriedenheit (7,14 von 10) sowie der Sorge vor anfänglicher Arbeitslosigkeit (27 Prozent) erreicht die Internetbranche in der Studie dagegen nur durchschnittliche Ergebnisse. Top-Wunscharbeitgeber für Studierende im Bereich Internet ist Google: 31,2 Prozent der Studenten würden gerne für den US-Konzern arbeiten. Mit deutlichem Abstand landet Microsoft (14 %) auf dem zweiten Platz, dicht gefolgt vom ewigen Konkurrenten Apple mit 12,0 Prozent. Amazon schafft es mit einem zweistelligen Prozentwert (10,3 %) auf Platz vier der studentischen Wunschliste, Facebook belegt mit 7,2 Prozent den fünften Rang.

Studitemps-Geschäftsführer Eckhard Köhn: „Die branchentypische kreative Aufbruchstimmung bei vielen Internetunternehmen führt zu einer hohen Attraktivität bei Studentinnen und Studenten. Dabei ergeben sich bereits im Studium viele Möglichkeiten, hier berufliche Erfahrungen zu sammeln. Keine Frage: Akademische Nachwuchssorgen haben einstweilen andere Branchen. Dennoch lässt Platz 11 im Gesamtbranchenranking noch Luft nach oben erkennen.“

Ausführliche Studienergebnisse sowie das komplette Unternehmens-Ranking der Branche sind online abrufbar unter <http://studitemps.de/magazin/karriere-nach-dem-studium-internetunternehmen-im-aufwind>.

Telekommunikationsbranche für Hochschulabsolventen unattraktiv

Deutsche Telekom vor Vodafone und Telefónica

Berufliche Karriere in der Telekommunikationsbranche? „Nein danke“, lautet die Antwort vieler Studenten in Deutschland dazu. Konkret: Der Bereich der Telekommunikation ist die unbeliebteste Branche bei Studierenden und nimmt den letzten Platz im Vergleichsranking von 24 Branchen ein. Während es in der Spitze über 17 Prozent der Hochschulabsolventen und Hochschulabsolventen in den Medien- und Verlagsbereich zieht, votierten am Ende des Rankings gerade einmal 0,7 Prozent für den Bereich der Telekommunikation. Das ist das Ergebnis einer Befragung unter 20.000 Studenten im Rahmen der Studienreihe „Fachkraft 2020“ von Studitemps.de und dem Department of Labour Economics der Maastricht University.

Trotz der schlechten Platzierung im Gesamtranking schneidet der Telekommunikationsbereich bei einzelnen Befragungskriterien sogar sehr gut ab: So sprechen die befragten Studierenden der Branche bei der Frage nach der erwarteten Jobzufriedenheit 7,78 von 10 möglichen Punkten zu – Platz 1 im Gesamtbranchenranking dieser Kategorie. Hinzu kommt, dass lediglich 26 Prozent der Befragten Sorge vor anfänglicher Arbeitslosigkeit haben.

Bei den Studierenden, die es in die Telekommunikationsbranche zieht, wird als zukünftiger Arbeitgeber klar die Deutsche Telekom mit 39,6 Prozent favorisiert. Es folgen Vodafone mit 28,1 Prozent und Telefónica mit 10,7 Prozent. Die Ränge 4 und 5 gehen an Kabel Deutschland und Unitymedia.

Studitemps-Geschäftsführer Eckhard Köhn: „Ein Grund für die gute Platzierung der Deutschen Telekom kann darin liegen, dass sie explizit passende Jobprofile für Studenten in ihrem Customer Support anbietet. Studierende können aufgrund von flexiblen Arbeitsmodellen so Job und Studium verbinden und die Deutsche Telekom als Arbeitgeber früh kennenlernen. Dies kann nicht den Schnitt der ganzen Branche verbessern, zeigt sich jedoch deutlich in der führenden Position der Deutschen Telekom im Unternehmensranking.“

Ausführliche Studienergebnisse der Branche sind online abrufbar unter studitemps.de/magazin/letzter-platz-telekommunikationsbranche-bei-absolventen-sehr-unbeliebt.

BAG IN KÜRZE

Plattform zu sein für den Dialog zwischen allen, die in Betrieb, berufsbildender Schule und Hochschule an der Berufsbildung beteiligt sind – diese Aufgabe haben sich die Bundesarbeitsgemeinschaften gestellt. Ziel ist es, die berufliche Bildung in den jeweiligen Fachrichtungen Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik auf allen Ebenen weiterzuentwickeln.

Die Zeitschrift „lernen & lehren“ – als wichtigstes Organ der BAG – ermöglicht den Diskurs in einer breiten Fachöffentlichkeit und stellt für die Mitglieder der BAG regelmäßig wichtige Informationen bereit, die sich auf aktuelle Entwicklungen in den Fachrichtungen beziehen. Sie bietet auch Materialien für Unterricht und Ausbildung und berücksichtigt abwechselnd Schwerpunktthemen aus der Elektrotechnik und Informationstechnik sowie der Metalltechnik und Fahrzeugtechnik. Berufsübergreifende Schwerpunkte finden sich immer dann, wenn es wichtige didaktische Entwicklungen in der Berufsbildung gibt, von denen spürbare Auswirkungen auf die betriebliche und schulische Umsetzung zu erwarten sind.

Eine mittlerweile traditionelle Aufgabe der Bundesarbeitsgemeinschaften ist es, im zweijährlichen Turnus die Fachtagungen Elektrotechnik und Metalltechnik im Rahmen der HOCHSCHULTAGE BERUFLICHE BILDUNG zu gestalten und so einer breiten Fachöffentlichkeit den Blick auf Entwicklungstendenzen, Forschungsansätze und Praxisbeispiele in den Feldern der elektro-, informations- sowie metall- und fahrzeugtechnischen Berufsbildung zu öffnen. Damit geben sie häufig auch Anstöße, Bewährtes zu überprüfen und Neues zu wagen.

Die Bundesarbeitsgemeinschaften möchten all diejenigen ansprechen, die in der Berufsbildung in einer der Fachrichtungen

Elektro-, Informations-, Metall- oder Fahrzeugtechnik tätig sind, wie z. B. Ausbilder/-innen, (Hochschul-)Lehrer/-innen, Referendare und Studierende, wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen sowie Vertreter/-innen von öffentlichen und privaten Institutionen der Berufsbildung. Sie sind herzlich eingeladen, Mitglied zu werden und die Zukunft mitzugestalten.

BAG IN IHRER NÄHE

Baden-Württemberg	Lars Windelband	lars.windelband@ph-gmuend.de
Bayern	Peter Hoffmann	p.hoffmann@alp.dillingen.de
Berlin/Brandenburg	Bernd Mahrin	bernd.mahrin@alumni.tu-berlin.de
Bremen	Olaf Herms/ Michael Kleiner	ohherms@uni-bremen.de mkleiner@uni-bremen.de
Hamburg	Wilko Reichwein	reichwein@gmx.net
Hessen	Uli Neustock	u.neustock@web.de
Mecklenburg-Vorpommern	Christine Richter	ch.richter.hro@gmx.de
Niedersachsen	Andreas Weiner	weiner@zdt.uni-hannover.de
Nordrhein-Westfalen	Reinhard Geffert	r.geffert@t-online.de
Rheinland-Pfalz	Stephan Repp	mail@repp.eu
Saarland	Dieter Schäfer	d.schaefer@hwk-saarland.de
Sachsen	Martin Hartmann	martin.hartmann@tu-dresden.de
Sachsen-Anhalt	Klaus Jenewein	jenewein@ovgu.de
Schleswig-Holstein	Reiner Schlausch	reiner.schlausch@biat.uni-flensburg.de
Thüringen	Matthias Grywatsch	m.grywatsch@t-online.de

Hinweis für Selbstzahler:

Bitte nur auf das folgende Konto überweisen!

IBAN:

DE30 290 501 01 0080 9487 14

SWIFT-/BIC-Code:

SBREDE22XXX

BAG-MITGLIED WERDEN

www.bag-elektrometall.de/pages/BAG_Beitritt.html

www.bag-elektrometall.de
kontakt@bag-elektrometall.de

Tel.: 04 21/218-66 301
Fax: 04 21/218-98 66 301

Konto-Nr. 809 487 14
Sparkasse Bremen (BLZ 290 501 01)

IBAN: DE30 290 501 01 0080 9487 14
SWIFT-/BIC-Code: SBREDE 22 XXX

IMPRESSUM

Bundesarbeitsgemeinschaften für Berufsbildung in den Fachrichtungen
Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik e. V.
c/o ITB – Institut Technik und Bildung
Am Fallturm 1
28359 Bremen
04 21/218-66 301
kontakt@bag-elektrometall.de

Redaktion Layout Gestaltung
Michael Sander Brigitte Schweckendieck Winnie Mahrin

Branche und Daten – technologischer Fortschritt

Der Beruf „Augenoptiker/-in“ ist seit 1934 ein anerkannter Ausbildungsberuf. Traditionell ist dieser Monoberuf dem Handwerk zuzuordnen. Laut der Al-lensbach-Studie 2014/15 zum „Sehbewusstsein der Deutschen“ nutzen derzeit 40,1 Millionen Fehlsichtige (ab 16 Jahren) eine Brille (KURATORIUM GUTES SEHEN 2015, S. 1). Im Jahr 2014 wurden 12,15 Millionen Brillen in 11.950 augenoptischen Fachgeschäften verkauft (WETZEL 2015, S. 2 f.). Die individuell angepasste Brille wird auch in Zukunft ein nachgefragtes Produkt sein, insbesondere vor dem Hintergrund des demographischen Wandels.

Im Zuge des technologischen Fortschritts ist in der Augenoptikbranche eine Veränderung bezüglich der Fertigung von Korrektionsbrillen zu verzeichnen. Die Bearbeitung der Korrektionsgläser erfolgt in Schleifautomaten mit intelligenter Randbearbeitung und zusätzlich integrierten Werkzeugen. Somit werden einzelne Fertigungsschritte in einem Prozess zusammengefasst. Noch einen Schritt weiter geht die externe Bearbeitung der Korrektionsgläser durch industrielle Fertigung in komplexen Bearbeitungszentren.

In der Branchenstrukturerhebung 2010/2011 wurde festgestellt, dass 15 Prozent der Korrektionsgläser extern bearbeitet werden und 5 Prozent der Betriebe die Fertigung der Brillenaufträge zu 100 Prozent auslagert. Insgesamt wurden im Jahr 2010/2011 zehn Prozent aller verkauften Brillen in externen Werkstätten¹ gefertigt (WETZEL 2015, S. 9). Zusätzlich ist der Online-Markt zu erwähnen, der einen Anstieg des Umsatzes zwischen 2013 und 2014 von 30 Prozent zu verzeichnen hat. Mit 650.000 verkauften Korrektionsbrillen im Jahr 2014 hat er einen Anteil von 3,7 Prozent am Gesamtumsatz der Branche erreicht, Tendenz steigend (ebd., S. 3).

Fertigung im Fachgeschäft heute – Phase drei der industriellen Revolution

Eine Korrektionsbrille besteht aus einer Kunststoff- oder Metallfassung und zwei, je nach Fehlsichtigkeit, individuell gefertigten Korrektionsgläsern. Diese Brillen wurden, laut Erhebungen von 2010/2011, in 58 Prozent der Betriebe komplett in den eigenen Werkstätten der augenoptischen Fachgeschäfte gefertigt (WETZEL 2015, S. 9).

Für die Beschreibung und Darstellung des betrieblichen Geschäftsprozesses „Fertigung und Verkauf einer Korrektionsbrille“, beruhend auf Erfahrungswissen, wird das GAHPA-Modell nach

PETERSEN (2005) verwendet, um die Berufsarbeit der Augenoptiker/-innen im Prozess in drei Schritten bis auf die Ebene der Arbeitsaufgaben zu beschreiben (Abb. 1). Geschäftsprozesse haben Produkte oder Dienstleistungen in Abhängigkeit von der Branche zum Gegenstand. Das Modell macht die Arbeit und entsprechend benötigte Qualifikationen der am Prozess beteiligten Fachkräfte erfassbar (PETERSEN 2005, S. 167 f.).

Anhand einer vorliegenden Verordnung der Augenärzte und Augenärztinnen oder der durchgeführten Refraktion² im Laden erfolgt die Bestellung individueller Korrektionsgläser für die Kundin und den Kunden per Datenfernübertragung mit Tagesabschluss aus dem augenoptischen Fachgeschäft in die Glasfirma (Abb. 1: „Kundenberatung/Auftragsannahme“). Die Gläser werden nach der Lieferung von Hand vermessen, entsprechend der Kundendaten zentriert und für den Schleifvorgang fixiert.³ Die Fassungsform wird über ein Abtastsystem (Tracer) erfasst, das die Daten an den Schleifautomaten überträgt. An dieser Stelle werden die Aufträge nach Kunststoff- und Silikatgläsern, zu fertigender Facettenform und Terminbearbeitung sortiert. Die maschinelle Bearbeitung der Gläser erfolgt einzeln und in Abhängigkeit vom Automatisierungsgrad des Schleifautomaten in unterschiedlichem Umfang. Für die gewünschte Glasform sind die Daten in der Software abrufbar oder sie werden manuell eingegeben. Nach dem Schleifvorgang werden in händischer Bearbeitung beispielsweise die Kanten der Gläser am Handschleifstein gebrochen, Nuten für Fadenbrillen gefräst oder Gläser für die Montage in randlose Fassungen gebohrt. Abschließend erfolgen das Ausrichten und die Endkontrolle der Brille (Abb. 1: „Planen und Organisieren“ bis „Endkontrolle“). Der/Die Augenoptiker/-in muss, je nach maschineller Ausstattung der Werkstatt, handwerkliche Kompetenzen in differenzierter Breite und Tiefe aufweisen und anwenden können. Lässt ein Fachgeschäft die Korrektionsbrillen in industrieller Fertigung bearbeiten, verändert sich der Geschäftsprozess und das Handwerk tritt in den Hintergrund. Die Datenerfassung und Datenübertragung wird zur Schnittstelle zwischen Auftragsannahme und externer Fertigung.

ÜBERGANG ZU PHASE VIER DER INDUSTRIELLEN REVOLUTION?

Der Datentransfer mit den Informationen zu den Fertigungsverfahren (Schleifen, Fräsen, Bohren), Formrandungsparametern (Glasdesign), Werkstoffen

(Glas, Kunststoff) sowie zu individuellen Daten der Zentrierung für die Kundin und den Kunden erfolgt über kompatible IT-Systeme und branchenspezifische Software in die externe Werkstatt. Im Zukunftsszenario der Promotorengruppe (2013) wird das intelligente Produkt als eindeutig identifizierbar und zu jeden Zeitpunkt lokalisierbar sowie ausgestattet mit dem Wissen über den Herstellungsprozess, Einsatz und Lebenszyklus beschrieben. Das Produkt unterstützt die Fertigung, indem es alle Daten mit sich führt. Das Fertigungsverfahren, sämtliche Parameter zum Bearbeitungsprozess und zur Auslieferung werden in Name und Adresse mitgeführt (PROMOTORENGRUPPE 2013, S. 23 ff.). In der Prozessbeschreibung ist zu prüfen, wie dicht diese Definition an die Korrektionsbrille als Produkt der Fertigung bereits heranreicht bzw. diese zu einem intelligenten Produkt werden könnte.

Aktuelles Beispiel: Auftragsbearbeitung eines Großfilialisten

Ein Großfilialist fertigt, nach Erfahrungsberichten von Meistern und Meisterinnen dieses Unternehmens, fast ausschließlich zentral mit komplexen Bearbeitungszentren und hat fast keine Schleifauto-

maten in den einzelnen Standorten mehr. Sämtliche Daten eines Brillenauftrags werden in einem Code gespeichert und bestimmen die Zulieferung der Gläser, die Zuordnung der Fassungen, die Fertigung und den Versand in die Filiale. Die Fassungskoordinaten für die Formrandung werden dem Auftragscode direkt zugeordnet. Mit Hilfe eines Video-, Mess- und Zentriersystems wird eine digitale Vermessung der Anatomiedaten der Kundinnen und Kunden in Verbindung mit der ausgewählten Fassung vorgenommen. Über festgelegte Koordinatenpunkte an der Brillenfassung und mit Hilfe der Gerätesoftware ermittelt der/die Augenoptiker/-in Zentrierdaten mit einer Genauigkeit von einem Zehntel Millimeter und überträgt diese in den individuellen Auftrag. Die Auswahl der Gläser wird mit Hilfe digital hinterlegter, firmenspezifischer Kataloge vorgenommen. Bei Tagesabschluss läuft die Datenübertragung aller Aufträge automatisch in die Betriebssysteme der Glasfirmen und Werkstätten. Die Zulieferung der Gläser unterschiedlichster Glashersteller erfolgt direkt in die externen Fertigungsstätten. Diese Produkte sind eindeutig identifizierbar und führen individuelle Daten der Zentrierung, zum Herstellungsprozess, zur Logistik und zur Zusammenführung mit den Korrekti-

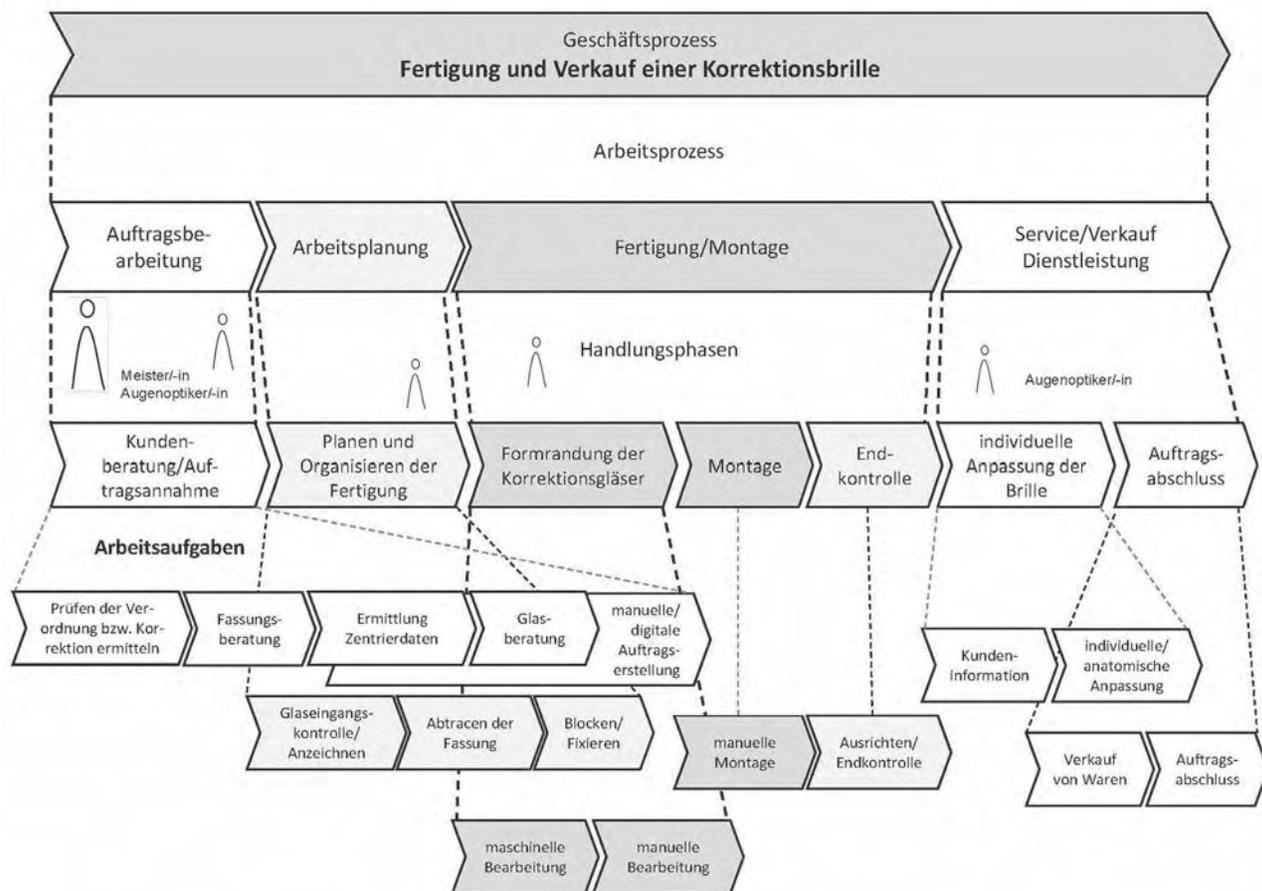


Abb. 1: Geschäftsprozess „Fertigung und Verkauf einer Korrektionsbrille“ auf drei Ebenen: Arbeitsprozesse, Handlungsphasen und Arbeitsaufgaben, einschließlich Fachkräfte im GAHPA-Modell nach PETERSEN (2005).

onsgläsern mit sich. Die Prozessdaten sind zu jedem Zeitpunkt abrufbar, jedoch nicht zu beeinflussen oder zu verändern.

Nach ZÄH u. A. handelt es sich bei der Definition des Datenmanagements und der Kommunikation, als eine der Hauptaufgaben der virtuellen Produktion, „nicht nur um die Implementierung von Schnittstellen zwischen einzelnen Softwarewerkzeugen, sondern um die Entwicklung geeigneter Planungsprozesse und Methoden für einen zielgerichteten Einsatz der Werkzeuge und Methoden der Digitalen Fabrik“ (ZÄH u. A. 2003, S. 77). Inwieweit wird diesen Kriterien entsprochen und wo liegen die Grenzen?

Fertigung in einem Bearbeitungszentrum

Speziell geschaffene Schnittstellen realisieren die Kompatibilität der Geräte und Systeme im Fachgeschäft (PC, Zentrierung, Tracen etc.) mit denen der externen Fertigung (Bearbeitungszentrum). Die zugelieferten Korrektionsgläser werden in den externen Fertigungsstätten den Aufträgen per Codesystem zugeordnet, einer Eingangskontrolle unterzogen, angezeichnet und auf die Bearbeitungsstrecke geschickt. In komplexen Bearbeitungszentren, verbunden mit einer automatischen Bandsteuerung und Nachschubeinheiten (automatisches Stapel- und Fördersystem), werden zwischen 50 (ein Bearbeitungszentrum) und über 1.000 Aufträge (vier bis fünf Bearbeitungszentren) am

Tag gefertigt. Mit einem Zusatzmodul zur Fixierung der Gläser⁴ nach den individuellen Zentrierdaten der Kundinnen und Kunden werden alle Arbeitsaufgaben und Fertigungsschritte zwischen der Beschichtung der Gläser und der Endmontage in eine Fassung ausgeführt. Mit Hilfe elektropneumatischer Systemtechnik wird das automatische Be- und Entladen eines Gläserpaares realisiert. Verlassen zwei Gläser die Bearbeitung, werden die nächsten direkt zugeführt. Das Bearbeitungszentrum mit zwei Spindeln verfügt über Werkzeugmagazine, die bis zu zwölf Werkzeuge pro Spindel aufnehmen können. Mit dem Hauptfertigungsverfahren Fräsen wird die Randbearbeitung aller gängigen Kunststoffmaterialien für Brillengläser ermöglicht. Eine höhere Flexibilität der Bearbeitung für Form und Krümmung der Korrektionsgläser für Vollrand-, Faden-, Bohr- und Sportbrillen ist gegeben. Mit höchster Präzision und Genauigkeit werden verschiedenste Linsengrößen und Materialien bearbeitet. Komplexe Linsenformen (Mehrstärkengläser), extreme Dezentrierungen, hohe Zylinder und prob-

lematische Linsenbeschichtungen werden ebenfalls sicher bearbeitet. Dies wird durch eine variable Neigung der Werkzeuge um die zu bearbeitende Linse herum ermöglicht. Vielfältige Facetten werden in Lage und Form exakt berechnet und in Abhängigkeit von der Linsendicke optimal positioniert gefertigt. Individuell abgestimmte Facetten (Schmuckfacetten) können nach Zeichnung als Unikat gefertigt werden. Um Bohrungen präzise und schnell herzustellen, wird die Bohrungsposition mit einem Kamerasystem parallaxefrei erfasst. Die Maschinenhersteller Mei⁵ und NIDEK⁶ sind zwei Beispiele, die diese Produktionstechnik ermöglichen. Es liegt eine hochautomatisierte Produktion individueller Produkte mit individuellen Daten vor. Die Softwarewerkzeuge der verschiedenen Standorte agieren ohne Zeitverlust vom Produkt zur Maschine. Die Kommunikation der Bearbeitungszentren zu den Produkten ist bisher nur eingeschränkt möglich. Somit können die Produkte nicht selbstständig die passende Maschine ansteuern, sondern die Maschine liest lediglich die Bearbeitungsdaten ein, arbeitet den Auftrag ab und meldet ihn gefertigt. Ein zielgerichteter Werkzeugeinsatz und die Entwicklung von Planungsprozessen in der virtuellen Produktion sind noch ausgeschlossen.

Wenn augenoptische Fachgeschäfte zunehmend diesen Weg der Fertigung wählen – bereits 42 Prozent der Betriebe nutzen ihn nach WETZEL (2015) zumindest in Teilen –, verändern sich die Aufgaben und Anforderungen an die Gesellinnen und Gesellen.

AUSWIRKUNGEN AUF BERUF UND AUSBILDUNG

Nutzt ein Fachgeschäft die industrielle Fertigung oder einen externen Einschleifservice, sind die Arbeitsprozesse „Arbeitsplanung“ sowie „Fertigung/Montage“ des GAHPA-Modells (siehe Abb. 1) für die Augenoptiker/-innen im Fachgeschäft nicht mehr relevant. Am Ende des Fertigungsprozesses liegt ein versandfertiges Produkt als Komplett- oder Teilmontagen vor. Bei einer Komplettmontage werden die Gläser, entsprechend der Handlungsphasen „Montage“ und „Endkontrolle“, manuell in die Brille eingesetzt, ausgerichtet und kontrolliert. Die Teilmontage bietet endgerandete, auf Form gefräste bzw. geschliffene Gläser, die im Fachgeschäft in die entsprechende Fassung endmontiert werden müssen. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn neue Gläser in eine eigene bereits getragene Fassung montiert werden. Teilmontagen werden nur in geringem Anteil

hochautomatisierte Produktion
individueller Produkte möglich

vorgenommen. Nach Eintreffen der gefertigten Brille (Komplettmontage) in der Filiale wird stichprobenartig eine Qualitätskontrolle vorgenommen, bevor die Kundin oder der Kunde über die Fertigstellung des Auftrags informiert wird. Bei Abholung erfolgen eine individuelle Anpassung der Korrektionsbrille und eine Einweisung in deren Gebrauch durch den/die Augenoptiker/-in, um höchsten Sehkomfort zu gewährleisten.

An dieser Stelle werden die Veränderungen des exemplarisch gewählten Geschäftsprozesses deutlich. Das Handwerk wird ausgelagert, und die Dienstleistung mit den Handlungsphasen „Kundenberatung/Auftragsannahme“ und „individuelle Anpassung der Brille“ sowie „Auftragsabschluss“ (siehe Abb. 1) rücken verstärkt in den Vordergrund. Die Aufgaben der Gesellen und Gesellinnen verändern sich nachhaltig und somit auch die Anforderungen an deren Qualifizierung.

Insbesondere sind ökonomische Vorteile für die Auslagerung der Fertigung nach SEINSCHÉ (2007) zu nennen, beispielsweise mit der Minimierung der Maschinenkosten (Wartung, Neuanschaffung) und verbesserter Auslastung des Fachpersonals (Dienstleistung, Verkauf). Der damit verbundene Kompetenzverlust und der Verlust der Identifikation mit dem Produkt und des Selbstverständnisses als Handwerker/-in (SEINSCHÉ 2007, S. 20) sind Nachteile, die das Berufsbild in Zukunft beeinflussen werden.

Ferner sind die Facharbeiter/-innen in den Handlungsphasen „Arbeitsplanung“ und „Fertigung/Montage“ der industriellen Fertigung zu berücksichtigen. Neben Hilfskräften sind Augenoptiker/-innen im Einsatz. Für die Programmierung und Instandhaltung der Maschinen werden vermutlich Facharbeiter/-innen aus industriellen Berufen, beispielsweise der Industriemechanik, eingesetzt. Die Augenoptikergesellen und -gesellinnen benötigen explizit handwerkliche Kompetenzen, da sie in der Planung der Fertigung, Montage und Endkontrolle sowie für Spezial- und Sonderfälle als Experten bzw. Expertinnen fungieren. Diesbezüglich wäre zu prüfen, ob die Augenoptiker/-innen in der Industrie, im Rahmen umfassender beruflicher Bildung, beispielsweise zusätzlich Kompetenzen im Bereich der Automatisierungstechnik benötigen. Daraus ergibt sich eine Diskrepanz für die Erörterung der zu fördernden Kompetenzen in der zukünftigen Ausbildung zur Augenoptikergesellin und zum Augenoptikergesellen.

Der industrielle Fertigungsprozess einer Korrektionsbrille ist ein hoch automatisiertes Verfahren mit

zukunftsweisenden Schnittstellen für eine intelligente Produktion in der Fabrik. Als Hauptarbeitsprozesse verbleiben die Auftragsbearbeitung, die Dienstleistung und der Service rund um die Sehhilfe in den Fachgeschäften. Das Augenoptikerhandwerk als Gesundheitshandwerk bedingt, aufgrund demographischen Wandels, ergänzend spezifische Qualifikationen in den Bereichen „Gesundheit“ und „Optometrie“, die in der Erarbeitung des Artikels zum Themenschwerpunkt „Industrie 4.0“ nicht berücksichtigt werden konnten.

Aus den angeführten Aspekten ergibt sich ein verändertes Berufsbild für die Augenoptiker/-innen:

- 1) weg vom Handwerk hin zur optometrisch ausgerichteten Dienstleistung im augenoptischen Fachgeschäft und
- 2) spezifisches Handwerk – Handwerk 4.0 – verbunden mit Automatisierungstechnik sowie Prozessoptimierung in der industriellen Fertigung.

Eine prospektive Entwicklung und Anpassung des Curriculums ist erforderlich.

ANMERKUNGEN

- 1) Die externe Fertigung wird bei kleinen und mittelständischen Unternehmen (arbeiten mit komplexen Schleif-, Bohr- und Fräsaufmaschinen), Glasherstellern mit Einschleifservice und Werkstätten mit industriellem Fertigungscharakter (Bearbeitungszentren) beauftragt.
- 2) Eine Refraktion ist die Bestimmung der Korrektionswerte durch den/die Meister/-in oder durch den Gesellen/die Gesellin unter Aufsicht des Meisters/der Meisterin.
- 3) Die optische Mitte der Korrektionsgläser wird bestimmt, mit den Abmessungen der Fassung sowie der Kundin verrechnet, zentriert und schließlich mit einem Kleber und Aufnahmeblock für die Spindel im Schleifautomaten versehen.
- 4) Die Fixierung wird über ein pneumatisches System ohne Blockhilfe realisiert. Ein Zerkratzen oder Verdrehen der Gläser wird fast ausgeschlossen.
- 5) meismethod; <http://www.meismethod.com/en/products/ophthalmic-lab/> (letzter Zugriff: 24.08.2015)
- 6) NIDEK; http://www.nidek-intl.com/product/lens/industrial_edger/ (letzter Zugriff: 24.08.2015)

LITERATUR

BUNDES-RAT (2014): Beschlussammlung der Wirtschaftsministerkonferenz am 10./11. Dezember 2014 in Stralsund,

- Punkt 8.1 der Tagesordnung: Industrie 4.0 – Vernetzte Produktion der Zukunft gestalten. Berlin
- HIRSCH-KREINSEN, H. (2014): Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“. Soziologisches Arbeitspapier Nr. 38/2014. Technische Universität Dortmund
- KURATORIUM GUTES SEHEN (KGS) (2015): KGS-Allensbach-Studie 2014/2015 „Sehbewusstsein der Deutschen“ (Anhang A). Berlin
- PETERSEN, A. W. (2005): Geschäfts- und Arbeitsprozesse als Grundlage beruflicher Ausbildungs- und Lernprozesse. In: lernen & lehren, 20. Jg., Heft 80, S. 163–174
- PROMOTORENGRUPPE (2013): Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft (Hrsg.): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Frankfurt a. M.
- SEINSCHKE, P. (2007): Kosten- und Nutzenanalyse der eigenen Werkstatt. In: Deutsche Optikerzeitung (DOZ), 62. Jg., Heft 12, S. 18–20
- WETZEL, J. (2015): Augenoptik in Zahlen. Branchenbericht 2014/2015, hrsg. vom Zentralverband der Augenoptiker und Optometristen (ZVA), Düsseldorf
- ZÄH, M./PATRON, C./FUSCH, T. (2003): Die digitale Fabrik – Definition und Handlungsfelder. In: Zeitschrift für wirtschaftliche Fabrikbetriebe (ZWF), 98. Jg., Heft 3, S. 75–77

IPv6 und das Internet der Dinge

Das neue Internet Protokoll (IPv6) und das „Internet der Dinge“ bilden neue Handlungsfelder für die Industrie, die Privathaushalte und für die Elektro- und IT-Berufe. Anhand des Kleinstrechners Raspberry Pi, der Software OpenHAB und einer Funksteckdose wird hier eine Lernsituation skizziert, mit der beide Felder handlungsorientiert in den Unterricht eingebunden werden können.



JAN QUAST

INDUSTRIE 4.0 UND DAS INTERNET DER DINGE

In der Industrie der Zukunft (Industrie 4.0) sind alle Komponenten des Produktionsprozesses miteinander vernetzt – auch unternehmensübergreifend. Maschinen, Bauteile, Steuersysteme etc. können autonom miteinander kommunizieren und im Rahmen der vorgegebenen Prozesse eigenständige Entscheidungen treffen, beispielsweise die rechtzeitige Materialbeschaffung. Eine manuelle Steuerung entfällt weitestgehend.

Eng verbunden mit dieser Entwicklung ist der Begriff „Internet der Dinge“ bzw. „Internet of Things (IoT)“. IoT bezieht sich dabei nicht nur auf den Bereich Industrie 4.0, sondern auf alle Lebensbereiche. Ob es die Produktionsanlage, der Stromzähler, der Kühlschrank oder die Armbanduhr ist: Sofern „die Dinge“ vernetzt sind bzw. einen Zugang zum Internet haben, lassen sie sich unter dem Begriff „IoT“ zusammenfassen.

WARUM IPV6?

IPv6 bietet einige Vorteile gegenüber dem inzwischen mehr als 30 Jahre alten, aktuell verwendeten

IPv4, insbesondere den größeren Adressraum: IPv4 bietet theoretisch „nur“ ca. 4,29 Milliarden Adressen (IPv4-Adressen bestehen aus 32 Bit, daraus folgen 2^{32} mögliche Adressen), die heute bereits als vergriffen gelten. IPv6-Adressen hingegen sind 128 Bit groß und bieten mit theoretisch 2^{128} möglichen Adressen einen fast unvorstellbar großen Adressraum.

In der Praxis erhält jeder Haushalt, jeder Unternehmensstandort von seinem Provider eine einzige, meist dynamische, IPv4-Adresse zugewiesen, d. h., mehrere Endgeräte müssen sich eine Adresse teilen. Dies geschieht in der Regel mittels „Network Address Translation (NAT)“. Hier wird zwischen (der einen) öffentlichen und (mehreren) privaten Adressen unterschieden. Bei IPv6 – einem weiteren Vorteil – ist dies nicht mehr nötig, da von den Providern nicht nur eine Adresse, sondern ein ganzer Adresspool zugewiesen wird, d. h., jedes Endgerät (PC, Lampe, Heizungssteuerung etc.) kann direkt über eine eigene, öffentlich zugängliche Adresse angesprochen werden. Bei der Telekom erhält jeder Anschluss 256 Subnetze für je 2^{64} Endgeräte zugewiesen, Engpässe sind vorerst nicht zu befürchten.

Mit IPv6 können zudem einzelne Endgeräte mehrere Adressen nutzen (Multi-Stakeholder Support) und mehrere Endgeräte unter einer Adresse zusammengefasst werden (Multicast), beispielsweise alle Temperatursensoren in einem Raum. Durch die Funktion „Stateless Address Autoconfiguration (SLAAC)“ erhalten ans Netzwerk angeschlossene Endgeräte automatisch eine Adresse, und sie können ohne manuelle Konfiguration direkt angesprochen werden.

PRAXISBEISPIELE BISHER OHNE IPV6

Überraschenderweise gibt es trotz der genannten Vorteile bisher weder für den privaten noch für den industriellen Bereich ein Praxisbeispiel, das die Datenkommunikation von Smartphone/PC über die Steuerzentrale/Gateway bis hin zum Endgerät auf IPv6-Basis abdeckt. Bekannte und mehr oder weniger offene Standards wie beispielsweise KNX, Modbus, Zigbee oder Z-Wave funktionieren ursprünglich ganz ohne IP. Modbus und KNX wurden zwar ergänzt (Modbus TCP bzw. KNX-IP), sodass die Verwendung von IP zumindest bis zum Ethernet/KNX-Bus- bzw. Ethernet/Modbus-Gateway möglich ist, aber bisher nur für das „alte“ IPv4.

Das 2012 verabschiedete Zigbee IP¹ und der eigens für IPv6 ausgelegte Standard 6LoWPAN² (beide drahtlos) unterstützen zumindest theoretisch IPv6 auch bis zu den Endgeräten; jedoch gibt es hier bisher keine passende Hardware im Handel. Selbst bei Lösungen, in denen Endgeräte eine Ethernet- oder eine WLAN-Schnittstelle besitzen, wird nur IPv4 und kein IPv6 unterstützt, obwohl sie dies prinzipiell mit einer geeigneten Firmware könnten. Für das Internet der Dinge wären solche Lösungen (Ethernet, WLAN) wegen des hohen Leistungsbedarfs insbesondere bei Batterieversorgung eher ungeeignet.

Es bleibt abzuwarten, wie die Aktivitäten der Netzbetreiber – die Deutsche Telekom beispielsweise vergibt nur noch Dual-Stack-fähige (IPv4- und IPv6-) Anschlüsse – die Unterstützung von IPv6 im Zusammenhang mit dem IoT vorantreiben werden.

LERNSITUATION „IPV6 UND DAS INTERNET DER DINGE“

Ausgehend von erprobten Unterrichtsmaterialien zur Einrichtung von IPv6-Netzwerken (Client-Server-Systeme mit Windows- und Linux-Rechnern, Rou-

ter- und Switch-Konfiguration im Rahmen der CCNA-Zertifizierung)³ wird hier eine Lernsituation für die beiden Handlungsfelder IPv6 und das IoT skizziert. Grundlage bildet eine konkrete berufliche Handlungssituation, was insbesondere für die vollschulischen Bildungsgänge und den lernfeldorientierten Unterricht geeignet ist.

In der Lernsituation sollen a) theoretische Grundlagen zu IPv6 vermittelt, b) konkrete Konfigurationsschritte mit IPv6 geübt und c) ein Szenario aus dem Bereich IoT aufgebaut werden.

Handlungsprodukt der Lernsituation ist ein eingerichtetes und den Vorgaben entsprechend konfiguriertes Netzwerk. Die Vorgaben und die Ausgestaltung des Netzwerks können je nach Leistungsstand der Lernenden (und der Ausstattung der Schule) individuell festgelegt werden.

In der Lernsituation wird ein Beispiel zur Gebäudeautomation (Smart Home) mit dem Ziel konfiguriert, ein oder mehrere Endgeräte über die Smartphones der Lernenden bzw. über einen PC anzusteuern. Die dafür notwendige zentrale Steuereinheit wird auf dem Kleinstrechner Raspberry Pi⁴ installiert. Zur Ansteuerung der Endgeräte dient das Open-Source-Programm OpenHAB⁵, das vielfältige IoT-Standards unterstützt und damit gut an vorhandene Hardware zur Gebäudeautomation angebunden werden kann. OpenHAB ist ein Java-Programm und kann mit allen Betriebssystemen genutzt werden.

Zur Veranschaulichung wird hier eine Lampe angesteuert. Die Lampe ist an einer FS20-Funksteckdose angeschlossen. Die drahtlose Anbindung der Funksteckdose an den Raspberry Pi erfolgt über einen CUL-Stick. FS20 bezeichnet ein etabliertes Funkswitchsystem mit verschiedenen Sensoren und Aktoren. Der CUL-Stick dient als Empfänger und Sender für verschiedene Funk-Protokolle im Frequenzbereich um 868 MHz, die in der Gebäudeautomation verwendet werden (siehe Abb. 1).

Aufgrund der oben genannten fehlenden Praxisanwendungen kann die Anbindung über IPv6 vom

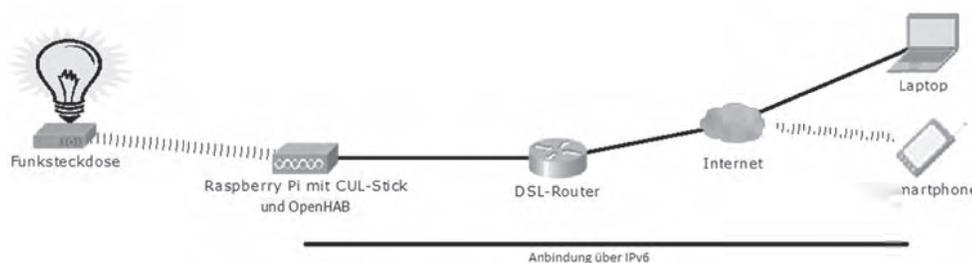


Abb. 1: Prinzipieller Aufbau des einzurichtenden Netzwerks

Smartphone nur bis zum Raspberry Pi realisiert werden. Die Funkstrecke vom CUL-Stick zur Steckdose wird nicht mit IP realisiert.

IPv6-FÄHIGER INTERNETZUGANG IM SCHULNETZ

Wenn das IoT-Endgerät mit dem Smartphone eines Lernenden angesteuert werden soll, wird ein IPv6-fähiger Internetzugang sowohl für den Raspberry Pi als auch für das Smartphone vorausgesetzt. Auch wenn die Deutsche Telekom seit 2012 nur noch IPv6-fähige DSL-Internetzugänge anbietet, werden aktuell die wenigsten Schulen einen solchen nutzen. Um den Lernenden im Unterricht einen „echten“ IPv6-Internetzugang zur Verfügung zu stellen, kann ein spezieller Tunnel zu einem IPv6-Provider genutzt werden. In diesem 6in4-Tunnel sind die IPv6-Pakete nur Nutzdaten eines IPv4-Pakets. Die bestehende IPv4-Konfiguration im Schulnetz bleibt also bestehen und funktionsfähig (siehe Abb. 2).

Da der für den Internetzugang zuständige schuleigene Router wahrscheinlich nicht für eine Neukonfiguration zur Verfügung steht, bleibt als einzig nutzbare Variante ein sogenannter AYIYA-Tunnel. AYIYA-Tunnel können von einem Rechner mit privater IPv4-Adresse aufgebaut werden, auch hinter einem NAT-Router bzw. hinter einer Firewall. Als Beispiel wird hier ein Rechner mit zwei Netzwerkanschlüssen als Router für den Tunnel genutzt, d. h., die erste Netzwerkschnittstelle verbindet den Router-PC mit dem Schulnetz bzw. mit dem Internet (WAN-Seite), während an die zweite Schnittstelle die PCs der Lernenden angeschlossen werden (LAN-Seite; siehe Abb. 3, S. 30).

Als Provider für den Tunnel dient hier der kostenlose Anbieter SixXS⁶. Die Beschreibung der Konfiguration des Tunnels würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. Eine genaue Anleitung findet sich beispielsweise auf der Webseite des Autors.⁷

Als Ergebnis wird dem Router-PC ein IPv6-Subnetz zugewiesen, dessen Adressen im LAN für den IPv6-Zugang verteilt werden können. Die Lernenden können die IPv6-Adressen entweder manuell auf ihren PCs einrichten oder erhalten diese per Autokonfiguration (SLAAC) zugewiesen. Mit beiden Varianten werden die Lernenden in den nachfolgend beschriebenen Lernstationen konfrontiert.

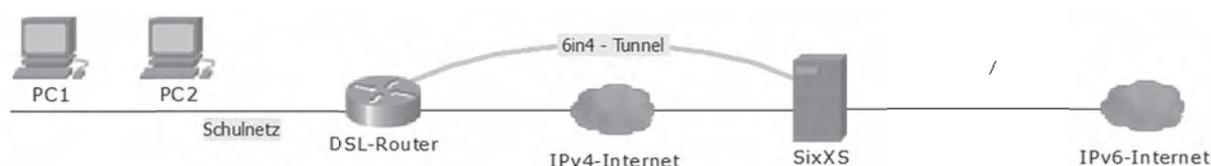


Abb. 2: Funktionsweise 6-in-4-Tunnel

Bei den Mobilfunkanschlüssen bietet die Deutsche Telekom seit kurzem IPv6 als Standard an bzw. ergänzt bestehende Anschlüsse. Bei einer Umfrage in einer meiner Klassen hatten alle 19 Lernenden ein Smartphone, von denen drei IPv6-fähig waren – dieser Teil des Szenarios dürfte also mit steigender Wahrscheinlichkeit in den meisten Fällen funktionieren.

STATIONENLERNEN ZU GRUNDLAGEN UND KONFIGURATION VON IPv6

Die Grundlagen von IPv6 sowie erste Konfigurationsschritte werden hier durch die Methode Stationenlernen vermittelt: An den einzelnen Lernstationen (siehe Tab. 1) sind Arbeitsaufträge ausgelegt, die sich mit theoretischen und praktischen Aspekten von IPv6 befassen. Sie können teilweise unabhängig voneinander und in unterschiedlicher Reihenfolge bearbeitet werden. Dadurch erhalten die Schüler/-innen die Möglichkeit, ihren Lernweg entsprechend ihrer Interessen und Fähigkeiten selbst zu steuern.

Für die Konfiguration des Raspberry Pi am IPv6-Internetzugang sind vor allem die Stationen 5 und 6 relevant, die hier exemplarisch dargestellt werden. Alle anderen Stationen können unter dem angegebenen Link heruntergeladen werden.

Es gibt verschiedene IPv6-Adressbereiche mit Sonderaufgaben und unterschiedlichen Eigenschaften. Diese werden durch die ersten Bits der Adresse gekennzeichnet. Die globalen IPv6-Adressen sind weltweit einzigartig. Solch eine IPv6-Adresse wird vom Provider als öffentliche Adresse zugewiesen. Mit dieser kann in andere Netze bzw. ins Internet kommuniziert werden.

In der Lernstation 5 zu den globalen IPv6-Adressen erhalten die Lernenden folgende Arbeitsaufgaben:

Zum Einstieg bestimmen die Lernenden die Anzahl der Subnetze, die jeder Kunde der Telekom mit einem IPv6-fähigen Anschluss nutzen kann, und die Anzahl der Clients, die pro Subnetz angesprochen werden können.

Als erste Konfigurationsschritte weisen die Lernenden sowohl einem Windows-PC als auch einem Linux-PC je eine globale IPv6-Adresse manuell zu.

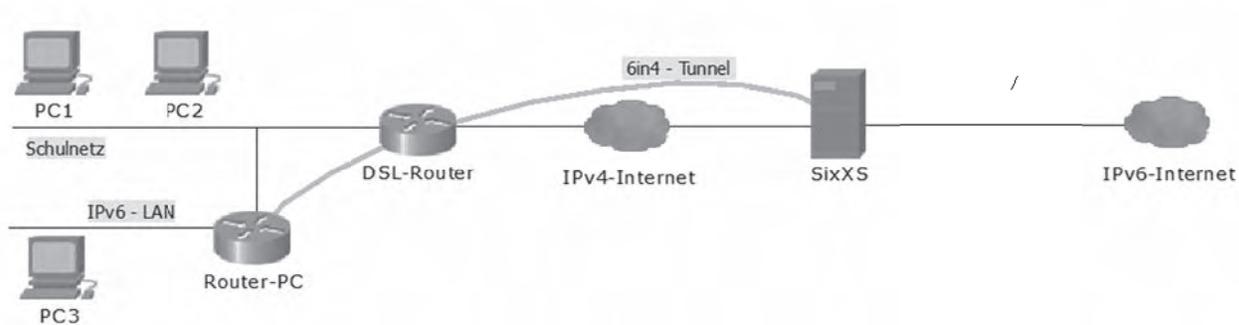


Abb. 3: Funktionsweise 6in4-Tunnel mit AYIYA

Informationen zur Konfiguration per grafischer Oberfläche und per Konsole werden in der Lernstation zur Verfügung gestellt. Der Raspberry Pi als Linux-PC wird meist ohne grafische Oberfläche genutzt, d. h., er wird über die Konsole konfiguriert. Anschließend überprüfen und protokollieren die Lernenden ihre Konfiguration.

Als letzte Teilaufgabe testen die Lernenden die Verbindung zwischen den beiden PCs sowohl mit den verbindungslokalen und den globalen IPv6-Adressen als auch mit den IPv4-Adressen, und sie erstellen ein Prüfprotokoll.

Station	Thema
0	Wiederholung: Umrechnung Zahlensysteme (Hexadezimal)
1	Einführung von IPv6
2	Schreibweise von IPv6-Adressen
3	Adressarten bei IPv6
4	Verbindungslokale IPv6-Adressen (Link-Local-Addresses)
5	Globale IPv6-Adressen (Global-Unicast-Addresses)
6	Autokonfiguration mit Wireshark überprüfen (SLAAC)

Tab. 1: Übersicht der Lernstationen (<http://www.jan-quast.net/netzwerktechnik/ipv6-lernstationen.html>)

In der Lernstation 6 zur Autokonfiguration analysieren die Lernenden die Zuweisung von einer globalen IPv6-Adresse durch den Router-PC mit der Software Wireshark. Mit Wireshark kann der Netzwerkverkehr protokolliert und analysiert werden: Sobald Datenströme über das Netzwerk hin und her wandern, „fängt“ Wireshark jede Protokolldateneinheit (PDU) ein, dekodiert deren Inhalt und stellt sie lesbar dar. Die für die Autokonfiguration zuständigen Datenpakete nennen sich „Router Solicitation“ und „Router Advertisements“ (siehe Abb. 4). Die Lernenden erhalten in der Lernstation die Aufgabe, diese Datenpakete zu suchen, anhand konkreter Fragen zu analysieren und das Ergebnis der Autokonfiguration zu überprüfen.

Mit den vorgestellten Stationen sollten die Lernenden in der Lage sein, ihren Raspberry Pi mit einer IPv6-Adresse zu konfigurieren bzw. die Konfiguration zu überprüfen. Sofern ein IPv6-fähiges Smartphone vorhanden ist, sollten der Raspberry Pi und das Smartphone bereits miteinander kommunizieren können.

Sicherheitshinweis: Alle Rechner auf der LAN-Seite des Router-PCs sind aus dem Internet erreichbar. Falls Schulrechner eingebunden werden sollen, ist die zusätzliche Konfiguration einer Firewall unumgänglich.

KONFIGURATION DES RASPBERRY PI

Die Installation des Betriebssystems auf dem Raspberry Pi wird hier nicht weiter beschrieben. Im Internet finden sich zahlreiche Anleitungen. Nachdem das Betriebssystem installiert, der Raspberry Pi gestartet und bei Bedarf die Grundkonfiguration angepasst ist, erfolgen die weiteren Konfigurationsschritte zu IPv6 und zur Installation von OpenHAB.

Standardmäßig ist die Unterstützung für IPv6 beim Raspberry Pi nicht aktiviert. Dies lässt sich ändern, indem in die Datei „/etc/modules“ eine neue Zeile „ipv6“ eingegeben und der Raspberry Pi danach neu gestartet wird. Anschließend kann entweder manuell oder über die Autokonfiguration eine globale IPv6-Adresse eingerichtet werden.

Da OpenHAB eine Java-Anwendung ist, muss als Voraussetzung Java auf dem Raspberry Pi installiert werden. Die anschließende Installation von OpenHAB kann wahlweise manuell (Datei von der Projekt-Webseite laden und selbst entpacken) oder über die Paketverwaltung erfolgen. Letzteres hat den Vorteil, dass das Programm beim System-Update (apt-get upgrade) automatisch mit aktualisiert wird. Bei Bedarf kann ein Beispiel-Szenario mit installiert werden, anhand dessen die Funktion und auch Konfiguration von OpenHAB veranschaulicht werden kann. Eine detaillierte Anleitung zur Installation von OpenHAB

findet sich u. a. auf der Webseite des Autors.⁸

Sofern das Beispiel-Szenario installiert bzw. ein eigenes Szenario eingerichtet ist, kann die Weboberfläche bereits über die globale IPv6-Adresse des Raspberry Pi aufgerufen werden (siehe Abb. 5).

KONFIGURATION VON OPENHAB

OpenHAB bietet viele vorkonfigurierte Schnittstellen (sogenannte „Bindings“) zu den verschiedenen IoT-Systemen. Zur Anbindung der verschiedenen IoT-Protokolle an den Raspberry Pi wird meist ein Gateway, ein „Übersetzer“, benötigt. In der hier vorgestellten Lernsituation wird ein CUL-Stick zur Anbindung der FS20-Funksteckdose verwendet. Es können verschiedene Bindings parallel eingerichtet werden, beispielsweise für KNX- und FS20-Endgeräte. Diese stehen als Download auf der Projektwebseite zur Verfügung bzw. können einzeln über <apt-get> installiert werden. Für das hier skizzierte Beispiel sind neben dem FS20-Binding das Binding zur Anbindung des CUL-Sticks zu installieren. Je nach Binding ist die Konfigurationsdatei von OpenHAB entsprechend anzupassen. Hinweise dazu finden sich auf der Projektwebseite.⁹

Die Weboberfläche von OpenHAB zur Ansteuerung der verschiedenen Endgeräte wird über eine sogenannte „Sitemap“ erstellt. In dieser Datei wird das zu verwaltende Gebäude visuell abgebildet, d. h., die Weboberfläche wird entsprechend gegliedert (siehe Abb. 6, S. 32).

Anschließend können die eigentlichen Endgeräte – bei OpenHAB „Items“ genannt – eingebunden werden. Über das Einrichten von Gruppen lassen sich Endgeräte beliebig zusammenfassen bzw. lässt sich die Weboberfläche weiter untergliedern. Im ausgewählten Ausschnitt werden Gruppen für die einzelnen Räume im Erdgeschoss (Ground Floor) gebildet. Diesen werden dann die Endgeräte (hier nur die Lichter) zugeordnet (siehe Abb. 7, S. 32).

Diese Struktur kann ohne Anbindung konkreter Hardware aufgebaut bzw. den Lernenden zur Verfügung gestellt werden. Sie dient letztlich dazu,

```
245791 1113.78978fe80::1 ff02::1 ICMPv6 150 Router Advertisement from 00:1e:13:13:02:f9
[+] Frame 245791: 150 bytes on wire (1200 bits), 150 bytes captured (1200 bits) on interface 0
[+] Ethernet II, Src: Cisco_13:02:f9 (00:1e:13:13:02:f9), Dst: IPv6mcast_00:00:00:01 (33:33:00:00:00:01)
[+] Internet Protocol Version 6, Src: fe80::1 (fe80::1), Dst: ff02::1 (ff02::1)
[+] Internet Control Message Protocol v6
  Type: Router Advertisement (134)
  Code: 0
  Checksum: 0x30eb [correct]
  Cur hop limit: 64
  [+] Flags: 0x00
    0... .... = Managed address configuration: Not set
    .0.. .... = Other configuration: Not set
    ..0. .... = Home Agent: Not set
    ...0 0... = Prf (Default Router Preference): Medium (0)
    .... .0.. = Proxy: Not set
    .... ..0. = Reserved: 0
  Router lifetime (s): 300
  Reachable time (ms): 0
  Retrans timer (ms): 1000
  [+] ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:1e:13:13:02:f9)
  [+] ICMPv6 Option (MTU : 1500)
  [+] ICMPv6 Option (Prefix information : 2000::/6)
  [+] ICMPv6 Option (Prefix information : 2001:470:c26c:10::/64)
```

Abb. 4: Router Advertisements in Wireshark

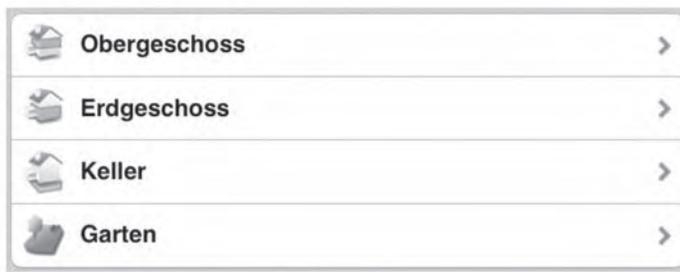
die Funktionalität in der Weboberfläche abzubilden. Zur Anbindung realer Hardware wird jedem „Item“ lediglich die Hardware-Bezeichnung bzw. -Adresse zugeordnet. Die technische Umsetzung wird für den Nutzer im Hintergrund durch das „Binding“ realisiert. Für das Beispiel der FS20-Funksteckdose muss das „Item“ wie folgt ergänzt werden:

```
Switch <Bezeichnung> „Name“ (Gruppe) {fs20=„Adresse“}
```

Des Weiteren bietet OpenHAB die Möglichkeit, automatische Abläufe („Scenes“) zu definieren, bei-



Abb. 5: Weboberfläche von OpenHAB über IPv6 (Beispiel-Szenario)



```
sitemap demo label="Demo House"
{
  Frame {
    Group item=gOG label="Obergeschoss" icon="firstfloor"
    Group item=gEG label="Erdgeschoss" icon="groundfloor"
    Group item=gUG label="Keller" icon="cellar"
    Group item=Garten icon="garden"
  }
}
```

Abb. 6: Weboberfläche und Code der Sitemap

spielsweise dass die Lampe in Abhängigkeit von der Helligkeit oder die Heizung in Abhängigkeit von der Temperatur geschaltet werden.¹⁰

FAZIT

Die hier vorgestellte Lernsituation zu den Themen „IPv6“ und „Internet der Dinge“ beschreibt exemplarisch die Möglichkeiten und auch die Komplexität der beiden neuen Handlungsfelder. Die gezeigte Lösung mit dem Raspberry Pi und OpenHAB bietet einen vergleichsweise einfachen, universellen und

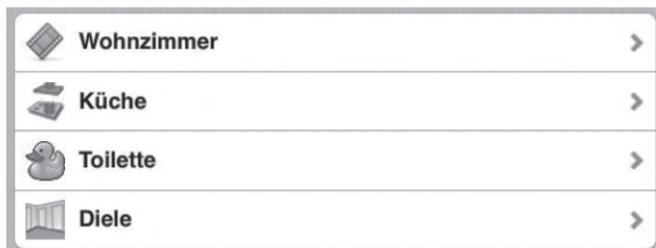
preiswerten Einstieg in die Thematik. Vielfältige Abwandlungen und Schwerpunkte sind denkbar: Es könnte sich in einer Lernsituation ausschließlich mit der Konfiguration von IPv6, in einer anderen unabhängig von IPv6 ausschließlich mit der Umsetzung eines vorhandenen Aufbaus zur Gebäudeautomation in OpenHAB beschäftigt werden. Neben dem hier skizzierten Smart-Home-Szenario können verschiedene Beispiele aus dem Bereich Industrie 4.0 realisiert

werden – entsprechende Hardware vorausgesetzt.

Der Autor würde sich über Rückmeldungen, Erfahrungsaustausch, Ideen und Vorschläge zu alternativen Umsetzungen freuen.

ANMERKUNGEN

- 1) <http://www.zigbee.org/zigbee-for-developers/network-specifications/zigbeeip/>
- 2) <http://iot6.eu/6lowpan>
- 3) <http://www.jan-quast.net/didaktik/stationenlernen-informationsphase-zu-ipv6.html>
- 4) <https://www.raspberrypi.org>
- 5) <http://www.openhab.org>
- 6) <https://www.sixxs.net>
- 7) <http://www.jan-quast.net/netzwerktechnik/ipv6-faehiger-internetzugang-mit-sixxs.html>
- 8) <http://openhabdoc.readthedocs.org/de/latest> oder <http://www.jan-quast.net/netzwerktechnik/gebaeudeautomation-mit-openhab.html>
- 9) Liste aller Bindings mit Erläuterungen auf <https://github.com/openhab/openhab/wiki/Bindings>
- 10) Beispiel: <https://www.innoq.com/de/articles/2014/11/weltenverbinden>



```
Group gEG (All)
Group gOG (All)
Group gUG (All)

Group EG_Wohnzimmer "Wohnzimmer" <video> (gEG)
Group EG_Kueche "Küche" <kitchen> (gEG)
Group EG_Toilette "Toilette" <bath> (gEG)
Group EG_Diele "Diele" <corridor> (gEG)

Switch Deckenlampe_Diele "Deckenlampe" (EG_Diele, Lights)
Switch Deckenlampe_Kueche "Deckenlampe" (EG_Kueche, Lights)
Switch Tischlampe_Kueche "Tisch" (EG_Kueche, Lights)
```



Abb. 7: Weboberfläche und Code der eingebundenen Endgeräte

Möglichkeiten des Lernfelds „Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen“

aus fachdidaktisch-praktischer Sicht

(Teil 2)

NUTZEN FÜR „ZERSPANUNGSFERNE“ INDUSTRIEMECHANIKER/-INNEN

Wie einleitend bereits dargestellt, gibt es aufgrund der Neuordnung der metalltechnischen Industrieberufe mit dem Wegfall der Fachrichtungen eine Reihe von Auszubildenden, denen jeglicher betriebliche Bezug zum Fertigen von Werkstücken auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen fehlt. Es stellt sich daher die abstrakte, aber auch von den Schülerinnen und Schülern regelmäßig gestellte, Frage, warum „sie das“ lernen sollen.

Die Antwort, dass dieses Lernfeld

- ihre berufliche Verwendbarkeit erhöhen soll,
- ihre Bildung erweitern soll,
- ihre berufliche Flexibilität zur Verbesserung der Verwendbarkeit bei einem konjunkturell bedingten Verlust des Arbeitsplatzes oder zur Erzielung von höherem Einkommen durch einen späteren Wechsel des Arbeitsfelds erhöhen soll,
- Grundlage für eine spätere Weiterqualifizierung ist,

ist zwar naheliegend und richtig. Sie führt aber bei einigen – insbesondere bildungsfernen – Schülerinnen und Schülern nicht zum gewünschten Erfolg (und ist vermutlich auch nicht immer ehrlich). Daher sollten weitere Antworten auf diese Frage gefunden werden.

Zum Ersten kann genannt werden, dass die C-Techniken offensichtlich besonders gut geeignet sind, um grundlegende geometrische und andere mathematische Kenntnisse handlungsorientiert zu erarbeiten, einzuüben und daraus Begründungs- und sogar Verfahrenswissen zu generieren. Die Programme fordern die notwendigen Angaben ohne Ansehen der bedienenden Person.

Zum Zweiten sind die C-Techniken (hier vor allem CNC und CAD) prädestiniert dafür, sich einen Arbeitsplan (in der Informatik: Flussdiagramm oder Struktogramm) zu erstellen, um eine reibungslose Programmierung oder Konstruktion zu gewährleisten. Damit liefern sie gerade für schwache sowie fertigungsferne Schüler/-innen eine Begründung,



ANDREAS LINDNER

wozu Arbeitspläne dienen (können). Wird dazu ein vorgefertigter Arbeitsplan geliefert, kann man Auszubildenden ohne hinreichende Zerspanungserfahrung eine Hilfe und Chance bei der Programmierung geben.

Zum Dritten kann anhand der Betriebsabläufe und der Strukturierung des Unterrichts mit Aufträgen, Unterschriften von Bearbeiter und Auftraggeber der Umgang mit Formularen, die Notwendigkeit von Leitwegen und der auftragsgesteuerte Ablauf eines Auftrags, wie er durch Production-Planning-Systeme innerhalb der ERP-Softwares (Enterprise Resource Planning) üblich ist, erlebt und eingeübt werden.

Dazu gehört zum Vierten, dass die Schülerinnen und Schüler die Entnahme wichtiger Informationen aus dem Schriftfeld der Zeichnung, die Kontrolle der Zeichnungsnummern, der Übereinstimmung der Erstelltdaten sowie der letzten Änderungen üben: eine Fähigkeit, die gerade für klassische Instandhalter mit verschiedenen, ähnlichen Maschinen evident ist.

Fünftens gewinnen die Schülerinnen und Schüler bei sinnvoller Gestaltung des Unterrichts Einsicht in den Zusammenhang zwischen Toleranzen, erzielten Oberflächenqualitäten und den angewandten Bearbeitungsverfahren.

All diese Wissensbereiche liefern Begründungs- und Verfahrenswissen, das auch für fertigungsferne Auszubildende in der täglichen Berufsausbildung wertvolle Erfahrungen darstellt. Sie sind Grundlage für Kompetenzen, die auch im Bereich der Instandhaltung benötigt werden.

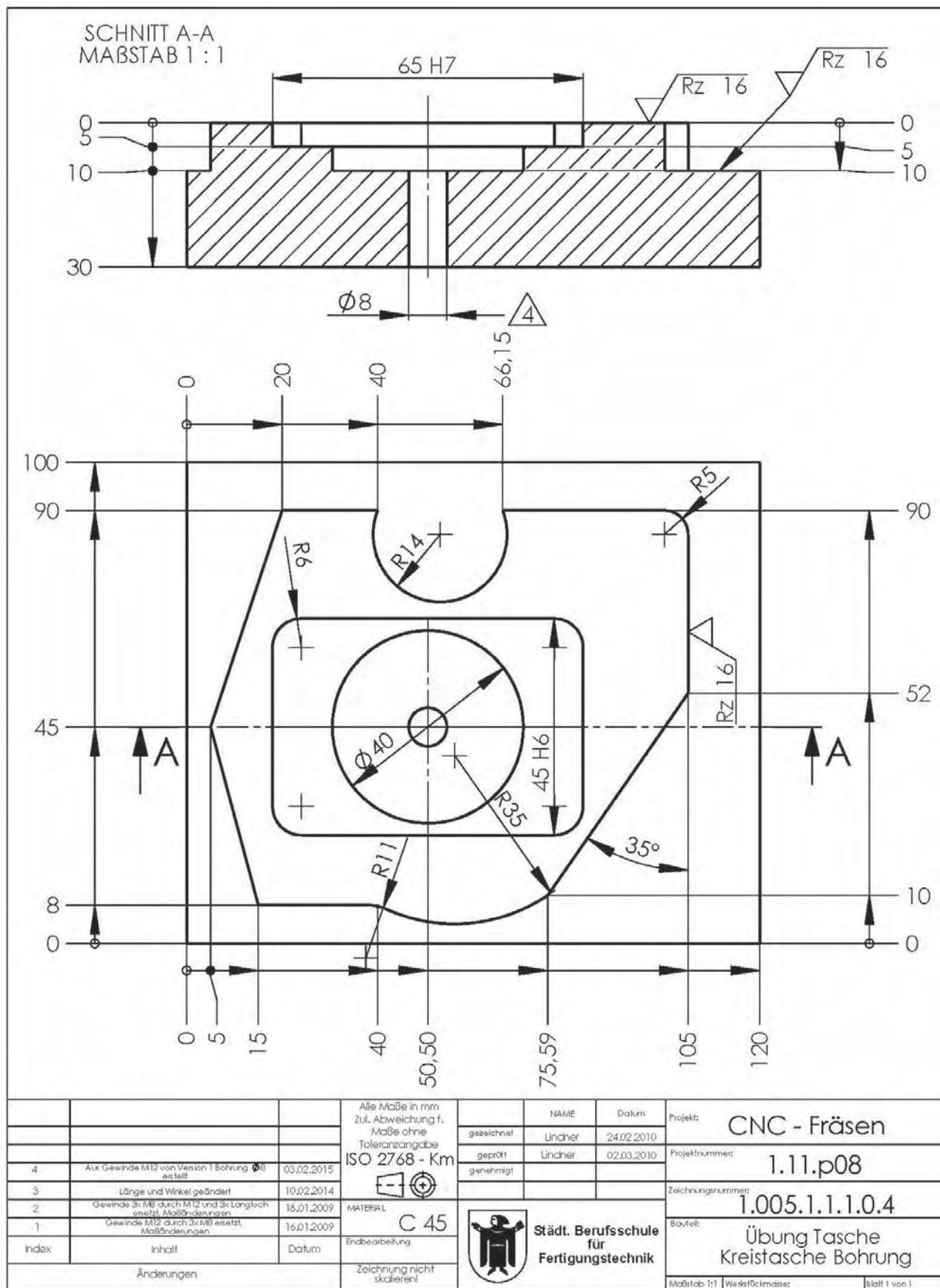


Abb. 3: ... und die richtige Zeichnung für den Programmierauftrag aus Abbildung 4

 Städt. Berufsschule für Fertigungstechnik		Name:	Klasse:
FT – C: CNC		Datum:	11
		Blatt:	CNC_UEB_6
CNC – Übung 6			
Programmierauftrag			
Auftraggeber: Andreas Lindner	Stammnummer: andreas.lindner	Abteilung: IM_11_FT-C	
Teilbezeichnung: Übung Tasche, Kreistasche, Bohrung	Auftragsnummer: 1.11.p08	Auftrag: sj_13-14/CNC-Fraesen	
Bearbeitet: 24.02.2010	Letzte Änderung: 03.02.2015	Zeichnungsnummer: 1.005.1.1.1.0.4	
Vorgabezeit (Sollzeit):	Istzeit:	Programmname: 1.005.1.1.1.0.4_klasse_name_vorname.i	
Fundort Zeichnungen:			
Auftragsumfang: Erstellung eines CNC – Programms nach Heidenhain DIN – PAL auf DMU 50			
Hinweise:		Notwendig	Erfledigt
QM – Handbuch (DIN ISO 9001)	Ermittlung der Technologiedaten auf gesondertem Blatt dokumentieren	X	
Dokumentation Aufspannung	Werkstücknullpunkt (Eintragung mit Farbe)	in der Zeichnung	
	Achslage (Eintragung mit Farbe)	in der Zeichnung	
	Spannmittel (Eintragung mit Farbe)	in der Zeichnung	
Einrichteblatt:			
Rohteilmaße:			

Abb. 4: Auszug aus einem typischer Programmierauftrag, für den die beiden Zeichnungen aus Abb. 2 und 3 angeboten werden

 Städt. Berufsschule für Fertigungstechnik		Name:	Klasse:	Name:	Datum:
Fach:		Zeitraum:	Blatt:	Name:	Datum:
				Name:	Datum:
Arbeitsauftrag: Gib dir selber Rückmeldung zu deinem Lernverhalten. Besprich das alle ein bis zwei Wochen mit deinem Lehrer. Setze dich einmal wöchentlich in einer Gruppe mit vier bis fünf Personen zusammen. Notiert die häufigsten Fehler und Probleme sowie ihre Ursachen auf dem Blatt „LERN – FMEA“					
Datum	Womit hast du dich heute beschäftigt?	Welche Erkenntnisse hast du heute gewonnen?	Welche Probleme sind aufgetreten? Welche Lösungen hast du gefunden? Was hat dir geholfen?	Welche Fehler hast du gemacht? Welche Fehlerursachen gab es?	Wie geht es dir... ...heute insgesamt? ...in dem Unterricht heute?
Bsp.: 17.11.10	Lagerbock Radialschneiden konstruiert	Zusammenhang Material / Bearbeitung / Produktionskosten	Formel Schnittgeschwindigkeit unbekannt, kein TB; TB von Nachbarn ausgeliehen	Umrechnung mm/m nicht beachtet, Einheiten nicht aufgenommen Falsches Material für Schnittgeschwindigkeit, Stockbremse zu wenig sicher	☺ ☹ ☹

Abb. 5: Lerntagebuch, das von jedem Schüler individuell bearbeitet wird (Auszug)

 Städt. Berufsschule für Fertigungstechnik		Name:	Name:	Klasse:
Fach:		Name:	Name:	
		Name:	Zeitraum:	Blatt:
Lern – FMEA (Fehler – Möglichkeits – Einfluss – Analyse)				
Arbeitsauftrag: Setze dich einmal wöchentlich in einer Gruppe mit vier bis fünf Personen zusammen. Notiert die häufigsten Fehler und Probleme sowie ihre Ursachen bei eurer Arbeit im Unterricht.				
Welche Probleme sind aufgetreten? Welche Lösungen wurden gefunden? Was hilft?			Welche Fehler wurden gemacht? Welche Fehlerursachen gab es?	
<i>Formel Schnittgeschwindigkeit unbekannt, kein TB; TB regelmäßig mitnehmen</i>			<i>Umrechnung mm/m nicht beachtet, Einheiten nicht aufgenommen Falsches Material für Schnittgeschwindigkeit, Stockbremse zu wenig sicher</i>	

Abb. 6: Lern – FMEA, die von einer Schülergruppe auf Basis ihrer Lerntagebücher erstellt wird (Auszug)

LITERATUR

KMK (2004): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Industriemechaniker/Industriemechanikerin. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 25.03.2004

SOLIDCAM GmbH (2014): SolidCAM-Broschüre. www.solidcam.de

Arbeiten und Lernen in der Netzwerktechnik

– Praxisbeispiel zum Einsatz von Simulationssoftware in IT-Ausbildungsberufen



MAIK JEPSEN

Informations- und Telekommunikationstechnologien durchdringen nahezu alle Branchen und Wirtschaftsbereiche. Dies führt zu einem erhöhten Bedarf an Fachkräften mit entsprechenden Netzwerkqualifikationen. Doch welche didaktisch-methodischen Auswirkungen hat dies für den Unterricht von IT-Auszubildenden? Im diesem Beitrag werden Netzwerkkompetenzen dargestellt, die zur Bewältigung der derzeitigen und zukünftigen Arbeitsanforderungen von IT-Fachkräften dienen. Die Praxisbeispiele zeigen, welchen Beitrag die CISCO Simulation Packet Tracer zum Erlernen von IPv6-Kenntnissen bietet. Dabei benutzen die Schülerinnen und Schüler ihre eigenen Notebooks und Tablet PCs im Netzwerk der Eckener-Schule RBZ Flensburg (BYOD). Der Mehrwert liegt u. a. in der nachhaltigen Nutzung einer Simulation, die theoretische Hintergründe mit anwendungsbezogenen Problemstellungen auf dem vertrauten Gerät vereint.

IKT ALS INNOVATIONSTREIBER FÜR DIE DIGITALE WIRTSCHAFT

Nach dem aktuellen „Monitoring-Report Digitale Wirtschaft 2014“ ist die Durchdringung der Informations- und Kommunikationstechnologien in nahezu allen Wirtschaftsbereichen entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit des Standortes Deutschland (vgl. BMWI 2014). Mit rund einer Millionen Arbeitsplätzen und einem Anteil von 4,7 Prozent an der gewerblichen Wertschöpfung liegt die IKT-Branche gleichauf mit dem Automobilbau und noch vor dem Maschinenbau (vgl. ebd.). IKT gilt als großer Innovationstreiber sowohl für Unternehmen, die digitale Plattformen nutzen, als auch für Endprodukte, die durch IKT neue Funktionen erfahren. Vor allem die Vernetzung in der Industrie 4.0, der Einsatz von Cloud-Diensten sowie die Nutzung von Big Data werden an Bedeutung gewinnen (vgl. ebd.). Der Begriff „Big Data“ beschreibt den rasanten Anstieg der durch die Digitalisierung entstandenen Datenmengen und der daraus entstandenen Möglichkeiten zur Analyse.

Daten aus unterschiedlichen Quellen lassen sich fortlaufend analysieren, um daraus Zusammenhänge und Trends ableiten zu können. Bereits heute werden Daten beispielsweise zur personalisierten Produktempfehlung, Betrugserkennung oder zur vorausschauenden Instandhaltung genutzt (vgl. Abb. 1).

Alle Dinge, die in irgendeiner Weise Daten erzeugen können, werden durch eingebettete Computer vernetzt und somit zu intelligenten Dingen. Dies wird als

Internet der Dinge (IOT Internet of Things) bezeichnet. Der Begriff steht für den weiteren Ausbau der schon lange praktizierten Verfahren Maschine-zu-Maschine- (M2M) und Maschine-zu-Mensch- (M2P) Kommunikation. Verbindet man diese Kommunikationsvarianten noch mit dem Austausch zwischen Menschen (P2P), entsteht das sogenannte Internet of Everything (IoE).

Der aktuelle Technology Radar von CISCO SYSTEMS betrachtet die technischen Voraussetzungen, die diesen Trend ermöglichen. So basieren Innovationen in klassischen Branchen wie Gesundheit, Automobilindustrie, Bezahlssystemen, Luftfahrt auf dem „neuen“ Internet-Protokoll IPv6 (vgl. CISCO SYSTEMS 2014). Dies liegt u. a. daran, dass neben einer effektiveren Verkehrslenkung schlicht mehr Adressen benötigt werden. In der bisherigen Version IPv4 stehen „nur“ rund $4,3 \cdot 10^9$ Adressen zur Verfügung. Durch die Adresslänge von 128 Bit in IPv6 können nunmehr rein rechnerisch rund $3,4 \cdot 10^{38}$ „Dinge“ adressiert werden.

Eine der größeren Barrieren stellt in diesem Zusammenhang die Absicherung der Netze und Daten dar. Die Sorge um Datenmissbrauch ist im Zusammenhang mit den nahezu täglich erscheinenden Warnmeldungen nachvollziehbar. Die simple Adaption von bisherigen Verschlüsselungsverfahren ist nicht ausreichend. Neue Strategien wie z. B. Elliptic Curve Cryptography ECC werden benötigt (vgl. ebd.).

Wie wirken sich diese Trends auf die Facharbeit aus? Zusammenfassend lässt sich bereits jetzt feststellen, dass die derzeitigen und zukünftigen Herausforderungen im Bereich der Netzwerkqualifikationen liegen. Der Netzwerkausrüster CISCO SYSTEMS prognostiziert mit der rasant steigenden Entwicklung des Netzwerkes eine entsprechend wachsende Qualifikationslücke. Verschiedenste Anwendungen wie Videoübertragung, Sprachkommunikation, Netzdatenspeicher etc. nutzen zunehmend nur noch ein gemeinsames Netzwerk (vgl. Abb. 2).

Beleuchtet man die Schwerpunkte der Tätigkeiten von IKT-Fachkräften insgesamt über Branchen hinweg, so sind sie mitverantwortlich in den Tätigkeitsbereichen

- Betrieb und Wartung der Unternehmens-IT,
- Entwicklung von Produkten und Diensten,
- Weiterentwicklung der Geschäftsprozesse.

Der Arbeitsumfang nimmt dabei in Reihenfolge der dargestellten Tätigkeitsbereiche ab (vgl. BMWI 2014).

Der Schwerpunkt „Betrieb und Wartung der Unternehmens-IT“ lässt sich weiter durch folgende Aufgaben und Tätigkeiten konkretisieren:

- PC-Arbeitsplätze und -Netzwerke einrichten, z. B. Peripheriegeräte installieren und konfigurieren, Netzwerke planen, installieren und warten,

- Anbindung von Computern an Telekommunikationsanlagen herstellen,
- Changemanagement von Netzwerken betreiben, z. B. Änderungsbedarf aus technischer Sicht prüfen, Evaluierungen, Variantenvergleiche und Wirtschaftlichkeitsanalysen durchführen,
- bestehende Netzwerkinfrastrukturen analysieren, aktuellen und zukünftigen Bedarf berechnen,
- neue komplexe IT-Netze sowie die Erweiterung und Modernisierung bestehender Netze und Teilnetze planen und konzipieren, bestehende Netzwerke optimieren,
- technische Dokumentationen und Netzpläne, inklusive deren grafischer Darstellung, erstellen,
- manuelle und automatisierte Tests auf den Ebenen Unit-, Funktions-, System- und Akzeptanztest für Soft- und Hardwarekomponenten durchführen (BA 2011).

Den IT-Ausbildungsberufen wird in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle zugeschrieben. Netzwerkkompetenzen bilden von Beginn an einen Teil der breit angelegten Kernqualifikation innerhalb der Berufsbilder (siehe dazu Ausbildungsrahmenpläne der IT-Berufe). In der Industrie spiegeln sich der Bedarf an Fachkräften und auch die Bereitschaft zur Ausbildung in diesen Profilen wider. Entgegen der insgesamt rückläufigen Zahl von Auszubildenden übersteigt die Anzahl der IT-Auszubildenden

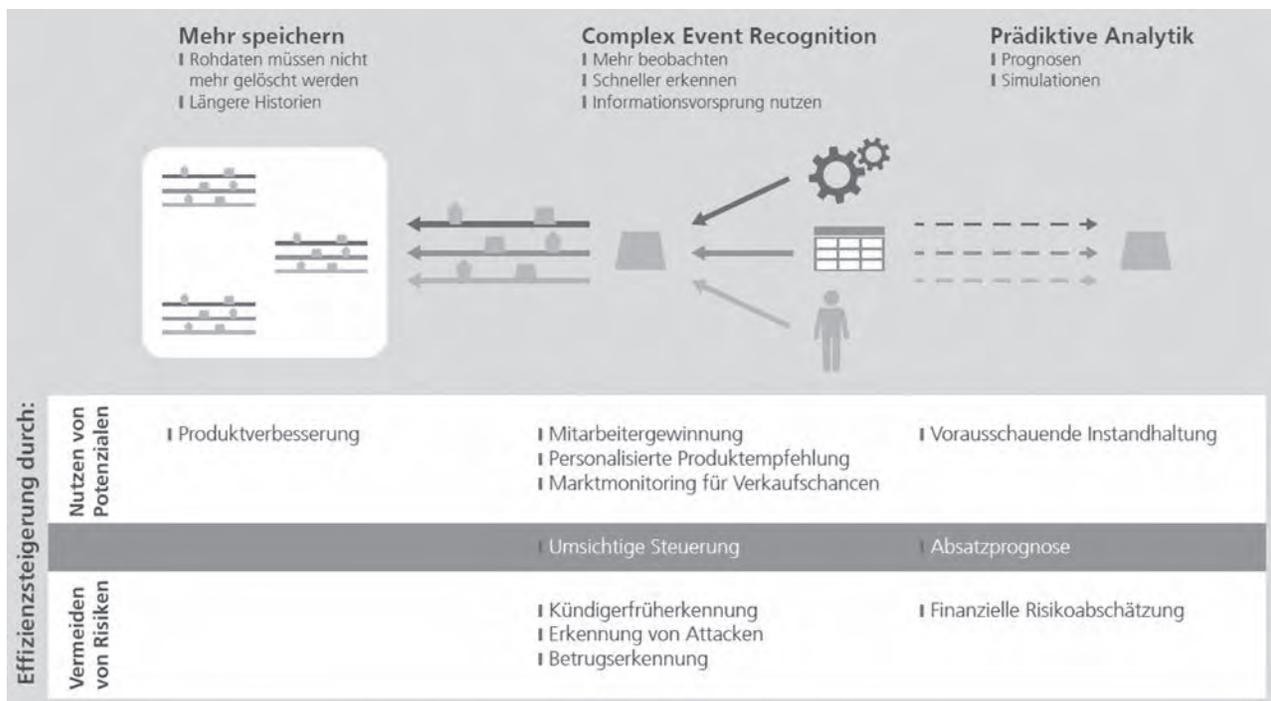


Abb. 1: Innovationspotential aus der Nutzung von Big Data (IAIS 2012)

erstmalig seit 2008 die Marke von 40.000 (vgl. BITKOM 2014).

PRAXISBEISPIEL ZUR UMSETZUNG IM BERUFSSCHULUNTERRICHT

Rahmenbedingungen

An der Eckener-Schule RBZ Flensburg kann diese positive Entwicklung mit einem Rekord von IT-Ausbildungsverhältnissen bestätigt werden. Zum Schuljahr 2014/15 starteten insgesamt 38 Fachinformatiker/-innen und IT-Systemelektroniker/-innen. Auf Wunsch der Betriebe wurde zu Beginn dieses Schuljahres der Unterricht von Teilzeitform in Blockform umgestellt. Dieser Wunsch spiegelt die veränderte Arbeitsorganisation insbesondere in dem dienstleistungsorientierten IT-Sektor wider. Da der Anteil projektformiger Arbeit steigt, können Auszubildende so in größeren Kundenprojekten mitarbeiten. Aus pädagogischer Sicht begünstigt die Blockform ebenfalls projektformige Unterrichtsmethoden.

CISCO NETWORKING ACADEMY

Seit dem Schuljahr 2008 bietet die Eckener-Schule in Zusammenarbeit mit der Firma CISCO umfangreiche Lernmaterialien zum Erwerb von Kompetenzen im Bereich der Informations- und Netzwerktechnologie an. Im Rahmen der Networking Academy stehen verschiedene Kurse zur Verfügung. Angefangen bei Einstiegskursen zu Computer-Hard- und Software (IT-Essentials) können Schülerinnen und Schüler in weiterführenden Kursen auf die Industriezertifi-

zierungen CISCO CERTIFIED ENTRY NETWORKING TECHNICIAN (CCENT) und CISCO CERTIFIED NETWORK ASSOCIATE (CCNA) vorbereitet werden (vgl. Abb. 3).

Vier neu gestaltete Kurse bilden nunmehr das Netzwerkcurriculum „Routing and Switching“ (vgl. Abb. 3). Gemäß CISCO ist das Curriculum daraufhin angelegt, einen Einstieg in die Berufe der ICT (Information and Communication Technology) zu finden (vgl. CISCO NETWORKING ACADEMY 2013b).

Die weltweit einheitlichen Lerninhalte stehen auf einer Plattform online zum Selbststudium zur Verfügung. Simulationssoftware sowie umfangreiche Laborübungen ergänzen die Onlineaktivitäten zu einem Blended-Learning-Konzept.

Das CISCO-NETWORKING-ACADEMY-Programm bietet eine Vielzahl von Material. Der Umfang übersteigt bei weitem die in der Erstausbildung zur Verfügung stehende Zeit. Die Herausforderung besteht in der Integration dieses Materials in den Unterricht. Die Umstellung zum Blockunterricht bietet dazu Möglichkeiten. Durch die Online-Verfügbarkeit können Auszubildende auch zwischen den Schulblöcken das Material eigenverantwortlich vor- und nachbereiten. Wahlmodule innerhalb der Blöcke können zur individuellen Vertiefung angeboten werden.

BYOD an der Eckener-Schule RBZ Flensburg

Um die entsprechenden Online-Inhalte nutzen zu können, besteht für die Schüler der Eckener-Schule RBZ Flensburg die Möglichkeit, ihre eigenen Geräte in das WLAN-Netzwerk der Schule einzubinden. Insbesondere für IT-Auszubildende stellt das Notebook ein Arbeitsmittel dar,

das diverse Werkzeuge zur Diagnose, Konfiguration, Softwareerstellung oder Dokumentation enthält. Die schulische Integration des alltäglichen Arbeitsmittels verbindet Lernen mit Arbeiten. Die technischen Voraussetzungen zu „Bring Your Own Device“ (BYOD) wurden im letzten Jahr geschaffen. Seitdem werden die Vorteile des Konzepts deutlich. Die Vertrautheit im Umgang mit dem

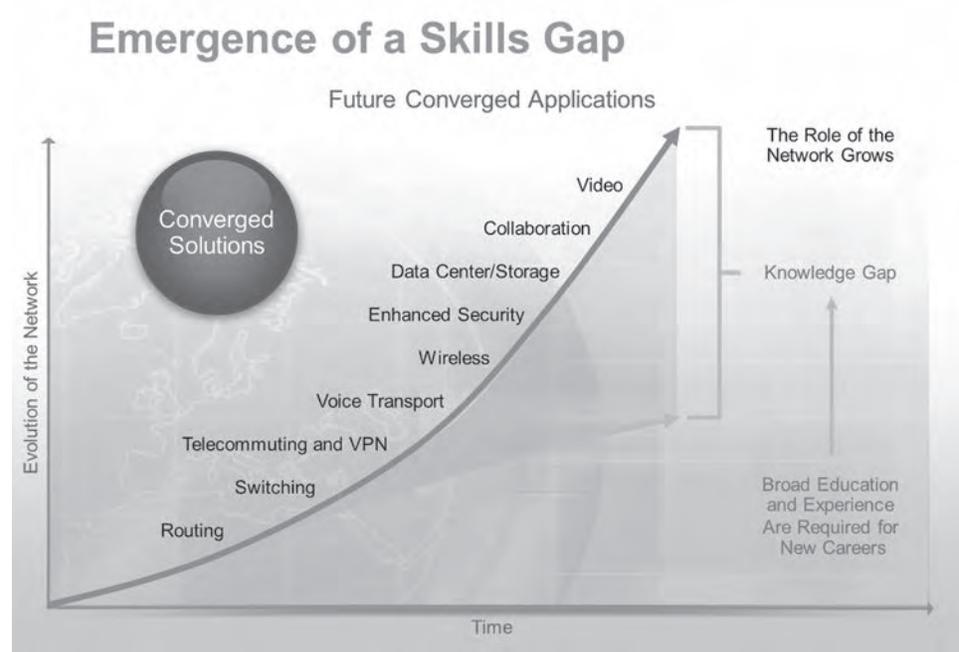


Abb. 2: Qualifikationsbedarf im Netzwerkbereich (CISCO NETWORKING ACADEMY 2009)

eigenen Gerät ermöglicht einen effektiven und nachhaltigen Lernprozess.

Curriculare Einordnung

Durch die offene Gestaltung der Lernfeldlehrpläne lassen sich vielfältige Bezüge beruflicher Tätigkeiten aus dem Netzwerkbereich in den Zielformulierungen folgender Lernfelder wiederfinden:

- LF 7: Vernetze IT-Systeme,
- LF 9: Öffentliche Netze,
- LF 10: Betreuen von IT-Systemen.

Im Lernfeld 7 „Vernetze IT-Systeme“ wird das Ziel formuliert: „Die Schülerinnen und Schüler sollen vernetzte IT-Systeme in Einzel- oder Teamarbeit unter Berücksichtigung von Kundenanforderungen und Beachtung gesetzlicher und sicherheitstechnischer Bestimmungen planen, Komponenten begründet auswählen, installieren, konfigurieren, inbetriebnehmen, dokumentieren, präsentieren und handhaben.“

Dazu sind u. a. „Grundlagen der Netzwerktechnik anforderungsgerecht einzusetzen“. Stichwortartig und recht allgemein gehalten werden mögliche Grundlagen im Lehrplan aufgeführt.

Im Rahmen einer arbeitsorientierten Lernfeldumsetzung kann das Material des CISCO-Curriculums „CCNA Routing and Switching“ einen wertvollen Beitrag leisten. Dieses zeigen die zu erwerbenden Kompetenzen des neu aufgelegten Einstiegskurs „Introduction to Networks“ (Tab. 1, S. 40).

Der in elf Kapiteln gegliederte Kurs bereitet grundlegende Inhalte der Netzwerktechnik systematisch auf. Ausgehend von einem Überblickswissen bezüglich Komponenten und Dienste des Internets werden die zentralen Netzwerkfunktionen fachsystematisch anhand des Schichtenmodells konkretisiert. Das Curriculum besticht mit seinen aufwändig aufbereiteten, teils interaktiven Animationen. Hinzu kommen La-

bor- und Rechercheaktivitäten, bei denen eine Vielfalt von Medien und Methoden eingesetzt wird. Die in unterschiedlichen Sozialformen gestalteten Übungen stehen durchweg im Kontext konkreter IT-Facharbeit. Im letzten Kapitel „It's a network“ werden die Inhalte der vorausgegangenen zehn Einheiten zu einem ganzheitlichen Szenario zusammengefasst. Schüler beurteilen verschiedene Netzwerkdesigns hinsichtlich der Kundenanforderung, konfigurieren geeignete Sicherheitsmaßnahmen und führen Arbeiten zum Betrieb und zur Wartung, wie z. B. Sicherung und Wiederherstellung der Konfigurationsdaten, durch.

Didaktisch-methodische Entscheidungen

Die im Rahmen der CISCO NETWORKING ACADEMY kostenlos zur Verfügung gestellte Simulation „Paket Tracer“ bildet ein zentrales Medium in den vorgestellten Unterrichtsbeispielen. Die Simulationssoftware wird verwendet, da sie umfangreiche Möglichkeiten bietet, die komplexe Netzwerkwelt zu erlernen. Sie bildet eine Ergänzung zum Lernen mit realer Hardware, die in der Schule nur in begrenzter Anzahl zur Verfügung steht. Schülerinnen und Schüler können durch eine beliebige Anzahl virtualisierter Geräte auch komplexere Netzwerkkonstruktionen gestalten und simulieren. Die „unsichtbare“ Kommunikation in Netzwerken wird sichtbar gemacht, Zusammenhänge können experimentell erlernt werden (vgl. CISCO NETWORKING ACADEMY 2013c).

Durch die Unterstützung der Betriebssysteme Linux, Microsoft und Android gelingt die Installation der Simulationssoftware auf den Schülernotebooks oder Tablets problemlos. Mit Hilfe des Paket Tracers hat jeder Lernende nunmehr die Möglichkeit, die Konfiguration an Netzwerkinfrastruktur zeitgleich vorzunehmen. Dies kann über eine graphische Oberfläche (GUI) oder über die Konsole (CLI) geschehen. Dadurch lässt sich u. a. eine Binnendifferenzierung realisieren, bei der z. B. Informatikkaufleute Konfigurationen nur per GUI tätigen. Alle Packet-Tracer-Szenarien lassen sich abspeichern und zu beliebiger Zeit weiter bearbeiten. Die Multiuser Funktion ermöglicht die Verbindung verschiedener Packet-Tracer-Instanzen zu einem komplexen Netzwerk. Vielfältige Gruppenarbeitsformen

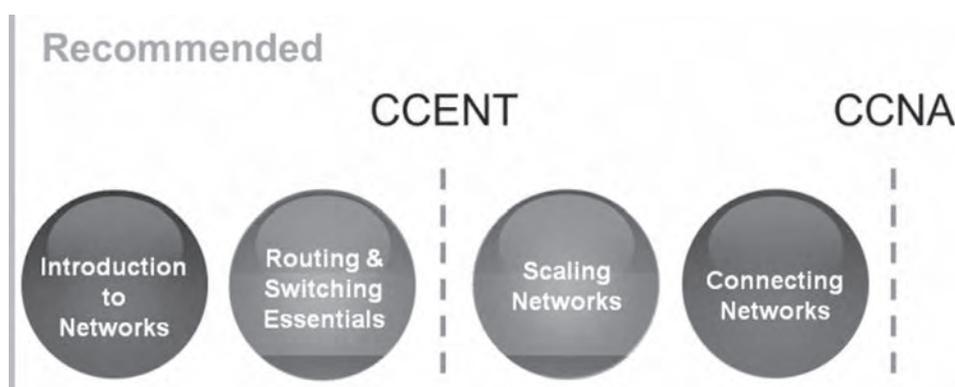


Abb. 3: Cisco-„Netzwerktechnik“-Curriculum (CISCO NETWORKING ACADEMY 2013a)

und Wettbewerbe können dadurch realisiert werden. Die Simulation lässt sich auch als Prüfungsinstrument verwenden. Mit dem eingebauten „Activity Wizard“ lassen sich Aufgaben, die realen Arbeitssituationen entsprechen, gestalten. Die Lösung der Aufgaben lässt vielfältige Methoden zu.

Introduction to Networks
Students who complete Introduction to Networks will be able to perform the following functions:
– Understand and describe the devices and services used to support communications in data networks and the Internet
– Understand and describe the role of protocol layers in data networks
– Understand and describe the importance of addressing and naming schemes at various layers of data networks in IPv4 and IPv6 environments
– Design, calculate, and apply subnet masks and addresses to fulfill given requirements in IPv4 and IPv6 networks
– Explain fundamental Ethernet concepts such as media, services, and operations
– Build a simple Ethernet network using routers and switches
– Use Cisco command-line interface (CLI) commands to perform basic router and switch configurations
– Utilize common network utilities to verify small network operations and analyze data traffic

Tab. 1: Kompetenzen des Kurses „Introduction to Networks“ (CISCO NETWORKING ACADEMY 2013a)

Beispiel: Analyse von Protokollen und Verkehrsflüssen im Netzwerk

Protokolle dienen dazu, Regeln der Kommunikation zwischen Sender und Empfänger zu beschreiben. In der Netzwerktechnik gibt es einige hundert verschiedene Protokolle. Ständig werden neue Protokolle entwickelt, andere werden bedeutungslos. Netzwerktechniker/-innen müssen z. B. im Rahmen der Konfiguration von Routern und Switchen entscheiden, welche Protokolle notwendig sind. Die bedachte Auswahl hat unmittelbaren Einfluss auf die Effizienz und Sicherheit des Netzwerkes. Im Rahmen der Fehlersuche ist die Protokollanalyse oft die einzige wirksame Methode, um das Fehlverhalten nachzuvollziehen und geeignete Abhilfemaßnahmen zu finden. Diese in der Praxis oft nur von Spezialisten durchgeführte Aufgabe kann ohne Wissen der grundsätzlichen Kommunikationsabläufe nicht bewältigt werden.

In der folgenden Packet-Tracer-Übung wird die Kommunikation eines Webseitenaufrufs exemplarisch analysiert.

Das übergeordnete Ziel dieser Lernphase ist, dass die Schülerinnen und Schüler Datenverkehrsflüsse und die Rolle von Protokollen analysieren und beschreiben können. Sie erkennen das Verfahren, wie Daten durch Protokolle in verschiedenen Schichten des ISO/OSI-Modells verschachtelt werden.

Der zur Übung begleitende Aufgabentext (Abb. 4) ist in dieser Phase sehr detailliert aufgebaut, um die Funktionen der Simulation zu erlernen.

Der bewusst reduzierte Versuchsaufbau mit dem aktivierten „HTTP-Event-Filter“ zeigt in der Eventlist nur die HTTP-Pakete, die nach dem Aufruf einer Webseite zwischen Client und Server ausgetauscht werden (vgl. Abb. 5, S. 42).

Jedes Paket kann im Eventviewer einzeln geöffnet und im Detail weiter analysiert werden. Die Protokollinhalte, bezogen auf die einzelnen Schichten des ISO/OSI-Modells, lassen sich so nachvollziehen (vgl. Abb. 6, S. 42).

Diese Übung kann als Basis für eine nachfolgend offenere Lernphase dienen. Je nach individuellem Schülerinteresse lassen sich vielfältige Fragestellungen bearbeiten. CISCO stellt eine Menge vorgefertigter Packet-Tracer-Übungen samt der Aufgabenbeschreibungen im MS-Word-Format als weitere Anregungen im Curriculum zur Verfügung. Um eigene Aufgaben zu entwerfen, ist es empfehlenswert, die bestehenden Beispiele abzuändern. Über den „Activity Wizard“ der Simulation kommt man an die integrierten Aufgabentexte und weitere Einstellungen.

Beispiel: Statisches Routing in einer IPv6-Multiuser-Umgebung

Die Planung von Netzwerken beinhaltet eine Fülle von Gestaltungsmöglichkeiten. Neben einer Vielzahl von Topologien stellt die Adressplanung in größeren Netzwerken eine Herausforderung an die Administratoren dar. Der „normale“ IPv6-Anschluss beim Internetprovider ermöglicht in Zukunft die Konfiguration von 65536 Netzen, die bei einer hexadezimalen Adressdarstellung wohlüberlegt gestaltet werden müssen. Durch die nun ausreichende Kapazität lassen sich alle Geräte mit einer öffentlichen Adresse ausstatten. Obgleich schon in den meisten Betriebssystemen enthalten, erlangt IPv6 in der Arbeitspraxis nur langsam eine größere Bedeutung. Dies wird sich gewiss aufgrund der eingangs erwähnten Anwendungen ändern. Mit Sicherheit lässt sich jetzt schon feststellen, dass beide Protokollversionen parallel betrieben werden. Dazu werden Kenntnisse

über Verfahren, wie z. B. Dual Stack, Tunneling oder NAT64, sowohl beim Netzwerkplaner als auch beim Administrator während der Fehlersuche notwendig sein.

In der folgenden Übung geht es um die Konfiguration von verschiedenen IPv6-Adresstypen, wie Link lokal, Global Unicast etc., in Netzwerkgeräten. Die Übung wurde bislang mit IPv4- Adressen durchgeführt und

nun auf IPv6 adaptiert. Mit ihr wird das Ziel verfolgt, die Schülerinnen und Schüler beim Kompetenzerwerb zu unterstützen:

- Netzwerke mit Hilfe von IPv6-Adressen zu planen,
- Konfiguration und Inbetriebnahmen von Netzwerkgeräten vorzunehmen,
- statisches Routing zu konfigurieren,

PT Activity: 00:03:50

Packet Tracer - Investigating the TCP/IP and OSI Models in Action

Objectives

- Part 1: Examine HTTP Web Traffic
- Part 2: Display Elements of the TCP/IP Protocol Suite

Background

This simulation activity is intended to provide a foundation for understanding the TCP/IP protocol suite and the relationship to the OSI model. Simulation mode allows you to view the data contents being sent across the network at each layer.

As data moves through the network, it is broken down into smaller pieces and identified so that the pieces can be put back together when they arrive at the destination. Each piece is assigned a specific name (protocol data unit [PDU]) and associated with a specific layer of the TCP/IP and OSI models. Packet Tracer simulation mode enables you to view each of the layers and the associated PDU. The following steps lead the user through the process of requesting a web page from a web server by using the web browser application available on a client PC.

Even though much of the information displayed will be discussed in more detail later, this is an opportunity to explore the functionality of Packet Tracer and be able to visualize the encapsulation process.

Part 1: Examine HTTP Web Traffic

In Part 1 of this activity, you will use Packet Tracer (PT) Simulation mode to generate web traffic and examine HTTP.

Step 1: Switch from Realtime to Simulation mode.

In the lower right corner of the Packet Tracer interface are tabs to toggle between **Realtime** and **Simulation** mode. PT always starts in **Realtime** mode, in which networking protocols operate with realistic timings. However, a powerful feature of Packet Tracer allows the user to "stop time" by switching to **Simulation** mode. In **Simulation** mode, packets are displayed as animated envelopes, time is event driven, and the user can step through networking events.

- a. Click the **Simulation** mode icon to switch from **Realtime** mode to **Simulation** mode.
- b. Select **HTTP** from the **Event List Filters**.
 - 1) HTTP may already be the only visible event. Click **Edit Filters** to display the available visible events. Toggle the **Show All/None** check box and notice how the check boxes switch from unchecked to checked or checked to unchecked, depending on the current state.
 - 2) Click the **Show All/None** check box until all boxes are cleared and then select **HTTP**. Click anywhere outside of the **Edit Filters** box to hide it. The **Visible Events** should now only display **HTTP**.

Step 2: Generate web (HTTP) traffic.

Currently the **Simulation Panel** is empty. There are six columns listed across the top of the **Event List** within the **Simulation Panel**. As traffic is generated and stepped through, events appear in the list. The **Info** column is used to inspect the contents of a particular event.

Note: The **Web Server** and **Web Client** are displayed in the left pane. The panels can be adjusted in size by hovering next to the scroll bar and dragging left or right when the double-headed arrow appears.

- a. Click **Web Client** in the far left pane.
- b. Click the **Desktop** tab and click the **Web Browser** icon to open it.
- c. In the URL field, enter **www.osi.local** and click **Go**.
Because time in **Simulation** mode is event-driven, you must use the **Capture/Forward** button to display network events.
- d. Click **Capture/Forward** four times. There should be four events in the **Event List**.
Look at the **Web Client** web browser page. Did anything change?

Step 3: Explore the contents of the HTTP packet.

- a. Click the first colored square box under the **Event List > Info** column. It may be necessary to expand the **Simulation Panel** or use the scrollbar directly below the **Event List**.
The **PDU Information at Device: Web Client** window displays. In this window, there are only two tabs (**OSI Model** and **Outbound PDU Details**) because this is the start of the transmission. As more events are examined, there will be three tabs displayed, adding a tab for **Inbound PDU Details**. When an event is the last event in the stream of traffic, only the **OSI Model** and **Inbound PDU Details** tabs are displayed.
- b. Ensure that the **OSI Model** tab is selected. Under the **Out Layers** column, ensure that the **Layer 7** box is highlighted.
What is the text displayed next to the **Layer 7** label?
What information is listed in the numbered steps directly below the **In Layers** and **Out Layers** boxes?
- c. Click **Next Layer**. Layer 4 should be highlighted. What is the **Dst Port** value?
- d. Click **Next Layer**. Layer 3 should be highlighted. What is the **Dest. IP** value?

Time Elapsed: 00:03:50

Top Check Results Reset Activity

< 1/1 >

Abb. 4: Aufgabentext zur HTTP-Verkehrsanalyse

- Verkehrsflüsse mit Hilfe von Routing-Tabellen und Analysefunktionen zu bestimmen,
- unterschiedliche Funktionen von IPv6-Adressen zu analysieren sowie
- Netzwerktests im Team durchzuführen.

Jeder Lernende erstellt nach seinen eigenen Vorstellungen ein lokales Netz mit z. B. zwei Clients und einem Server, inklusive Switch und Router s. Abb. 7).

Durch die „Multi-User-Funktion“ lassen sich die verschiedenen Instanzen des Packet Tracers verbinden. Das heißt, über das bestehende WLAN-Netzwerk, in dem die Schülernotebooks verbunden sind, kommunizieren die simulierten Netzwerke des Packet Tracers. Beispielhaft sind die Netzwerke von Schüler 4 und Schüler 5 dargestellt (Abb. 7). Über die „Wolken“ wird die Verbindung zu anderen Packet-Tracer-Netzwerken hergestellt. Auf diese Art können alle Netzwerke in einem Kreis zusammengeslossen werden.

Alle Lernenden müssen neben Adressvereinbarungen diverse Parameter untereinander austauschen. Verkehrsflüsse in Netzwerken werden durch Routingtabellen gesteuert. Aus didaktischen Gründen könnte die Vorgabe lauten, das statische Routing in nur eine Richtung zu konfigurieren.

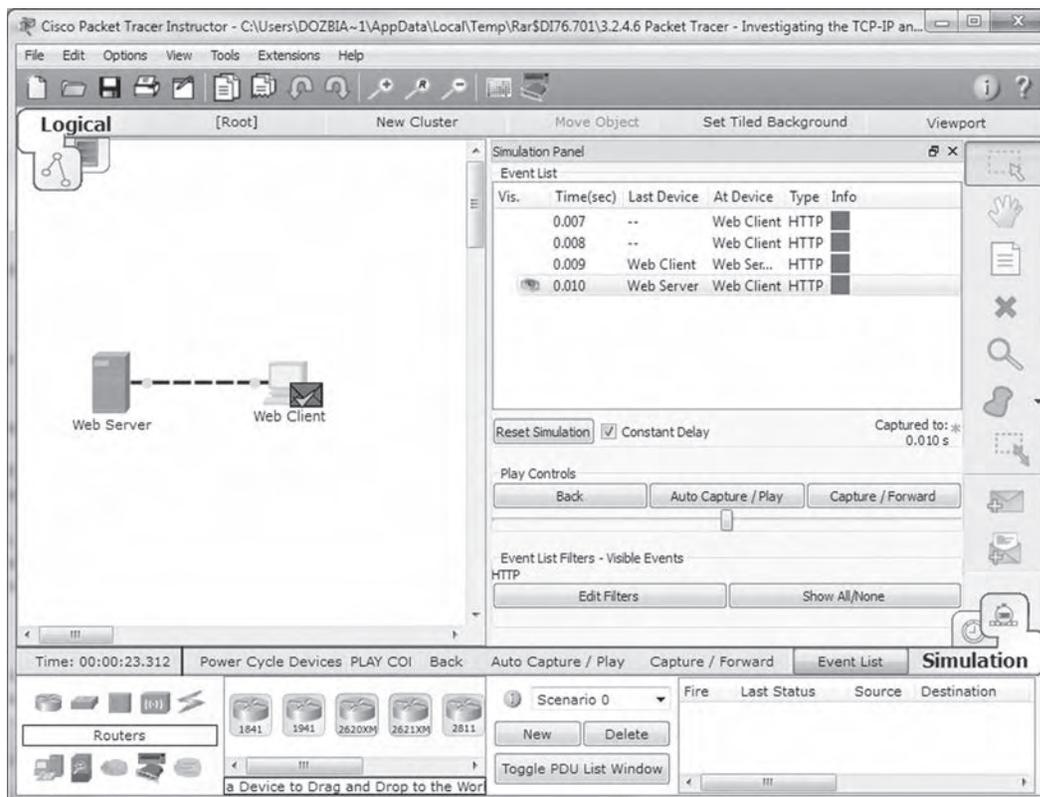


Abb. 5: Protokollanalyse eines Webseitenaufrufs

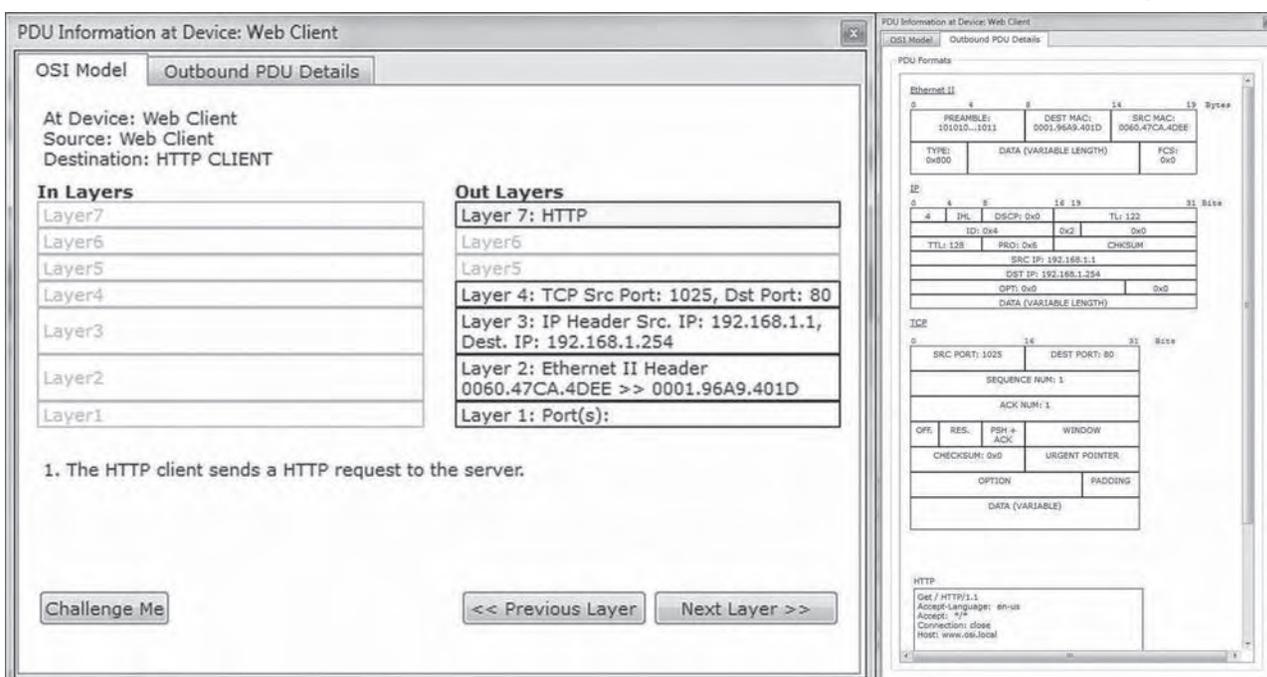


Abb. 6: Detailinformationen der Protocol Data Units

Eine erfolgreiche Konfiguration, bei der jeder Client die Webdienste der Mitschüler aufrufen kann, ist von der Beteiligung aller Schülerinnen und Schüler abhängig. Auf dem Weg dorthin wird erfahrungsgemäß eine Vielzahl gemeinsamer Diagnose- und Fehler-suchstrategien ausprobiert.

FAZIT/AUSBLICK

Die gegenwärtig aktuellen Themen „Internet der Dinge“, „Big Data“ oder Industrie 4.0 basieren allesamt auf Netzwerktechnologien. Um die benötigte Netzinfrastruktur zu erstellen bzw. zu modernisieren, wird der Bedarf an IT-Fachkräften steigen.

Bei näherer Betrachtung der Facharbeit lassen sich vielfältige Anforderungen identifizieren, die durchaus langlebig innerhalb der vermeintlich kurzen Halbwertszeit von IT-Wissen sind. Hierzu zählen z. B. methodische Kompetenzen zum Betrieb und zur Wartung von IT-Hard- und Software. Selbst die technologische Weiterentwicklung des IPv6-Protokolls lässt sich bei entsprechender Einordnung einfacher verstehen. Dazu wird ein grundsätzliches Verständnis von Protokollen benötigt.

Lernenden fällt dies besonders schwer, da die Kommunikationsabläufe in Netzwerken nicht sichtbar sind. Die aufwändig aufbereiteten Animationen im CISCO-Curriculum bieten zusammen mit dem Einsatz der Simulationssoftware Packet Tracer diesbezüglich hilfreiche Unterstützung. Der Nachrichtenaustausch wird transparent und kann in einem individuellen Tempo nachvollzogen bzw. beeinflusst werden. Router und Switches, die bislang nur in Laborstunden begrenzt zur Verfügung standen, lassen sich nun in beliebiger Anzahl zu komplexen Szenarien zusammenschalten. Schülerinnen und Schüler

können eigene, kreative Netzwerklösungen entwerfen und damit auch zu Hause experimentieren. Ein hohes Maß an Selbststeuerung im Lernprozess wird erreicht. Der berufliche Alltag kann durch das „Testnetzwerk in der Westentasche“ ebenso profitieren. Eine Störung im Kundennetzwerk, eine unterbrochene Übertragungsstrecke etc. lassen sich in der Simulation ebenfalls herbeiführen, analysieren und Lösungsvarianten erproben. Die Simulation aus dem Berufsschulunterricht kann somit einen Beitrag zum arbeitsintegrierten Lernen leisten.

LITERATUR

- BA (2011): Bundesagentur für Arbeit (Hrsg.): Klassifikation der Berufe 2010. Band 2: Definitorischer und beschreibender Teil. Nürnberg
- BITKOM (2014): Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.: Erstmals seit fünf Jahren mehr als 40.000 IT-Azubis. Berlin, 15.05.2014
- BMWI (2014): Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.): Monitoring-Report Digitale Wirtschaft 2014. Innovationstreiber IKT. Berlin
- CISCO Networking Academy (Ed.) (2009): CCNA Curriculum Overview.
- CISCO Networking Academy (Ed.) (2013a): CCNA Routing and Switching Scope and Sequence.
- CISCO Networking Academy (Ed.) (2013b): CCNA Routing and Switching. At-A-Glance.
- CISCO Networking Academy (Ed.) (2013c): Cisco Packet Tracer. At-A-Glance.
- CISCO Systems (Ed.) (2014): TECHNOLOGY RADAR. Tracking technology trends that will change the future of the industry. Fostering innovation.
- IAIS (2012): Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme (Hrsg.): BIG DATA – Vorsprung durch Wissen. Innovationspotentialanalyse. Sankt Augustin

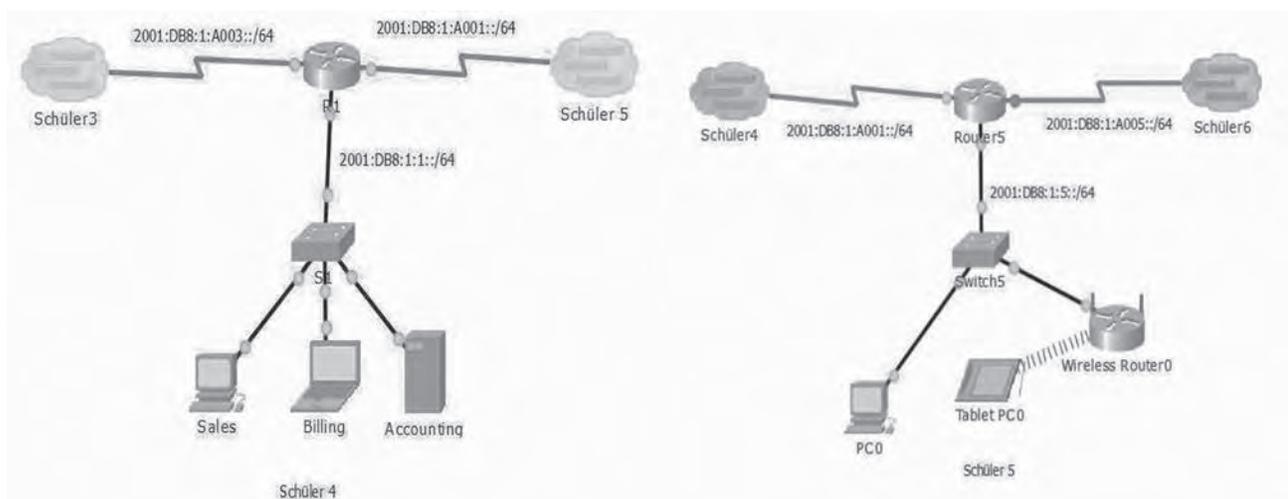


Abb. 7: Verbindung von Packet-Tracer-Instanzen

LIEBE LESERINNEN UND LESER,

die Zeitschrift „lernen & lehren“ möchte sehr gern vor allem den Fachleuten an den Lernorten die Möglichkeit einräumen, die vielfältigen Erfahrungen gut funktionierender Ausbildungs- und Unterrichtspraxis in Beiträgen der Zeitschrift zu veröffentlichen. Daher möchten wir Sie ermuntern, sich mit der Schriftleitung in Verbindung zu setzen. Wir streben wie bisher an, pro Heft zwei vom Themenschwerpunkt unabhängige Beiträge zu veröffentlichen.

Wenn Sie Interesse haben, an einem Themenschwerpunkt mitzuwirken, setzen Sie sich bitte rechtzeitig mit uns in Verbindung, da die Herstellung der Zeitschrift einen langen zeitlichen Vorlauf benötigt.

Ab dem vierten Quartal 2016 sind derzeit folgende Themenschwerpunkte geplant:

- Ausbildungs- und Unterrichtsverfahren in der technischen Berufsbildung,
- Robotik und berufliches Lernen,
- Kompetenzorientierung in der beruflichen Bildung,
- Studierbefähigung im und durch den berufsbildenden Bereich.

Wir freuen uns auf Ihre Rückmeldung!

Herausgeber und Schriftleitung

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren

ADOLPH, GOTTFRIED

Prof. Dr., em. Hochschullehrer, gottfried.adolph@t-online.de

GEBHARDT, JONAS

Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Europa-Universität Flensburg, Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik (biat), jonas.gebhardt@biat.uni-flensburg.de

GRIMM, AXEL

Prof. Dr., Hochschullehrer, Europa-Universität Flensburg, Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik (biat), axel.grimm@biat.uni-flensburg.de

HARTMANN, VEIT

Dipl.-Arb.-Wiss. M. A., Projektleiter in den Projektgesellschaften des Transferzentrums für angepasste Technologien in Rheine, TAT Technik Arbeit Transfer gGmbH, veit.hartmann@tat-zentrum.de

HERKNER, VOLKMAR

Prof. Dr., Hochschullehrer, Europa-Universität Flensburg, Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik (biat), volkmar.herkner@biat.uni-flensburg.de

HORN, WOLFHARD

StD a. D., mail@wolfhard-horn.de

JEPSSEN, MAIK

Lehrer an der Eckener Schule und Wissenschaftlicher Mitarbeiter Europa-Universität Flensburg, Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik (biat), maik.jepsen@biat.uni-flensburg.de

LINDNER, ANDREAS

StD, Fachbetreuer Bauelemente und Fertigungstechnik, Koordination der Lernfelder, Städt. Berufsschule für Fertigungstechnik München, andreas.lindner@bsz-deroy.muenchen.musin.de

LOHSE, CAROLIN

StA, Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Technische Universität Berlin, Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre, c.lohse@tu-berlin.de

QUAST, JAN

Berufsschullehrer, Oberstufenzentrum Informations- und Medizintechnik Berlin (OSZ IMT), kontakt@jan-quast.net

TÄRRE, MICHAEL

OStR Dr., Abteilungsleiter für die Beruflichen Gymnasien an den Berufsbildenden Schulen Neustadt der Region Hannover, michael_taerre@hotmail.com

TSCHEDEL, ROBERT

Prof. Dr., Hochschullehrer, Universität Münster, Institut für Soziologie, Leiter der Projektgesellschaften im Transferzentrum für angepasste Technologien in Rheine, TAT Technik Arbeit Transfer gGmbH, robert.tschiedel@tat-zentrum.de

VERMEHR, BERND

StD a. D., bvermehr@aol.com

WINDELBAND, LARS

Prof. Dr., Hochschullehrer, Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd, Institut für Bildung, Beruf und Technik, lars.windelband@ph-gmuend.de



Impressum

„lernen & lehren“ erscheint in Zusammenarbeit mit den Bundesarbeitsgemeinschaften für Berufsbildung in den Fachrichtungen Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik e. V.

www.lernenundlehren.de

Herausgeber

Volkmar Herkner (Flensburg), Klaus Jenewein (Magdeburg), A. Willi Petersen (Flensburg), Georg Spöttl (Bremen)

Beirat

Matthias Becker (Flensburg), Ralph Dreher (Siegen), Claudia Kalisch (Rostock), Rolf Katzenmeyer (Dillenburg), Andreas Lindner (München), Reiner Schlausch (Flensburg), Friedhelm Schütte (Berlin), Ulrich Schwenger (Heidelberg), Thomas Vollmer (Hamburg), Andreas Weiner (Hannover)

Heftbetreuer: Axel Grimm (Flensburg)

Titelbild: DLR

Schriftleitung (V. i. S. d. P.)

lernen & lehren

c/o Prof. Dr. Axel Grimm • Europa-Universität Flensburg, biat, Auf dem Campus 1, 24943 Flensburg, Tel.: 04 61/8 05-20 75, E-Mail: axel.grimm@biat.uni-flensburg.de

c/o OStR Dr. Michael Tärre • Rehbockstr. 7, 30167 Hannover, Tel.: 05 11/7 10 09 23, E-Mail: michael_taerre@hotmail.com

Assistenz der Schriftleitung:

Tim Richter (Bremen), Britta Schlömer (Bremen)

Alle schriftlichen Beiträge und Leserbriefe bitte an eine der obenstehenden Adressen senden. Manuskripte gelten erst nach Bestätigung der Schriftleitung als angenommen. Namentlich gezeichnete Beiträge stellen nicht unbedingt die Meinung der Herausgeber dar. Theorie-Beiträge des Schwerpunktes werden einem Review-Verfahren ausgesetzt.

Im Sinne einer besseren Lesbarkeit werden mitunter nicht immer geschlechtsneutrale Personenbezeichnungen genutzt, obgleich weibliche und männliche Personen gleichermaßen gemeint sein sollen. Unverlangt eingesandte Rezensionsexemplare werden nicht zurückgesandt.

Layout/Gestaltung

Brigitte Schweckendieck/Winnie Mahrin

Unterstützung im Lektorat

Andreas Weiner (Hannover)

Verlag, Vertrieb und Gesamtherstellung

Heckner Druck- und Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG

Postfach 15 59 • 38285 Wolfenbüttel

Als Mitglied einer BAG wenden Sie sich bei Vertriebsfragen (z. B. Adressänderungen) bitte stets an die Geschäftsstelle, alle anderen wenden sich bitte direkt an den Verlag.

Geschäftsstelle der BAG Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik

c/o ITB – Institut Technik und Bildung der Universität Bremen

Am Fallturm 1 • 28359 Bremen

kontakt@bag-elektrometall.de

ISSN 0940-7340



ADRESSAUFKLEBER

BAG

WWW.BAG-ELEKTROMETALL.DE
KONTAKT@BAG-ELEKTROMETALL.DE