

Schwerpunktthema Automatisierungstechnik

lernen & lehren

Elektrotechnik – Informationstechnik
Metalltechnik – Fahrzeugtechnik



Automatisierungstechnik – mal ohne 4.0?

Automatisierungstechnik – ein Querschnittsthema der beruflichen Fachrichtungen

Fernwartung und -diagnose als Elemente einer zukunftsorientierten Instandhaltung

Umsetzungsmöglichkeiten im SPS-Labor

Zur Bedeutung des Glasfaser-Breitbandausbaus für die Automatisierungstechnik

Greetings from abroad: Duale Berufsausbildung auf dem Weg nach Serbien

Basis-Digitalisierung im Metalltechnikunterricht

Digitalisierung nachhaltig gestalten

➔ wbv.de/bai



Thomas Vollmer, Torben Karges, Tim Richter,
Britta Schlömer, Sören Schütt-Sayed (Hg.)

Digitalisierung mit Arbeit und Berufsbildung nachhaltig gestalten

Berufsbildung, Arbeit und Innovation, 55

2020, 216 S., 49,90 € (D)

ISBN 978-3-7639-5833-7

Kostenloser Download: wbv-open-access.de

Welche Rolle spielt die Digitalisierung für die Aus- und Fortbildung in den elektro-, informations-, metall- und fahrzeugtechnischen Berufen. Der Einsatz digitaler Technik führt hier zu starken Veränderungen der Tätigkeiten und Arbeitsabläufe. Gleichzeitig sind Beschäftigten dieser Berufe durch die Verwendung und Herstellung digital innovativer Produkte im besonderen Maße Mitgestaltende dieser Veränderungen.

Der Sammelband ist in drei Teile gegliedert. Im Abschnitt zur ressourcenfokussierten Facharbeit geht es um die Gestaltung nachhaltiger Produktions-, Service und Reparaturprozesse: Wie kann digitale Technik genutzt werden, um ressourcenschonend und -effizient zu arbeiten? Unter dem Stichwort „Smartes Lernen“ diskutieren die Autorinnen und Autoren das Gelingen der didaktischen Transformation und neue Unterrichtsmethoden für gewerblich-technische Schulen.

Im Weiterem wird sich in den Beiträgen zur Informatik, welche als Querschnittsdisziplin sämtlicher Digitalisierungsprozesse angesehen wird, mit der Frage beschäftigt: Wie kann informatische Bildung in der beruflichen Aus- und Fortbildung gestaltet werden, obwohl Informatik kein verbindliches Schulfach ist?

wbv Media GmbH & Co. KG · Bielefeld

Geschäftsbereich wbv Publikation

Telefon 0521 91101-0 · E-Mail service@wbv.de · Website wbv.de



Inhalt

SCHWERPUNKT: AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

- EDITORIAL**
- 2 Automatisierungstechnik – mal ohne 4.0?
Axel Grimm/Michael Tärre
- 4 Nachruf auf Prof. Dr. Gottfried Adolph
Felix Rauner
- SCHWERPUNKT**
- 6 Automatisierungstechnik – ein Querschnittsthema der beruflichen Fachrichtungen
Elektro-, Fahrzeug-, Informations- und Metalltechnik
Axel Grimm
- PRAXISBEITRÄGE**
- 13 Fernwartung und -diagnose als Elemente einer zukunftsorientierten Instandhaltung
Florian Beier/Michael Tärre
- 21 Umsetzungsmöglichkeiten im SPS-Labor zur vertikalen Integration von mechatronischen Systemen
Nico Link/Bastian Spatta
- 26 Zur Bedeutung des Glasfaser-Breitbandausbaus für die Automatisierungstechnik und für die elektro-
technische Facharbeit
Marius Backhaus/Axel Grimm
- 33 Greetings from abroad: Duale Berufsbildung auf dem Weg nach Serbien
Ferdinand Ayen/Randolph Schöbichen/Nikolaus Steffen
- FORUM**
- 39 Basis-Digitalisierung im Metalltechnikunterricht
Hans Kaufmann/Bernhard Weber/Bernd Färber
- REZENSION**
- 45 Digitalisierung und Fachkräftesicherung. Herausforderung für die gewerblich-technischen Wissen-
schaften und ihre Didaktiken
Jörg-Peter Pahl
- STÄNDIGE RUBRIKEN**
- I–II BAG aktuell 1/2020
46 Verzeichnis der Autoren
U3 Impressum



Editorial

Automatisierungstechnik – mal ohne 4.0?



AXEL GRIMM



MICHAEL TÄRRE

Der technologische Wandel erlaubt es zunehmend, Wertschöpfungsprozesse automatisiert zu erbringen. Diese Automatisierung ist im Produktionsbereich z. B. gekennzeichnet durch selbststeuernde Anlagen und Roboter bis hin zu vollautomatisierten „Smart Factories“, die die Produktion mit vor- und nachgelagerten Geschäftsbereichen vernetzen. Als ein möglicher Gradmesser oder Indikator für Automatisierung kann die Roboterichte zu Grunde gelegt werden. Deutschland zählte mit einer Roboterichte von 338 Einheiten pro 10.000 Arbeitnehmerinnen/Arbeitnehmern im internationalen Vergleich im Jahr 2018 zu den am stärksten automatisierten Volkswirtschaften. Die Bundesrepublik rangierte nach Singapur und Südkorea auf Rang Drei (vgl. INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS (2019): Roboter: Deutschland weltweit auf Rang Drei – IFR stellt neuen Statistikbericht World Robotics vor, S. 1).

In öffentlichen und populärwissenschaftlichen Debatten werden im Kontext von Automatisierung immer auch Befürchtungen geäußert, dass Automatisierungstechnik zum Abbau von Arbeitsplätzen führt. Studien bzw. Untersuchungen zu diesem Themenkomplex gehen der Fragestellung nach, wie wahrscheinlich es ist (sogenannte Automatisierungswahrscheinlichkeit), dass Berufe respektive Tätigkeiten bzw. Tätigkeitsprofile zukünftig durch Automatisierungstechnik ersetzt werden können. Problematisch bei der Interpretation von diesen Ergebnissen ist, wenn das technische Automatisierungspotential mit möglichen Beschäftigungseffekten gleichgesetzt wird, da technologischer Wandel und infolgedessen Automatisierungstechnik Arbeitsplätze verändern kann, ohne sie zu ersetzen. Selbst

wenn Automatisierung zu Arbeitsplatzverlusten führt, entstehen durch den Wandel zugleich neue Arbeitsanforderungen an neuen bzw. weiterhin häufig auch an bestehenden Arbeitsplätzen, sodass die Gesamtbeschäftigung nicht zwangsläufig sinkt oder gefährdet ist. Außerdem bleiben soziale, rechtliche, ökonomische, ökologische und ethische Aspekte häufig unberücksichtigt, sodass die Zusammenhänge zwischen Automation, Veränderung von Tätigkeitsprofilen, Arbeitsplatzverlusten und -entstehung bisher nur partiell erfasst werden. Dennoch stellt technologischer Wandel Facharbeiter/-innen vor die Herausforderung, sich dem Wandel zu stellen. Eine sehr gute Qualifizierung in der Aus- und Weiterbildung ist und bleibt daher die beste Vorsorge.

War es anfangs hauptsächlich die industrielle Produktion, bei der Automatisierungstechnik zum Einsatz kam, so ist sie heute nahezu omnipräsent als eine gesellschaftliche und berufliche Normalität bspw. im Verkehrswesen, im Dienstleistungssektor, in der Sicherheitstechnik, im Home-Bereich und in vielen anderen Bereichen. Ein Verständnis über Automatisierung ist bei der Bewältigung von beruflichen Arbeitsaufgaben, die an der Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine bzw. Maschine und Maschine angesiedelt sind, in allen gewerblich-technischen Berufen relevant. Der physische Arbeitsplatz wird digital über mobile Endgeräte (Netbooks, Tablets, Smartphones) um virtuelle Arbeitsorte erweitert, wodurch u. a. Lernen in der Arbeit gefordert und auch gefördert wird. Der Diskurs zu den Auswirkungen veränderter Technologien auf die (Fach-)Arbeit fokussiert dabei auf Automatisierungsszenarien, veränderte Tätigkeitsprofile und die Suche nach menschlichen Kompetenzen, die trotz fortlaufenden technologischen Entwicklungen zukünftig noch Bestand haben. Es zeichnet sich ab, dass Wissen zunehmend in digitaler Form gespeichert und dargeboten wird. D. h., dass Wissen und Expertise vermehrt auch auf Maschinen und Assistenzsysteme übertragen werden und „Kompetenz“ somit außerdem umfasst, inwieweit Beschäftigte in der Lage sind, mit intelligenten Maschinen zu interagieren und Arbeitsprozesse in der Zusammenarbeit mit Robotern zu innovieren und zu gestalten.

In vielfacher Hinsicht wurden daher in den letzten Jahren in lernen & lehren (indirekt) Entwicklungen in der Automatisierungstechnik thematisiert. Die Themen Robotik (u. a. Heft 125, 1/2017), Industrie 4.0 (u. a. Heft 129, 1/2018), Digitalisierung (u. a. Heft 133, 1/2019) und Lernen unter dem Aspekt der Vernetzung (u. a. Heft 135, 3/2019) wurden mit Schwerpunktheften und vielen Einzelbeiträgen behandelt. Mit dem nun vorliegenden Schwerpunktheft Automatisierungstechnik versuchen wir weniger die „Revolution“ und mehr die technische Evolution zum Ausgangspunkt der thematischen Behandlung zu erheben. Das Streben nach immer mehr Automatisierung ist keineswegs eine Erfindung bzw. eine Idee unserer Zeit. Im Laufe der Jahrhunderte wurden die zur Verfügung stehenden Technologien auch stets genutzt, um einen gewissen Automatisierungsgrad zu erreichen, der heutzutage sehr hoch sein kann. Automatisierung war und ist demzufolge ein immanenter Prozess des (sozio-)technischen Fortschritts. Dabei ist bei der Realisierung von Automatisierungslösungen und beim Betrieb automatisierter Anlagen das Zusammenwirken vieler Disziplinen – im Sinne einer Querschnittsdisziplin – notwendig.

Die in der Fachliteratur geführten, teils kontroversen Diskussionen um die Zukunft der Arbeit 4.0 haben zu keinem gemeinsamen Verständnis für das Themenfeld beigetragen. So werden die Technologiebasis und die dahinterstehenden Visionen oftmals vermischt. Lehrmittelausstatter haben bereits früh das 4.0-Label für sich einnehmen können, wobei noch zu prüfen bleibt, ob mit der angebotenen Technologie in einem didaktischen Setting der Kern von Industrie 4.0 in die gewerblich-technische Berufsausbildung einfließt.

Überall dort, wo in vorgegebenen Prozessen unter Einsatz technischer Mittel bestimmte Ziele erreicht werden sollen, können Automatisierungssysteme zum Einsatz kommen. Die automatisierten Prozesse liefern durch ihre Automatisierungseinrichtungen Informationen, die auf verschiedene Weise erfasst, übertragen, gespeichert, visualisiert und weiterverarbeitet werden können. Aus Sicht der Automatisierungstechnik haben sich die anfänglichen einfachen Steuerungs- und Regelungseinrichtungen, die zunächst nur unter Nutzung vorwiegend prozessbetätigter und mechanischer Mittel realisiert wurden, durch die digitalen und frei programmierbaren Steuerungen (Programmable Logic Controller (PLC) bzw. Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)) ab den 1970er Jahren, die dazu führten, dass auf die bis

dahin notwendige Festverdrahtung verzichtet werden konnte, nun u. a. durch den Aspekt der Vernetzung abermals weiterentwickelt. Durch die multisensorielle Informationserfassung und deren hochkomplexe intelligente Verarbeitung verschränken sich die Automatisierungstechnik und die „Technische Informatik“ immer weiter. Hohe Rechenleistung, Flexibilität und kostengünstige Komponenten sind wesentliche Gründe für PC-basierte Steuerungen. Das PC-Control-Prinzip ist denkbar einfach: leistungsfähiger Industrie-PC, leistungsfähige Feldbusankopplung, daran angeschlossene Peripheriegeräte für Sensorik und Aktorik, eine Steuerungssoftware mit Echtzeitfähigkeit für Bewegung/Antrieb und Logik. Waren es vormals eher gegenüber der Umgebung isolierte Systeme, so steht heute die Schnittstelle in das bzw. zum Internet sowohl bei automatisierten Geräten als auch bei den Maschinen und Anlagen im Vordergrund, die im Prinzip eine weltweite Online-Vernetzung von Maschinen, Betriebsmitteln und Logistiksystemen über Cyber-Physische Systeme (CPS) ermöglicht. Menschen, Maschinen, Produktionsmittel und Produkte kommunizieren direkt miteinander. Der Aspekt der komplexen Vernetzung stellt folglich an Beschäftigte deutlich höhere Komplexitäts-, Problemlösungs-, Lern- und Flexibilitätsanforderungen.

Automatisierungstechnik verändert sich darüber hinaus, da sich die Möglichkeiten von Kommunikationsinfrastrukturen ändern. Die preiswerte Verfügbarkeit begünstigt den Einsatz beim Engineering, bei der Konfiguration, beim Service, bei der Diagnose und Bedienung sowie Wartung und Instandhaltung von Geräten, Maschinen und Anlagen. Deren Anbindung ermöglicht es, dass physische Objekte Daten produzieren, die dann weiterverarbeitet werden können. Die Objekte sind im Netz identifizierbar und geben nach Aufforderung Auskunft über sich selbst in Form von Funktionen und Erfordernissen. Dadurch entstehen große Datenmengen, die die Möglichkeit eröffnen, Prozesse zu analysieren und infolgedessen zu optimieren. Mit der Zunahme der mobilen Übertragung von Daten gewinnt die Datensicherheit stark an Bedeutung, da Produktionsausfälle beispielsweise durch Hacker-Sabotagen zu schweren Unternehmensverlusten führen können. Unter dem Einfluss von „Künstlicher Intelligenz“ sowie im intelligenten Zusammenspiel von Mensch und Robotik könnten diese Daten allerdings zu einem Wissensschatz über die Anlage werden, der dann der Anlage selbst eine Autonomie hinsichtlich bestimmter Entscheidungen zuweisen könnte. Diese Entscheidungen sind i. d. R.

auch Bestandteil eines IT-Sicherheitskonzeptes. Ein solches Szenario – und damit sind wir am Beginn der Argumentationskette – lässt sich als technische Weiterentwicklung einer durch die Informationstechnik und Informatik veränderten Technologie einschätzen und wäre dann wohl tatsächlich auch Industrie 4.0.

Im Beitrag von GRIMM wird ein Überblick über Entwicklungen der Automatisierungstechnik gegeben und aufgezeigt, welche Herausforderungen sich daraus für die (Berufs-)Bildung ergeben. Ferner werden Auswirkungen auf die gewerblich-technische Facharbeit dargelegt.

BEIER/TÄRRE thematisieren in ihrem Beitrag veränderte (Arbeits-)Anforderungen in der Instandhaltung. Mit der Beschreibung einer Lernsituation zur Fernwartung und -diagnose erörtern sie, wie die notwendigen Kompetenzen im Kontext einer Smart Factory von den Lernenden im Unterricht entwickelt werden können.

LINK/SPATTA legen in ihrem Beitrag den Fokus auf den Aspekt der Vernetzung, der sich u. a. in der vertikalen Integration von mechatronischen Systemen zeigt. Darauf basierend beschreiben sie eine Lernsituation „Sortieranlage“ mit Lernarrangements, die

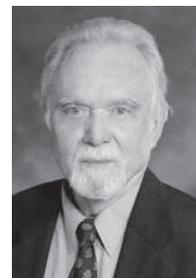
die Lernenden bei der Problemlösung systematisch unterstützen sollen.

In den Medien wird in regelmäßigen Zeitabständen davon berichtet, dass der Ausbau des Telekommunikationsnetzes in Deutschland zu langsam voranschreitet. Vertreter/-innen von Industrie- und Unternehmensverbänden beklagen in diesem Kontext, dass dadurch die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschlands im internationalen Vergleich herabgesetzt wird und somit Unternehmen aus der Bundesrepublik abwandern. Die Bedeutung des Glasfaser-Breitbandausbaus für die Automatisierungstechnik thematisiert der Beitrag von Backhaus/Grimm. Die Autoren stellen des Weiteren Anforderungen an die damit verbundene Facharbeit dar und entwerfen ein Kompetenzprofil „Lichtwellenleiter-Installation“.

Die Autorengruppe AYEN/SCHÖBICHEN/STEFFEN beschreibt ein Projekt zum Aufbau einer privaten postsekundären Berufsbildungseinrichtung für den Bereich Mechatronik in Serbien. Neben dem didaktisch-methodischen Konzept stellen die Autoren einen „Probekurs“ vor, der insbesondere die Lehr- und Lernvoraussetzungen sowie die vorhandene Ausstattung berücksichtigt.

Prof. Dr. Gottfried Adolph

gab mit seinen Essays und Kommentaren der Fachzeitschrift lernen & lehren ihr unverwechselbares Gesicht. Er verstarb am 8. Februar 2019



und hinterlässt die Leser/-innen von l&l nicht nur in großer Trauer, sondern auch mit dem Trost, dass ihnen seine Texte, die über zwei Jahrzehnte ihr Interesse und Nachdenken über berufliche Bildung nachhaltig geprägt haben, in dem Buch „Berufsbildung und Aufklärung“ als eine Handreichung für die Gestaltung des beruflichen Lernens zur Verfügung stehen. Und natürlich haben auf diesem Wege seine wegweisenden – sowohl kritischen als auch konstruktiven – Gedanken einen weit über die Leserschaft von l&l hinausreichenden Einfluss auf die berufspädagogische Diskussion gewonnen.

Viele BAG-Mitglieder haben sicher noch in Erinnerung, wie Akteure der ersten Stunde auf den Tagungen junge Wissenschaftler mit einer einfachen Frage zur Verzweiflung bringen konnten: „Was bitte, lieber Referent, soll der ‚ganz normale‘ Lehrer mit den Ergebnissen Ihrer Forschung anfangen?“ Gottfried Adolph erhielt

eine solche Frage nach seinen Vorträgen nie. Seine einmalige Fähigkeit, Berufsbildung in ihren wichtigsten Merkmalen sowohl anschaulich als auch zugleich mit beachtlicher Tiefe zu formulieren, entsprang seiner Persönlichkeit, die durch ihren beruflichen Werdegang geprägt wurde. Er wusste, wie man Auszubildende zum Nachdenken und zur Entfaltung ihrer Fähigkeiten herausfordert, da er nicht nur ein herausragender Berufspädagoge war, sondern selbst eine Lehre als Elektrotechniker absolviert hatte, als Starkstromelektriker Arbeitserfahrung sammeln konnte und schließlich – als Elektromeister – zum Meister seines Faches wurde. Seine Arbeitserfahrungen verliehen seinem berufspädagogischen Studium und seinem Werdegang als Lehrer der beruflichen Fachrichtung Elektrotechnik eine besondere Qualität. Es überrascht daher nicht, dass er zum Leiter der berufsbildenden Schule für Elektrotechnik und Elektronik in Köln und danach zum Leiter

des weit über Nordrhein-Westfalen hinaus bekannt gewordenen Seminars in Köln für die Qualifizierung von Hochschulabsolventen zum Lehramt der Sekundarstufe II berufen wurde. Und es folgte 1990 in Anerkennung seiner vielfältigen Verdienste um die Entwicklung der beruflichen Bildung in der Fachrichtung Elektrotechnik seine Berufung zum Honorarprofessor für das Lehrgebiet Didaktik der gewerblich-technischen Fachrichtungen Elektrotechnik/Elektronik und Metalltechnik durch die Universität Bremen. Diese Biografie war in jedem seiner Beiträge spürbar.

Was Gottfried Adolph als Pädagoge und Mensch auszeichnete, war, dass er sich stets auch als Lernender verstand. Darauf weist er auch in seiner veröffentlichten Doktorarbeit hin: „Als ich – nun schon vor vielen Jahren – damit begann, Technik und Elektrotechnik zu unterrichten, belehrten mich meine Schüler sehr schnell, dass ich in meiner praktischen und theoretischen Ausbildung zwar sehr viel gelernt, aber wenig verstanden hatte. Ich konnte berechnen, konstruieren und auch herstellen. Das hatte sich in mehreren Jahren Berufspraxis erwiesen. Aber wirklich begriffen von dem, was ich da so erfolgreich handhaben konnte, hatte ich wenig. Diese Lektion lernte ich durch die klugen Fragen meiner Schüler. Sie fanden immer dann zu klugen Fragen, wenn ich es vermied, sie mit formaler Beweis-Argumentation zu überrumpeln und ‚einzulogeln‘, wie Martin Wagenschein es so treffend formuliert“. Diese Einsicht trug dazu bei, dass Gottfried Adolph zum Wegbereiter einer modernen Techniklehre wurde, und stets das verbreitete Missverständnis zurückwies, Technik als angewandte Naturwissenschaft zu definieren. Es sei schon ärgerlich, so formulierte er, „dass unseren Schülern in der Berufsbildung ... eingeredet wird, dass Technik angewandte Naturwissenschaft sei, und dass deshalb der Besitz dieses Wissens die notwendige Grundlage ihres beruflichen Könnens sei“. Mit seiner sehr lesenswerten, 1984 im Buch „Fachtheorie verstehen“ veröffentlichten Dissertationsschrift hat er sich mit diesem Problem eingehend befasst und wegweisende didaktische Perspektiven aufgezeigt.

Gottfried Adolph gelang es, gestützt auf sein berufspädagogisches Wissen und seine umfangreichen beruflichen Erfahrungen, schon lange bevor die Kultusminister die Leitidee der modernen Berufsbildung ‚Befähigung zur Mitgestaltung der Arbeitswelt und der Gesellschaft in sozialer und ökologischer Verantwortung‘ 1991 in einer Vereinbarung zur Modernisierung der beruflichen Bildungspläne verankert hatten, diese wegweisende Leitidee zu begründen und zu vermitteln. Es ging ihm neben seinem vielfältigen Wirken des Analysierens und Gestaltens beruflicher Bildungsprozesse im Lichte der Leitidee „Gestaltungskompetenz“ auch um Innovationen des Lernortes berufliche Schulen. Er unterstützte die Initiative der Weiterentwicklung zu

regionalen Kompetenz- und Innovationszentren. Das Gewicht seiner Argumente resultierte auch aus seinen persönlichen Erfahrungen: „Als in den 60er Jahren, ausgelöst durch die sich beschleunigenden Prozesse der Automatisierung in den Betrieben, ein Bedarf an beruflicher Fort- und Weiterbildung entstand, wandten sich viele Betriebe Hilfe suchend an Berufsschullehrer. So schulte z. B. (...) ein Berufsschullehrer IBM-Techniker von der Röhrentechnik auf Transistortechnik um, (...) ein anderer unterrichtete bei der Firma Ford Industrie-elektroniker und wieder ein anderer bei Bayer (...) über hydraulische und pneumatische Steuerungen“. Ausgehend von diesen Erfahrungen fragt Gottfried Adolph (1990), ob die heutigen Berufsschulen solche Aufgaben wohl auch erfüllen könne? Er stellte diese Frage, bevor die Diskussion über das lebenslange Lernen und das Konzept der Weiterentwicklung beruflicher Schulen zu beruflichen Kompetenz- und Innovationszentren auf die Tagesordnung der bildungspolitischen und berufspädagogischen Diskussion gesetzt wurde.

Gottfried Adolph, geb. 11.05.1929 in Köln, wurde in seiner Jugend als Sohn einer Arbeiterfamilie durch die Bedingungen des Nationalsozialismus und der Kriegszeit geprägt. Bereits mit dem 12. Lebensjahr in einer Luftschutzeinheit eingesetzt, musste er später als Kindersoldat an die Ostfront und zu Kriegsende sowohl in russische als auch amerikanische Kriegsgefangenschaft. Vielleicht waren es auch diese Erfahrungen, die Gottfried Adolph zu dem werden ließen, den wir kennengelernt haben: Ein konsequenter Humanist und Verfechter der Aufklärung, jemand, der immer den Menschen und hier insbesondere auch den Auszubildenden und späteren Facharbeiter im Zentrum seines Handelns sah. Der allerletzte seiner Kommentare erschien im I&L-Heft 100 und trug den Titel „Auch eine Frage der Menschenwürde ...“, er enthält seinen immer wiederkehrenden Appell, man dürfe den Facharbeiter nicht auf sein berufliches Können und damit auf seine berufliche Funktion reduzieren: „Jeder Mensch ist ein auf eigenständiges Denken angelegtes Wesen“ und: „Eine Pädagogik, die sich nur auf die Funktion ausrichtet, hat ihren Namen nicht verdient.“

Gottfried Adolph hat mit seiner Arbeit – insbesondere mit seinen Essays und Kommentaren in dieser Zeitschrift – über mehr als 20 Jahre in einer wohl einmaligen Weise das berufspädagogische Denken und Handeln von Lehrkräften vor allem in den Berufsfeldern Elektro- und Metalltechnik geprägt. Er wurde zum Meilenstein in der Entwicklung der modernen Berufsbildung, der für die Bundesarbeitsgemeinschaften wie kaum ein anderer prägend gewirkt hat. Dafür sollten wir Gottfried Adolph und sein Wirken in guter Erinnerung bewahren.

Felix Rauner

Automatisierungstechnik – ein Querschnittsthema der beruflichen Fachrichtungen Elektro-, Fahrzeug-, Informations- und Metalltechnik



AXEL GRIMM

Die gewerblich-technische Facharbeit unterliegt der sich ständig fortschreitenden Informatisierung von Arbeitsaufgaben. Der vorliegende Beitrag thematisiert dies am Beispiel der Automatisierungstechnik. Dazu wird ein Blick in die Geschichte, die Gegenwart und die zukünftigen Entwicklungen der Automatisierungstechnik geworfen, um darauf aufbauend Schlussfolgerungen für eine aktuelle und den möglichen Ansprüchen genügenden (Berufs-)Bildung zu ziehen.

VOM AUTOMATEN ZUR AUTOMATISIERUNG

Automatisierung ist zu einem festen und selbstverständlichen Bestandteil unserer Gesellschaft geworden; sie dient der Herstellung und dem Betrieb unserer Infrastruktur und der Bereitstellung von Gütern, die sowohl zum Konsum als auch zur industriellen Nutzung bestimmt sein können. Oftmals wird der hohe Grad an Automatisierung nicht einmal mehr bewusst wahrgenommen. Aus Sicht der Anwender sollte Automatisierung die Anforderungen seiner Nutzer/-innen optimal erfüllen, verständlich und leicht zu bedienen sein, nie ausfallen und bei einem unvermeidlichen Defekt oder Fehler keinen Schaden anrichten.

Automatisierung ist somit der Ersatz von menschlicher Arbeit durch Maschinen. Handwerkliche Arbeit und Manufakturarbeit wurden dadurch in der Vergangenheit zu industrieller Produktion, die zukünftig in einer weitgehend automatisierten Fabrik enden soll. Hinter der Entlastung des Menschen durch Automaten steht daher das seit Menschengedenken handlungsleitende Ziel des Menschen, durch Werkzeuge und die Kombination aus physischer und intellektueller Kraft Wirkungen zu erzielen, die das Leben erleichtern. Der Einsatz von Maschinen, Fließbändern, Computern, Robotern u. v. m. ist immer mit neuen Arbeitsinhalten, Arbeitsstrukturen und der Substitution von Arbeitsplätzen durch Technik verbunden. Neben den technischen Veränderungen stellt sich somit immer auch die Frage, welche Chancen und Risiken neue Techniken im Hinblick auf die Gestaltung von Arbeit bieten bzw. hervorrufen.

Die ursprünglich eingesetzten technischen Mittel – die Automaten – basierten auf unterschiedlichen Wirkprinzipien mechanischer, hydraulischer und pneumatischer Art. Ein Automat war dabei lediglich eine Maschine, die vorbestimmte Abläufe selbsttätig ausführte. Von Automatisierungstechnik nach heutigem Verständnis kann erst seit Anfang der 1970er Jahre gesprochen werden. Damals kam es durch die aufkommende Mikroelektronik zu einem Wandel in den Geräten der Automatisierungstechnik hin zu elektronischen Lösungen. Die Einführung der Digitaltechnik führte zu einer Abkehr von der analogen Gerätetechnik. Nun konnten auch komplexere Abläufe automatisiert werden. Die CNC- (Computer Integrated Numeric Control-) Technologie, die die Steuerung von Werkzeugmaschinen zunehmend bestimmte, konnte auf dieser Basis realisiert werden. Das Zusammenbringen von Automatisierungstechnologie und Computertechnologie in Form von Prozessrechnern ermöglichte eine Echtzeitfähigkeit innerhalb der Prozesskoppelung. Mit der Einführung der Speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) wurde ein weiterer Umbruch auf dem Teilgebiet der Steuerungstechnik möglich. Die bisher notwendige Verdrahtung logischer Grundelemente wurde abgelöst durch eine aufgabenspezifische Programmierung. Den zunächst vorwiegend als Einzellösungen realisierten Automatisierungsprojekten folgte in der nächsten Stufe die Verkettung von Automatisierungslösungen und damit der Kommunikationsbedarf zwischen diesen Einheiten. Diese Kommunikation wurde über BUS-Systeme (Binary Unit System) realisiert, die je nach Anforderungen durch verdrillte

Zweidrahtleitungen, Koaxialkabel oder auch durch Lichtwellenleiter technisch umgesetzt wurden. Neuere Entwicklungen gehen dahin, dass in so genannten verteilten Systemen Steuerungseinheiten dezentral in Verbänden organisiert werden. Verteilte Systeme sind gegenüber zentralisierten Systemen einfacher skalierbar und können so den gestiegenen Anforderungen an Flexibilität und Wiederverwendbarkeit eher gerecht werden.

Ob die Automatisierung neben der Rationalisierung dann auch zu einer Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen beitragen soll, indem die Menschen von monotoner, anstrengender, gefährlicher oder gesundheitsschädigender Arbeit entlastet werden, lässt sich kritisch gesamtgesellschaftlich betrachten. Sicher ist allerdings, dass Automatisierungstechnik zu einer höheren Qualität der produzierten Erzeugnisse und zu einer Erhöhung der Zuverlässigkeit, der Sicherheit und der Lebensdauer der Anlagen geführt hat.

Ein Automatisierungsgerät benötigt Informationen aus dem technischen Prozess. Diese werden über Sensoren an den Eingängen des Automatisierungsgerätes erfasst (bspw. eine Füllstanderfassung in einem Wassertank). Um auf den technischen Prozess wirken zu können, sind an den Ausgängen des Automatisierungsgerätes Aktoren bzw. Aktuatoren angeschlossen (bspw. eine Pumpe zur Nachfüllung von Wasser in den Tank).

Als Disziplin verfolgt die Automatisierungstechnik das Ziel technische Prozesse, Maschinen oder Anlagen möglichst selbstständig und unabhängig von Menschen zu betreiben. Je besser dieses Ziel erreicht wird, umso höher ist der so genannte Automatisierungsgrad.

AUTOMATISIERUNGSTECHNIK ZUM STEuern UND REGeln

Die industrielle Produktion hat in den letzten Jahrzehnten einen drastischen Wandel erfahren. Geprägt ist dieser Wandel durch neue Produktionstechnologien und durch die Auswirkungen einer rasanten Ent-

wicklung im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien. In der industriellen Praxis wird mit dem Begriff Automatisierung das Umstellen von fertigungs- und verfahrenstechnischen Prozessen auf selbsttätig ablaufende Vorgänge verstanden. Die Automatisierungstechnik hat als wesentliche Aufgabe die Steuerung und Überwachung von technischen Systemen. Ein System wird nach DIN 19226 definiert als „eine in einem betrachteten Zusammenhang gegebene Anordnung von Gebilden, die miteinander in Beziehung stehen. Diese Anordnung wird auf Grund bestimmter Vorgaben gegenüber ihrer Umwelt abgegrenzt.“ Technische Systeme sind somit durch die darin ablaufenden technischen Prozesse charakterisiert. Ein technisches System ist dabei entweder ein technisches Produkt oder eine technische Anlage. Technische Produkte können Massenprodukte mit wenigen Sensoren und Aktoren sein, z. B. Haushaltsgeräte. Technische Anlagen stellen daher i. d. R. Einmalsysteme mit einer hohen Anzahl an Sensoren und Aktoren dar, z. B. industrielle Produktionsanlagen.

Ein Automatisierungssystem erfüllt Anforderungen, die sich im Wesentlichen auf die Begriffe Steuern, Regeln, Visualisieren und Kommunizieren beziehen. Für das Steuern ist der offene Wirkungsablauf (open loop) über eine nicht in Echtzeit rückgekoppelte Wirkungsstrecke kennzeichnend (vgl. Abb. 1).

In einem Automatisierungssystem mit einem offenen Wirkungsablauf stellen die Eingangsgrößen Ereignisse dar, die nach der Verarbeitung der Steuerungsprogrammierung die Funktion der Anlage bestimmen. Hauptsächlicher Anwendungsfall sind unetstetige Systeme, bei denen kontrollierte Abläufe von Bearbeitungs- und Prozessschritten zu leisten sind. Sollte es innerhalb des Prozesses zu einer Beeinflussung durch Störgrößen kommen, so kann auf diese nicht schnell genug reagiert werden.

Wird mindestens eine Anlagenzustandsgröße auf das Automatisierungsgerät zurückgeführt, so entsteht eine Regelung mit einem geschlossenen Wirkungskreis (closed loop), bei dem die Rückführung über eine vorbestimmte Zeiteinheit erfolgt. Der zurückge-

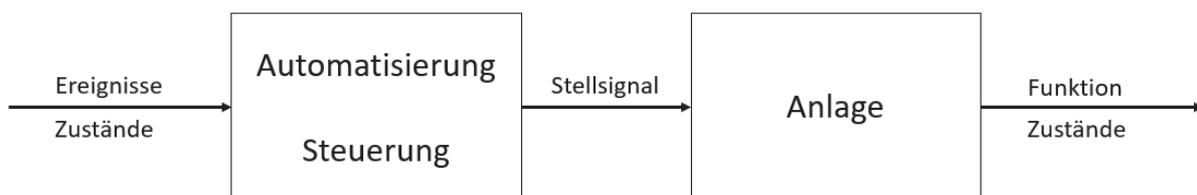


Abb. 1: Offener Wirkungsablauf eines Automatisierungssystems

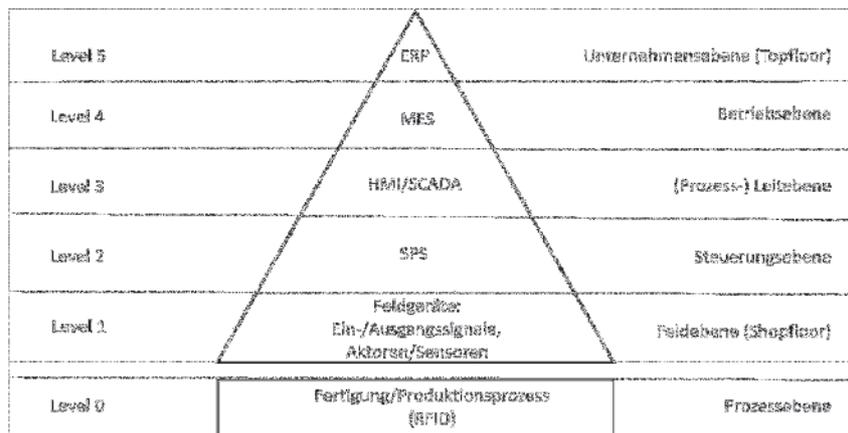


Abb. 3: Automatisierungspyramide nach SIEPMANN (2016)

die starre und hierarchische Kommunikation innerhalb der Ebenen der Automatisierungspyramide verändern und einen Datenaustausch durch eine umfangreichere Vernetzung und Verbindung auf allen Ebenen in horizontaler und vertikaler Richtung ermöglichen. Dadurch werden die den Ebenen zugeordneten Systeme nicht verschwinden, sondern es wird zu einer barrierearmen Verbindung der Ebenen kommen in Form von einer Netzwerkstruktur. Für die Kommunikation zwischen einzelnen Hardware- und Software-Applikationen sollten sich offene Standards etablieren, um einen homogenen Informationsfluss über alle Unternehmensebenen von der Feldebene bis zur Unternehmensleitenebene – vertikale Integration – möglich zu machen (vgl. MEUDT u. a. 2017).

PROGRAMMIERUNG IN DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

An wohl kaum einer anderen Stelle der gewerblich-technischen Facharbeit ist die Informationstechnik/ Informatik in so starker Art und Weise in die anderen beruflichen Fachrichtungen verschränkt wie bei der Programmierung von Automatisierungsgeräten. Die Qualität von automatisierten Systemen, die ja nichts anderes als komplexe Hardware-Software-Systeme sind, hängt in hohem Maß von der Beherrschung des wachsenden Anteils an Software ab. An der Mensch-Maschine-Schnittstelle sind im privaten Bereich, genauso wie im gesellschaftlichen Leben oder im produktiven Einsatz, Gefahren durch Ausfälle oder Fehlfunktionen vorhanden. Deswegen werden hohe Qualitätsstandards an die Programmierung gelegt. „Allerdings lassen die Kombination von Software und Hardware und die Verbreitung der Systeme in den unterschiedlichsten Anwendungsdomänen die Komplexität der Systeme ansteigen und führen

beim Software-Engineering zu komplexen Zusammenhängen, die sich immer schwerer beherrschen lassen“ (WAHLSTER/ RAFFLER 2008, zitiert nach VOGEL-HEUSER u. a. 2013, S. 52). Es stellt sich berufswissenschaftlich daher die Frage, bis zu welchem Komplexitätsgrad die Programmierung von Automatisierungsgeräten noch Teil der gewerblich-technischen

Facharbeit ist und ab wann dies Ingenieurinnen und Ingenieuren bzw. akademisch ausgebildeten Informatikerinnen und Informatikern vorbehalten bleibt. Diese Entscheidung ist sicherlich nicht nur am Komplexitätsgrad der Anlage festzumachen, sondern wird auch auf der Grundlage von individuellen betriebsbedingten Arbeitsorganisationsstrukturen gefällt werden.

Die Europäische Norm EN 61131, die auf der internationalen Norm IEC 61131 basiert, befasst sich mit den Grundlagen Speicherprogrammierbarer Steuerungen. Im Teil 3 werden die fünf Programmiersprachen definiert. Die Anweisungsliste (AWL) ist vergleichbar mit einer Assemblerprogrammierung und ist textbasiert; allerdings ist sie auch veraltet und könnte künftig wegfallen. Ebenfalls textbasiert ist der strukturierte Text (ST), der an eine Programmierhochsprache angelehnt ist. Als graphische Sprachen stehen der Kontaktplan (KOP) – vergleichbar mit einem Elektroschaltplan –, der Funktionsplan (FUP) – ähnelt einem Schaltplan mit Logikgattern – und die Ablaufsprache (AS) zur Verfügung.

Neuere Entwicklungen verweisen klar auf die Vorteile von einer Programmierung mit Hochsprachen. Die Hochsprachen-Programmierung lässt eine hohe Flexibilität – besonders bei der Programmierung von Kommunikationsfunktionen über TCP/IP und bei komplexen Regelungsaufgaben – zu. Hierbei ist von Vorteil, dass auf ein breites Spektrum an Programm-Quelltexten und Beispielprogrammen zurückgegriffen werden kann. Bei Spezialfunktionen ist man nicht auf die jeweils eingeschränkten Funktionsumfänge beschränkt. Objektorientierung, Pointer, Strukturen und Arrays sind bereits bei der Einbindung von Programmierhochsprachen zum Standard geworden.

Die Automatisierungstechnik zeichnet sich durch ihre Interdisziplinarität aus. Angesprochen sei damit zum einen das nötige Wissen über die Prozesse der

zu automatisierenden technischen Anlagen: bspw. die Unterschiede in den Prozessanforderungen innerhalb der Lebensmittelproduktion gegenüber der Automobilherstellung. Zum anderen bedient sich die Automatisierungstechnik bspw. unterschiedlicher Programmiersprachen, die aus verschiedenen Domänen stammen. „Dabei steht die Automatisierungstechnik immer im Spannungsfeld zwischen der gewünschten Verallgemeinerung der dynamischen Phänomene des zu automatisierenden Systems und der Notwendigkeit, die physikalischen, technischen und auch organisatorischen Gegebenheiten des jeweiligen Anwendungsgebiets zu berücksichtigen, um Modelle, Methoden und schließlich auch Werkzeuge zu entwickeln“ (VOGEL-HEUSER u. a. 2013, S. 56).

IT-SICHERHEIT IN DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

Die Verknüpfung von Automatisierungsnetzen im Ethernet oder mit dem Internet stellt hohe Sicherheitsansprüche. An sich passen diese beiden Technologien nicht unmittelbar zusammen: Auf der einen Seite wird ein zuverlässiger Betrieb von Maschinen und Anlagen aus Sicht der Automatisierungstechnik erwartet und dies mit hohen Echtzeitanforderungen; andererseits sollen aber Daten per Funknetz (5G) oder Ethernet jederzeit über alle Hierarchieebenen globalisiert weitergegeben werden und sogar Einfluss von außen auf den Betrieb genommen werden können. Bei all den Wünschen nach Digitalisierung und Globalisierung ist abzuwägen, in wie weit dies mit dem im Mittelpunkt stehenden Ziel eines störungsfreien Betriebs zu realisieren ist. Das Thema IT-Sicherheit ist auch deswegen als neues Querschnittsthema in viele gewerblich-technische Ausbildungsberufe aufgenommen worden.

Wenn Steuerungen bspw. mit Windows-Betriebssystemen ausgestattet sind und aufgrund von zunehmenden Integrationsanforderungen Netzzugang erhalten, werden diese vergleichbaren Gefährdungen wie PC-Arbeitsplätzen ausgesetzt. Allerdings weisen diese gegenüber der klassischen IT wesentliche Unterschiede auf, die das Anwenden dort etablierter Sicherheitsverfahren erschweren. Herstellervorgaben oder gesetzliche Anforderungen können Veränderungen an der Hardware erschweren oder verhindern. Gleichzeitig wird in der Industrie von längeren Lebenszyklen, auch über die Herstellerunterstützung hinaus, ausgegangen. Bei der Anwendung von Sicherheitsupdates wäre dies problematisch, da diese nicht durchgängig gewährleistet werden können.

Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) als die nationale Cyber-Sicherheitsbehörde erarbeitet Mindeststandards für die Sicherheit der Informationstechnik. Der vom BSI veröffentlichte „Leitfaden IT-Sicherheit“ enthält Empfehlungen des BSI zu Methoden, Prozessen und Verfahren sowie Vorgehensweisen und Maßnahmen mit Bezug zur Informationssicherheit. Speziell für den Bereich Betriebs- und Steuerungstechnik existiert ein Baustein, der komponentenübergreifende, konzeptionelle und architektonische Sicherheitsanforderungen zusammenstellt. Dort wird zunächst die Gefährdungslage – bspw. unzureichender Zugangsschutz, unzureichendes Schutzkonzept gegen Schadprogramme, mangelnde Life-Cycle-Konzepte u. v. m. – dargelegt, um darauf aufbauend Anforderungen an eine Informationssicherheit anzuführen (vgl. BSI 2019).

ZUKUNFTSTRENDS DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

Und nun muss doch ein einziges Mal mit „4.0“ argumentiert werden: Ja, das Schlagwort „Industrie 4.0“ gestaltet einen tiefgreifenden und multidimensionalen industriellen Strukturwandel. Gemeint ist damit allerdings zunächst „nur“ die konsequente Weiterführung der schon lange eingesetzten zunehmenden Durchdringung von klassischer industrieller Produktions- und Fertigungstechnologie mit Informationstechnologien. Diese Durchdringung findet zeitgleich mit dem Wunsch nach einem höchst möglichen Grad an flexiblen Systemen für unterschiedliche Aufgabenstellungen statt. Pate stehen dafür zwei technologische Themenkomplexe: das Internet der Dinge und Dienstleistungen sowie Cyber-Physical-Systems (CPS).

Bei dem Internet der Dinge und Dienstleistungen geht es nicht nur um die Vernetzung eines Gegenstands mit dem Internet; es geht um die Kommunikation von Geräten und Maschinen untereinander. Diese Kommunikation geschieht über Datennetze, wobei die beteiligten Dinge in der Regel mikroprozessorgesteuert Daten austauschen. Die Vernetzung von Gebrauchsgegenständen oder so genannten Smart Objects geschieht unabhängig von direkten menschlichen Eingriffen. Diese Daten können Statusinformationen über das Objekt selbst beinhalten bzw. auch Daten der unmittelbaren Umgebung erheben und an weitere, angebundene Objekte (beispielsweise Steuerungen und Maschinen) senden. Ziel ist es, aus der Sammlung der Daten (Big Data) mit Hilfe von Data-Analytics eine Auswertung bzw. Weiterverarbeitung dieser Daten zu ermöglichen,

damit der Produktionsprozess optimiert werden kann. So könnte in naher Zukunft die Frage nach Wartungsintervallen anders organisiert werden, da die Maschine selbstständig eine Wartung auf Grund von den erhobenen Daten anfordert. Durch eine in dieser Weise passgenaue Wartung lassen sich dann wiederum Kosten einsparen.

KOWALEWSKI u. a. (2012) entwerfen eine Taxonomie, die veranschaulicht, wie aus einem verteilten Automatisierungssystem ein CPS entsteht. Einerseits ist dies die Verkoppelung über geschlossene (z. B. Feldbusse) bzw. offene Netze (z. B. Internet) und andererseits die domänenbegrenzte bzw. domänenübergreifende Funktionalität. Am Beispiel eines Autositzes kann dies erläutert werden:

1. Nicht vernetzte Automatisierungssysteme

Beispiel Autositz: Lokal wirkende Steuergeräte, z. B. zur Positionseinstellung.

2. Domänenbegrenzt geschlossen vernetzte Automatisierungssysteme

Beispiel Autositz: Kopplung von Positionseinstellung und Fahrerprofil-Management oder der Fahrererkennung über Gewichtssensoren mit der Airbagsteuerung.

3. Domänenbegrenzt offen vernetzte Automatisierungssysteme

Beispiel Autositz: Übermittlung der besetzten Sitzplätze über WLAN an die Lichtsignal-Zugangssteuerung zu „Priority Lanes“ für voll besetzte Fahrzeuge.

4. Domänenübergreifend offen vernetzte Automatisierungssysteme

Beispiel Autositz: Kopplung der Überwachung von Vitalfunktionen des Fahrers durch Sensorik im Sitz über Internet mit eHealth-Systemen oder der Notfallambulanz (vgl. ebd.).

Das Beispiel verdeutlicht anschaulich, was ein CPS leisten kann und welche Potentiale mit einer solchen Vernetzung verbunden sein können. Die offenen, vernetzten Systeme, die mithilfe von Sensoren Daten zu Situationen erfassen, diese interpretieren und für netzbasierte Dienste verfügbar machen und dann mittels Aktoren direkt auf Prozesse einwirken, ermöglichen es, das Verhalten von Geräten, Dingen und Diensten steuern zu können.

Als Zukunftsvision digitalisierter Fabriken gelten adaptive Produktionssysteme. Unter adaptiven Pro-

duktionssystemen werden Fertigungsstrukturen und Anlagentopologien verstanden, die sich minuentenschnell an einen Auftrag anpassen können. Feststehende Fließbänder und starre Montageanlagen würden dann einer Vergangenheit angehören. Solche adaptiven Produktionssysteme benötigen eine hohe Flexibilität auch bei kleinen Losgrößen, eine freie Rekonfigurierbarkeit der Anlage in kürzester Zeit („Plug and Produce“) und dies alles bei hoher Zuverlässigkeit und minimalen Wartungskosten. Die Vorstellung, die dahinter steht, ist die variable Produktion mit der Losgröße „1“ unter den gleichen Bedingungen wie bei der Massenproduktion.

AUSWIRKUNGEN AUF DIE GEWERBLICH-TECHNISCHE FACHARBEIT

Die an vielen Stellen beschriebenen disruptiven Veränderungen, die eine Umwälzung bzw. Ablösung traditioneller Technologien vorhersagen, werden wohl in dieser Form nicht – auch nicht revolutionär, sondern eher evolutionär – auf die gewerblich-technische Facharbeit einwirken. Die Automatisierungstechnik hat sich in den letzten Jahrzehnten nahezu genauso dynamisch verändert, wie dies aus den Veränderungsprozessen in der Informationstechnik bekannt ist.

In der Fahrzeugtechnik, im Maschinenbau und der Elektrotechnik werden Technik, Werkzeuge und Verfahren kontinuierlich verändert und erneuert. Durchaus getrieben vom technischen Wandel kommt es zur Auseinandersetzung mit Programmierparadigmen und neuer Hardware, mit vernetzten Werkzeugmaschinen sowie der Konnektivität bei Fahrzeugen. Die Veränderungen in der Facharbeit sind (auch hier in lernen & lehren) bereits vielfach thematisiert worden und haben formal bereits Einfluss auf die Ausbildungsordnungen genommen. So könnte es nach den Plänen der möglichen Neuordnung der IT-Ausbildungsberufe im Jahr 2020 zu neuen Fachrichtungen bei dem Ausbildungsberuf „Fachinformatiker/-in“ kommen. Derzeit werden Begriffe wie „Digitale Vernetzung“ und „Daten und Prozessanalyse“ als mögliche neue Fachrichtungen gehandelt.

Ob die von der Kultusministerkonferenz beschlossene Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (vgl. KMK 2016), die das Lernen und Lehren im digitalen Kontext zu einem integralen und verpflichtenden Bestandteil des Bildungsauftrages von Schule und beruflicher Bildung macht, im Vorfeld an den allgemein bildenden Schulen und integrativ an den berufsbildenden Schulen als Basis für die hohen An-

forderungen an Digitalisierung und Informatisierung der gewerblich-technischen Facharbeit trägt, bleibt abzuwarten. So ist sicherlich nicht nachvollziehbar, dass einerseits derartige Handlungsrahmen durch die Kultusministerien verabschiedet werden und andererseits Informatik als Unterrichtsfach an allgemein bildenden Schulen nicht in allen Bundesländern als Pflichtfach existiert. Wird eine „Bildung in der digitalen Welt“ auf die Nutzung digitaler Medien zur Verbesserung des Lernens begrenzt, so wird zwar die (kritische) Anwendung digitaler Medien gefördert, ob dies aber im Sinne eines Verständnisses der dahinterliegenden (algorithmisierten) Tiefenstruktur zu einer kompetenten Durchdringung ausreicht, lässt sich diskutieren.

Die Auszubildenden in gewerblich-technischen Ausbildungsberufen werden es ohne informatische Grundkenntnisse zukünftig schwerer haben, den Ansprüchen einer kompetenten beruflichen Aufgabenbewältigung gerecht werden zu können. Bereits heute ist ein hoher Grad an Digitalisierung im Arbeitsalltag vorhanden und dieser wird durch die Technikentwicklung weiter steigen. Darauf hat nicht nur die berufliche Bildung curricular zu reagieren; es liegt in der Gesamtverantwortung des Bildungssystems die bereits formal beschlossene digitale Agenda umzusetzen, um Schülerinnen und Schüler mit Kompetenzen auszustatten, die es ihnen ermöglichen, gesellschaftlich und beruflich individuelle Chancen anzunehmen und Herausforderungen bewältigen zu können.

Literatur

- BUNDESAMT FÜR SICHERHEIT IN DER INFORMATIONSTECHNIK (BSI) (Hrsg.) (2019): IT-Grundschutz. https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ITGrundschutz/itgrundschutz_node.html (letzter Zugriff: 10.10.2019).
- DIN 19226:1968-05 Regelungstechnik und Steuerungstechnik; Begriffe und Benennungen, ersetzt durch: DIN IEC 60050-351:2014-09, Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Teil 351: Leittechnik (IEC 60050-351:2013). Berlin.
- KOWALEWSKI, S./RUMPE, B./STOLLENBERG, A. (2012): Cyber-Physical Systems – eine Herausforderung für die Automatisierungstechnik? In: Proc. Automation, VDI Berichte 2012, S. 113–116.
- KULTUSMINISTERKONFERENZ (KMK) (Hrsg.) (2016): Bildung in der digitalen Welt – Strategie der Kultusministerkonferenz. Berlin.
- MEUDT, T./POHL, M./METTERNICH, J. (2017): Die Automatisierungspyramide - Ein Literaturüberblick. Darmstadt.
- SIEPMANN, D. (2016): Industrie 4.0 – Technologische Komponenten. In: ROTH, A. (Hrsg.): Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0. Berlin/Heidelberg, S. 47–72.
- VOGEL-HEUSER, B./DIEDRICH, C./FAY, A./GÖHNER, P. (2013): Anforderungen an das Software-Engineering in der Automatisierungstechnik. In: KOWALEWSKI, S./RUMPE, B. (Hrsg.): Software Engineering 2013. Bonn, S. 51–66.
- WAHLSTER, W./RAFFLER, H. (Hrsg.) (2008): „Forschen für die Internet-Gesellschaft: Trends, Technologien, Anwendungen“. Feldafing.

Fernwartung und -diagnose als Elemente einer zukunftsorientierten Instandhaltung



FLORIAN BEIER



MICHAEL TÄRRE

Instandhaltung ist aktuell von einer umfassenden Digitalisierung, Überwachung und Auswertung aller Produktionsanlagen gekennzeichnet. Eine Zustandsüberwachung als Grundlage einer vorausschauenden Instandhaltung erweitert den physischen Arbeitsplatz digital über mobile Endgeräte und das Internet um virtuelle Arbeitsorte. Der arbeitende Mensch wird in der Instandhaltung der Zukunft weiterhin seinen Platz haben, die Anforderungen ändern sich allerdings. Im Beitrag werden die veränderten Anforderungen dargestellt und anhand einer Lernsituation zur Fernwartung und -diagnose im Kontext einer Smart Factory wird beschrieben, wie Schülerinnen und Schüler die geforderten Kompetenzen im Unterricht entwickeln können.

ZUSTANDSORIENTIERTE ÜBERWACHUNG (CONDITION MONITORING)

Bei modernen Produktions- bzw. Automatisierungsanlagen gewinnt die wirtschaftliche Betrachtung der Lebenszyklen von einzelnen Bauteilen, Komponenten und ganzen Anlagen zunehmend an Bedeutung. Im Mittelpunkt steht hierbei die Nutzung von Betriebsmitteln über die gesamte geplante Nutzungszeit sowie auch darüber hinaus. Neben den Anschaffungskosten werden Betriebskosten betrachtet, die z. B. durch Wartung oder Instandhaltungsarbeiten entstehen. Diese können die Kosten der Anschaffung um ein Mehrfaches überschreiten, da vor allem ungeplante Ausfallzeiten und hohe Reparaturkosten durch Ausfälle von Bauteilen, Komponenten und Maschinen die Produktivität sowie das Betriebsergebnis verringern. Die wirtschaftliche Betrachtung steht somit in unmittelbarem Zusammenhang zur Strategie der Instandhaltung.

Die erste Variante ist die Instandhaltung nach Bedarf. D. h., dass nach einem Ausfall eine Wiederinstandsetzungsreparatur erfolgt. Die zweite Variante ist die vorbeugende Fristeninstandhaltung, bei der Wartungsar-

beiten nach einem festgelegten Zeitplan bzw. nach Leistungsstunden einer Maschine durchgeführt werden. Die definierten Wartungsintervalle orientieren sich i. d. R. an Herstellervorgaben, um unter Umständen auch Herstellergarantien in Anspruch nehmen zu können, oder an bisherigen Erfahrungswerten. Ein weiterer Ansatz ist die proaktive oder auch vorausschauende Instandhaltung. Vorausschauende Instandhaltungsarbeiten verfolgen die Zielsetzung, drohende Ausfälle von Bauteilen, Komponenten, Maschinen und Anlagen frühzeitig zu erkennen und in- folgedessen Stillstand- und Ausfallzeiten zu vermeiden. Bei der Zustandsüberwachung als Grundlage der vorausschauenden Instandhaltung wird unterschieden zwischen der Überwachung des globalen Zustandes einer Produktions- bzw. Automatisierungsanlage über den gesamten Lebenszyklus aller Maschinen bzw. aller technischen Subsysteme und der Überwachung des Zustandes oder der Parameter einzelner Maschinen bzw. einzelner technischer Subsysteme mit dem Ziel der Ursachenerkennung für eventuelle individuelle Zustandsverschlechterungen. Mittels zustandsorientierter Überwachung ist eine effiziente

Vorhersage von Ausfällen möglich und entsprechend zu verhindern, sodass Ausfallzeiten minimiert, Servicemaßnahmen besser geplant, Abnutzungsvorrat von Komponenten besser ausgenutzt und benötigte Ersatzteile zielgerichtet eingekauft sowie bevorratet werden können.

Die technische Diagnostik im Kontext der Zustandsüberwachung umfasst alle technischen Maßnahmen zum demontagelosen Identifizieren des Zustandes technischer Systeme während des Betriebs. Zielsetzung der Diagnostik sind die quantitative Ermittlung des aktuellen technischen Zustands sowie eine vorausschauende Bewertung der zukünftigen Entwicklung des technischen Zustands. Mit Hilfe einer geeigneten Messtechnik werden Diagnosemerkmale, d. h. physikalische Größen, erfasst und analysiert. Die physikalischen Messgrößen spiegeln den technischen Zustand wider und sind somit für die Zustandsbeurteilung des betrachteten Bauteils, der betrachteten Komponente bzw. der betrachteten Maschine geeignet. Der Schwerpunkt der Funktionalitäten liegt auf der Durchführung von Schwingungs- und Temperaturüberwachungen sowie auf der Messung von Drehmomenten, Strom- oder Druckluftverbräuchen. Eine besondere Herausforderung besteht darin, den Zusammenhang zwischen der beobachteten Entwicklung eines messbaren Diagnosemerkmals und der eigentlich relevanten Entwicklung des Zustandsmerkmals in Form eines Diagnosemodells quantitativ zu beschreiben (siehe Abb. 1). Dafür sind ein hohes Maß an Expertenwissen und theoretischen Analysen notwendig, da i. d. R. keine allgemeingül-

tigen Grenz- oder Referenzwerte, Richtlinien oder Herstellerangaben zu zulässigen Werten bestimmter Messgrößen bzw. zu Diagnosemerkmalen existieren (vgl. VAN DEN HEUVEL 2016, S. 38).

Aufgrund der fortschreitenden technologischen Entwicklung kann davon ausgegangen werden bzw. dies ist vielfach schon berufliche Realität, dass sich die Zustandsüberwachung in Form einer umfassenden Software-Integration und eines gemeinsamen Datenraumes nahezu auf jedem technischen Gerät realisieren lässt – ganz gleich, ob es eine Werkzeugmaschine, ein Laptop, ein Tablet oder ein Smartphone ist.

INSTANDHALTUNGS-KOMPETENZEN IM WANDEL

Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit sind auch in der intelligenten Fabrik der Zukunft, der Smart Factory, die wesentlichen Erfolgsfaktoren für eine wissensbasierte Instandhaltung. Als Komplexitätsantreiber, denen die Instandhaltung begegnen muss, lassen sich vielfältige Anforderungen skizzieren.

Mit der zunehmenden Vernetzung von Produktions- bzw. Automatisierungsanlagen sowie der Verschmelzung von Produktion und Instandhaltung bestimmen datenbasierte Entscheidungen das Denken und Handeln. Daten (Sensor- und Betriebs-Daten) und Fakten sind die Kernelemente von Instandhaltungsstrategien, die keine „Maschinenflüsterer“, sondern Daten-Analysiker erfordern. Anlagen- und Maschinen-Zustände können erfasst, gefiltert, vorverarbeitet und analysiert werden. Die Daten stehen nicht nur den Maschinenherstellern und Anlagenbetreibern, sondern auch dem Instandhaltungspersonal zur Verfügung, die mobil Zugriff haben und kontextabhängige Visualisierungen über den Zustand der Produktionsanlagen erhalten. Die erfassten (Echtzeit-) Daten werden zum Zwecke von Trendanalysen zeitlich festgeschrieben sowie mit den Stammdaten von Maschinen und Anlagen in Korrelation gebracht, um Instandhaltungsmaßnahmen zustandsbezogen abzuleiten. Informations- und Konfigurationsmanagement

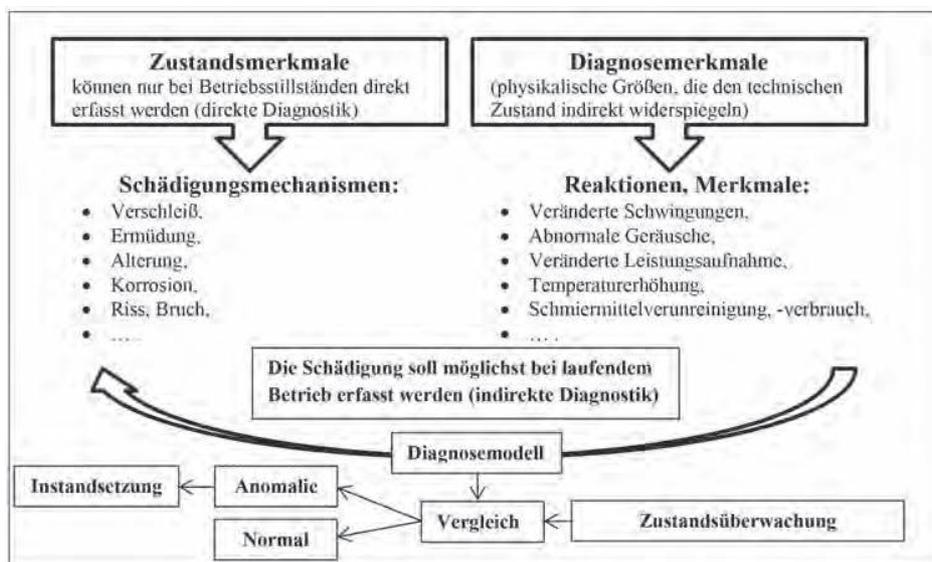


Abb. 1: Diagnosemodell mit Zustands- und Diagnosemerkmal (in Anlehnung an VAN DEN HEUVEL 2016, S. 38)

Informations- und Konfigurationsmanagement

- **Anlagenverketzung:** Interdependenzen zwischen Bauteilen, Komponenten, Maschinen und Anlagen.
- **Automatisierung:** zunehmender Grad an Automatisierung von (Produktions-)Anlagen.
- **Dynamik:** Veränderlichkeit der Produkte und der Produktionsprogramme.
- **Globalisierung:** global agierende Unternehmen und Geschäftsmodelle, globaler Wettbewerb.
- **Interdisziplinarität:** Know-How-Nutzung aller Unternehmensbereiche entlang der Wertschöpfungskette.
- **Kundenstruktur:** differenzierte und vernetzte Unternehmenskunden.
- **Produktaufbau:** zunehmende Komponentenanzahl und somit auch zunehmende Vernetzung.
- **Produktlebenszyklus:** höhere Anforderungen an Flexibilität und Reaktionsschnelligkeit.
- **Technologie-Lebenszyklus:** Berücksichtigung der Lebenszyklusphase.
- **Technologischer Wandel:** technologische Innovationen z. B. im Kontext von künstlicher Intelligenz.
- **Umweltvorschriften:** neue Vorschriften und Normen (z. B. CO₂-Ausstoß).
- **Variantenvielfalt:** maßgeschneiderte, modulare Kundenlösungen (vgl. AUSTERJOST u. a. 2016, S. 62).
- **IT-Sicherheit:** verschärfte sowie unterschiedliche (national, europäisch, nicht-europäisch) Datenschutzvorschriften, Schutz gegen Hacker-Angriffe sowie Schutz gegen Industriespionage.
- **Mensch-Maschine-Schnittstellen:** Zunehmende Anforderung an Fachkräfte, mit intelligenten Maschinen bzw. intelligenten Subsystemen und intelligenten Assistenzsystemen zu interagieren und Arbeitsprozesse in der Kollaboration mit Robotern zu innovieren und humanorientiert zu gestalten.
- **Wissensbasierte Instandhaltung:** Analyse großer Datenmengen (*Cloud-Umgebung oder klassische, stationäre Server*) und die Identifikation von Zusammenhängen sowie Mustern.
- **Rechts- und Unfallverhütungsvorschriften:** neue Vorschriften und Normen.

Abb. 2: Komplexitätsantreiber in der Instandhaltung

sowie die Verwendung von Assistenzsystemen und Absicherungswerkzeugen sind daher wesentliche Aspekte zur Unterstützung der Instandhaltungsarbeiten (siehe dazu UHLMANN u. a. 2011). Instandhaltung umfasst zunehmend die Beherrschung von Daten, Informationen und Wissen.

Auf mobilen Endgeräten können Aufträge, Maschinenstandort, Instandhaltungshistorie von Maschinen und Anlagen sowie deren aktuelle Zustandsinformationen angezeigt werden. Des Weiteren helfen mobile Instandhaltungsassistenten durch Zuordnung von Reparaturanweisungen, Betriebsanweisungen, technischen Zeichnungen und Plänen sowie durch die Anzeige von Prüf- und Checklisten und die Bereitstellung von Hilfen zur De- und Montage von Ersatzteilen dabei, die erforderlichen Arbeiten systematisch und effizient durchführen zu können.

Die technologisch unterstützte Instandhaltungsarbeit ist kognitiv anspruchsvoller, vielfältiger und auch komplexer und führt darüber hinaus zu einer organisatorischen sowie technischen Flexibilisierung von Arbeit. Funktionen der Prozessoptimierung, aber auch des Wissensmanagements gehen damit einher.

Cloudbasierte Ansätze, bei dem Dienste und/oder Prozesse webbasiert ablaufen, werden als ein wesentlicher Lösungsansatz von Konzepten zur vorausschauenden Instandhaltung angesehen, da über Webservices externe Partner und unternehmens-eigene Experten zur gemeinsamen Diskussion und

Lösungsfindung auch in Echtzeit zusammen arbeiten können.

Dienst- bzw. Prozesslösungen sind idealerweise an unternehmensinterne ERP (Enterprise Resource Planning)-Systeme angebunden, um z. B. automatisierte Ersatzteilbestellungen auszulösen.

Die Verschmelzung von Produktion und Instandhaltung hat auch zur Folge, dass Instandhaltung immer mehr den Charakter einer Querschnittsdisziplin entlang der gesamten Wertschöpfungskette bekommt und somit dezentral und nicht in einer zentralen Instandhaltungsabteilung organisiert wird. Neben der komplexen technischen Zusammensetzung aus Komponenten der Bereiche Maschinenbau, Elektrotechnik sowie Informations- und Telekommunikationstechnik nimmt in Produktionsszenarien, in denen Systeme technisch miteinander vernetzt sind, ebenfalls die organisatorische Verknüpfung zu.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass eine zustandsorientierte Instandhaltung, Condition Monitoring, mobile Endgeräte, Softwarelösungen sowie Visualisierungs- und Bilderkennungstechnologien und dezentrale Organisationsstrukturen Merkmale einer zukunftsorientierten Instandhaltung sind (vgl. ECKHOFF u. a. 2014, S. 11, 14, 16). Ziele und Inhalte dieser Merkmale einer zukunftsorientierten Instandhaltung sollten daher auch schon in der beruflichen Erstausbildung einbezogen werden.

LERNSITUATION „FERNWARTUNG UND -DIAGNOSE“

Curriculare Analyse

Im Lernfeld 11 „Automatisierungssysteme in Stand halten und optimieren“ (3. Ausbildungsjahr, Zeitrichtwert: 80 Stunden) der Elektroniker/-innen für Automatisierungstechnik werden die Ziele und Inhalte für die Instandhaltung beschrieben. Für eine proaktive bzw. vorausschauende Instandhaltung ist ein zielgerichteter Umgang mit vorhandenem Wissen zwingend erforderlich, der eine strukturierte Aufbereitung, Verknüpfung und Nutzung verschiedener Wissensinhalte erfordert. Grundsätzlich können fachspezifisches, methodenspezifisches sowie anlagenspezifisches Wissen unterschieden werden. Fachspezifisches Wissen beinhaltet u. a. Wissen über verschiedene Regler, Regelstrecken und Regelverhalten von Regelkreisen. Methodenspezifisches Wissen umfasst z. B. Wissen über prinzipielle Probleme, Störungen oder Ausfälle sowie methodisches und strategisches Wissen, um diesen Problemen adäquat zu begegnen. Anlagenspezifisches Wissen umfasst beispielsweise Wissen über die Eigenschaften und Komponenten eines technischen Systems. Das anlagenspezifische Wissen, insbesondere das

Zustands- und Erfahrungswissen, sind Basis für eine zustandsorientierte Instandhaltung.

Die dargestellten Wissensinhalte finden in unterschiedlichen Kombinationen und Ausführungen Eingang in Instandhaltungsarbeiten. Eine Klassifikation im Rahmen der Ausbildung ist jedoch sinnvoll, da Untersuchungen zeigen, dass Mitarbeiter/-innen der Instandhaltung oftmals eigene Erfahrungen mit instandzuhaltenden Systemen sammeln und dabei individuelle Lösungsansätze entwickeln, die in der Folge nicht erfasst bzw. systematisch dokumentiert werden und infolgedessen Dritten nicht zur Verfügung stehen.

Bezogen auf das Lernfeld 11 bleibt abschließend anzumerken, dass die Themen „Umweltschutz bzw. Umweltbildung“ und „Rechts- bzw. Unfallverhütungsvorschriften“ zwingend einbezogen werden sollten.

Lernträger „Smart Factory“

Im Rahmen des Projekts „BBS fit für 4.0“ entwickelten Lehrkräfte der BBS Neustadt der Region Hannover eine vernetzte Smart Factory zur Herstellung und zum Vertrieb einer LED Taschenlampe, die von den

Fachspezifisches Wissen/Lernziele

- Sensoren und Aktoren justieren sowie Systemparameter und Steuerprogramme überprüfen sowie verändern, um Selbstüberwachung von Steuer- und Regelungsprozessen zu optimieren.

Methodenspezifisches Wissen

Planungswissen/Lernziele

- Maßnahmen zur Instandhaltung planen.
- Anlagen- und maschinenspezifische Inspektions- und Wartungspläne benutzen.
- Kosten- und Zeitbedarfe kalkulieren.
- Ersatzteile beschaffen.

Technologisches Wissen/Lernziele

- Diagnosesysteme zur systematischen Eingrenzung von Fehlern benutzen.
- Prozessvisualisierungen sowie -simulationen zur Veränderung von Systemparametern/Steuerprogrammen/Reglereinstellungen verwenden.

Anlagenspezifisches Wissen

Zustandswissen/Lernziele

- Umgebungseinflüsse analysieren und mit Blick auf die Betriebssicherheit beurteilen.
- Condition Monitoring: Informationstechnische Systeme zur Ferndiagnose und -wartung einbinden
- Mess- und Diagnosedaten erfassen, analysieren und verarbeiten.

Systemwissen/Lernziele

- Aufbaustruktur und funktionale Zusammenhänge mit Methoden aus dem Kommunikations- und Analysebereich identifizieren sowie darstellen.

Betriebs-/Erfahrungswissen/Lernziele

- Fehler- und Schwachstellenanalysen (Störungshistorie, Ausfallverhalten, Nutzungsdauer) mit Hilfe von Werkzeugen der Qualitätssicherung und der Datenverarbeitung statistisch aufbereiten.
- Anlagenverfügbarkeit sowie Abnutzungsvorrat bewerten.

Abb. 3: Analyse des Lernfelds 11 „Automatisierungssysteme in Stand halten und optimieren“: Wissensinhalte/Lernziele in der Instandhaltung (siehe dazu KMK 2003, Lernfeld 11)

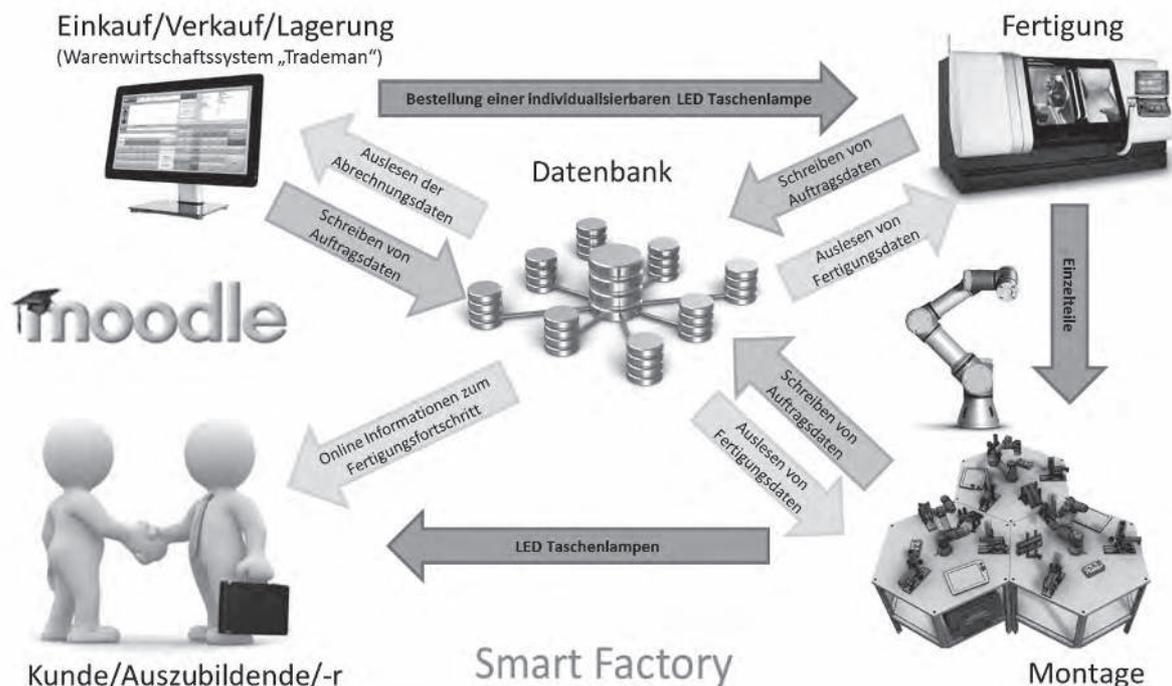


Abb. 4: Gesamtsystem Smart Factory

Kunden individuell nach den jeweiligen Kundenwünschen zusammen gestellt werden kann.

Kernelemente der Montageanlage sind sieben kollaborierende Roboter. Jeweils einer dieser Roboter ist auf einem wabenförmigen Tisch montiert, auf welchem sich auch noch Magazine für die Bereitstellung von den Taschenlampenteilen sowie eine WEB-CAM befinden. Die Wabenform der Hexagonalen tische gestattet über die Verwendung als Einzelsystem bzw. -lernträger hinaus deren beliebige Kombination zu Tischgruppen, indem sie einfach an ihren Tischkanten mechanisch verbunden werden. Auf diese Weise entstehen Fertigungsinseln, die das Zusammenarbeiten von mehreren Robotern zulassen. Damit wird es auch möglich, dass im Fertigungsprozess einer Taschenlampenmontage auf die Materialien der Magazine von benachbarten Tischen zugegriffen wird. Die Taschenlampe kann somit in acht unterschiedlichen Varianten montiert werden. Mit Hilfe eines Beschriftungsdruckers ist es außerdem möglich, die Taschenlampe kundenindividuell zu beschriften, womit schließlich eine Fertigung mit Losgröße 1 erreicht wird.

Damit die Zusammenarbeit mehrerer Roboter funktioniert, muss eine übergeordnete Leitebene die einzelnen Roboter koordinieren. Um dies zu realisieren, können die Roboter in verschiedenen Varianten mit einem Server-PC und/oder mit einer oder mehreren SPS-Steuerungen vernetzt werden. Als Bediener-Frontend wird eine WEB-Seite verwendet, die mittels

datenbankbasierter Konnektoren auf Prozessvariablen in den Robotern, der SPS und weiteren Aktoren und Sensoren zugreifen kann. In einer Datenbank auf einem Server werden auch die Daten bereitgestellt, die für logistische Zwecke und die Auftragsverwaltung relevant sind. Lernende aus den Bereichen Wirtschaft und Verwaltung, Elektro- sowie Metalltechnik lernen in diesem Umfeld die Funktionsweise und Programmierung von MES (Manufacturing Execution System)- und ERP-Applikationen. In gewerblich-technischen Bildungsgängen werden darüber hinaus Kompetenzen auf der technischen Basis von „Speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS)“ in Verbindung mit HMIs (Human-Machine Interface, Mensch-Maschine Schnittstelle) und SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)-Systemen und Entwicklungsplattformen wie z. B. Siemens S7 mit WinCC entwickelt. Die Schülerinnen und Schüler lernen z. B. das Erstellen von Steuerungsprogrammen, die Selbsttestfunktionen beinhalten und erkannte Fehlerzustände melden, die durch den Ausfall von Aktoren oder Sensoren entstehen. Die Smart Factory bietet somit auch Möglichkeiten für Lernsituationen, in denen innovative Diagnose- und Fernwartungsmethoden erlernt werden.

Ferndiagnose und Fernwartung

Für das Instandhalten und Optimieren von Automatisierungssystemen gemäß Lernfeld 11 gewinnen webbasierte Vernetzungs- und Darstellungsmethoden

seit einigen Jahren an Bedeutung, da offene Protokolle wie OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture) und HTML5 (fünfte Fassung der Hypertext Markup Language) die herstellerunabhängige Realisierung von Ferndiagnose- und Fernwartungssystemen ermöglichen, die individuell auf bestimmte Fertigungsszenarien zugeschnitten werden können. Über die Anwendungs- und Darstellungsschichten gemäß dem ISO/OSI (Open Systems Interconnection)-Standardreferenzmodell kommunizieren Maschinen und Menschen dabei sowohl mit- als auch untereinander, um die Instandhaltung von Produktionsanlagen mit hohem Automatisierungsgrad zu bewerkstelligen (vgl. SCANDELLI/MASA 2018, S. 134). Der Datentransport erfolgt Ethernet- und (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) TCP-IP-basiert über die unteren Schichten des Protokollstacks.

Die Herausforderung bei industriellen Produktionsanlagen liegt dabei in dem Umstand, dass diese Anlagen meist aus individuell zusammengestellten Einzelkomponenten unterschiedlicher Hersteller bestehen und deshalb ein übergeordnetes Ferndiagnose- und Fernwartungssystem entweder gar nicht vorhanden ist oder von diesen Herstellern nur einzelne Diagnosesysteme für die von ihnen gelieferten Fertigungskomponenten bereitgestellt werden, sodass sich Instandhaltungsmitarbeiter mit unterschiedlichen Systemen befassen müssen und infolgedessen deren Möglichkeiten unter Umständen nicht ausreichend ausnutzen. Anders als z. B. bei Kraftfahrzeugen, bei denen herstellerseitig standardisierte Diagnoseschnittstellen verfügbar sind, muss das Diagnose- und Fernwartungssystem für eine komplexe Produktionsanlage individuell gestaltet und realisiert werden.

Ein in diesem Zusammenhang in den letzten Jahren zu beobachtender Trend ist die Forderung, WEB-Oberflächen für die Visualisierung der zu beobachtenden technischen Prozesse zu verwenden. Dies begründet sich aus dem daraus resultierendem Vorteil, dass jedes HTML-fähige Endgerät (PC, Tablet, Smart Phone) als GUI (graphical user interface) verwendet werden kann. Die Endgeräte benötigen außer einem Browser keine spezielle Software.

Die Schülerinnen und Schüler lernen daher im technischen Umfeld der oben beschriebenen Smart-Factory, Ferndiagnose- und Fernwartungssysteme zu realisieren, indem sie WEB-Seiten (siehe Abb. 5) zur Darstellung und Auswertung von Maschinendaten programmieren. Um den Auszubildenden der Beru-

fe Mechatroniker/-innen und Elektroniker/-innen für Automatisierungstechnik sowie Energie- und Gebäudetechnik Technologien und Methoden an die Hand zu geben, die diese Zielstellung erreichbar werden lassen, wurden im Entwicklungsteam der Smart Factory verschiedene Realisierungsvarianten diskutiert und erprobt.

1. WEB-Seiten-Erstellung mithilfe eines Editors (z. B. Notepad): Die Codierung erfolgt mit PHP, SQL, Java Script und HTML. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass ausschließlich Open-Source-Software beschafft werden muss. Allerdings ist die Einbindung von Prozessdaten über selbst programmierte Konnektoren sehr anspruchsvoll und aufwändig.
2. Die Einbindung von Prozessdaten in die HTML5-Seite erfolgt mit Hilfe von käuflichen Software Development Kits (SDK).
3. Mittlerweile sind Softwareprodukte erhältlich, die einen WEB-Seiten-Designer mit Werkzeugen zur Erstellung von OPC-UA-Schnittstellen unterstützen.

An der BBS Neustadt wurden bezogen auf den dritten Punkt die Produkte „WEB-Factory“ und „Atvise“ mit dieser Funktionalität erprobt. Da sich schließlich das letztere Produkt besonders gut im Unterricht bewährt hat, wird im Folgenden exemplarisch beschrieben, wie Schülerinnen und Schüler mit Hilfe dieses Produkts eine Instandhaltungs-WEB-Seite für kollaborierende Roboter erstellen. Für Auszubildende des Berufs Elektroniker/-in für Energie- und Gebäudetechnik ist es ebenfalls möglich, eine gleichwertige Aufgabe – z. B. ein SPS-gesteuertes Rolltor – zu erstellen.

Berufsspezifische Ausfallsituation

Der Ausfall eines kollaborierenden Roboters kann verschiedene Ursachen haben. Möglich wären z. B. Getriebebeschäden, defekte Gelenkmotoren oder auch Bedienungsfehler. Letztere können beispielsweise auftreten, wenn der Roboterarm von Hand in eine grenzwertige Stellung bewegt wurde, die die programmierten Bewegungen nach dem Roboterstart nicht erlauben. Um diese Fehler zu diagnostizieren, ist es nicht unbedingt notwendig, Instandhaltungspersonal vor Ort tätig werden zu lassen. Es ist häufig kostensparender, die Maschinendaten der Roboter aus der Ferne auszulesen und so zu visualisieren, dass eine Ferndiagnose möglich ist. Entscheidungen über Reparaturmaßnahmen, Austausch oder Bera-

tung des Personals vor Ort können dadurch wesentlich schneller und effizienter erfolgen.

Informieren

Für die Informationsphase stehen den Schülerinnen und Schülern umfangreiche Informationsquellen zur Verfügung, die sich vor allem auf den zu diagnostizierenden kollaborativen Roboter (kurz Cobot: collaborative robot) beziehen, da eine Diagnose prinzipiell die Kenntnisse der Eigenschaften eines intakten Roboters voraussetzt. Wichtigste Quelle stellen dabei die technischen Dokumente des Roboterherstellers dar. Ebenfalls notwendig sind Tutorials und Hilfetexte zur Bedienung der Atvise-Entwicklungssoftware, deren Qualität entscheidenden Einfluss auf das selbstständige Arbeiten der Lernenden hat. Insbesondere für die Einbindung der Prozessvariablen, die die Cobots bereitstellen, sind erläuternde Screenshots hilfreich.

Planen

Damit die Ferndiagnostik eines kollaborativen Roboters systematisch erfolgt, sind Überlegungen zu dem Ablauf einer Testprozedur anzustellen. Leitfragen zur Lernunterstützung haben sich in der Planungsphase als sehr sinnvoll erwiesen.

- Welche Testbewegungen soll der Roboter bei bestimmten Tests ausführen?
- Können diese Bewegungen gut über eine WEB-Cam beobachtet werden?
- Wie kann die Struktur der Testprozeduren am besten durch Abfolgen der jeweiligen Diagnose-WEB-Seiten dargestellt werden?

WEB-Seite zum Starten von Testbewegungen, die über eine WEB-CAM beobachtet werden können.



Durchführen

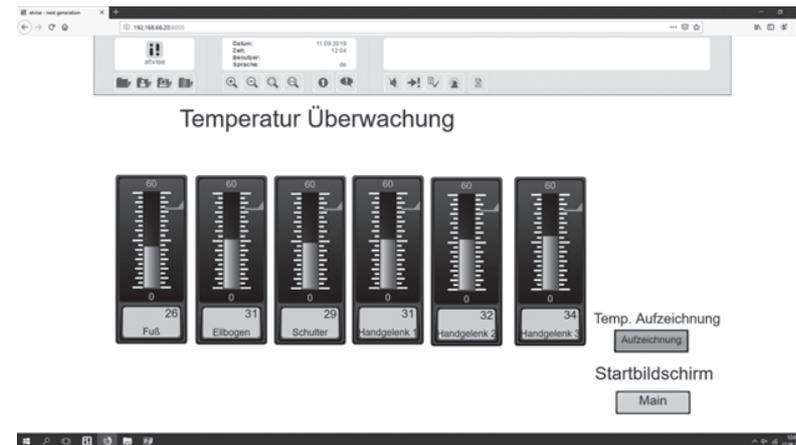
Außer den WEB-Seiten müssen auch die kollaborativen Roboter programmiert werden, damit sie die gewünschten Testbewegungen ausführen. Wenn die Schülerinnen und Schüler durch vorangegangene Lernabschnitte bereits Vorkenntnisse in der Roboterprogrammierung haben, wird diese Anforderung i. d. R. von den Lernenden erfolgreich bewältigt. Es zeigt sich an dieser Stelle allerdings, dass die Komplexität des Handlungsprodukts hoch ist. Es ist daher nicht sinnvoll, eine funktionsfähige Diagnose-WEB-Seite im Rahmen eines einzigen als vollständige Handlung konzipierten Entwicklungszyklus durchzuführen. Im Unterricht hat sich gut bewährt, Teilziele im Sinne einer Spiralstruktur (siehe dazu BALZERT 1998, S. 129–133) zu realisieren. So werden zunächst Roboterbewegungen programmiert, die unabhängig von Startbefehlen seitens der WEB-Seite dauerhaft ablaufen und zunächst nur ein Roboter-gelenk betreffen. Die Erfassung und Visualisierung von Gelenktemperatur, Gelenkwinkel, Kamerabild und weiteren Prozessinformationen werden unabhängig voneinander geübt und nach und nach zu einer sinnvollen Gesamtstruktur weiterentwickelt. Die Gestaltung der WEB-Oberflächen geschieht dabei mit Hilfe einer Vielzahl von vorgefertigten graphischen Elementen und einfach zu handhabenden Werkzeugen.¹ Teilweise müssen Prozesswerte (z. B. Winkelwerte, die im Winkelmaß Rad vorliegen) normiert werden. Hierfür existiert ein als „Simple Dynamics“ bezeichnetes Werkzeug, das erlaubt, Umrechnungsformeln auf Messwerte anzuwenden, damit diese gemäß Kundenauftrag angezeigt werden. Für die Realisierung sehr spezieller Funktionalitäten, für die keine vorgefertigten Objekte nutzbar sind, besteht

die Möglichkeit, JavaScript-Module selbst zu schreiben und mit Steuerelementen zu verbinden.

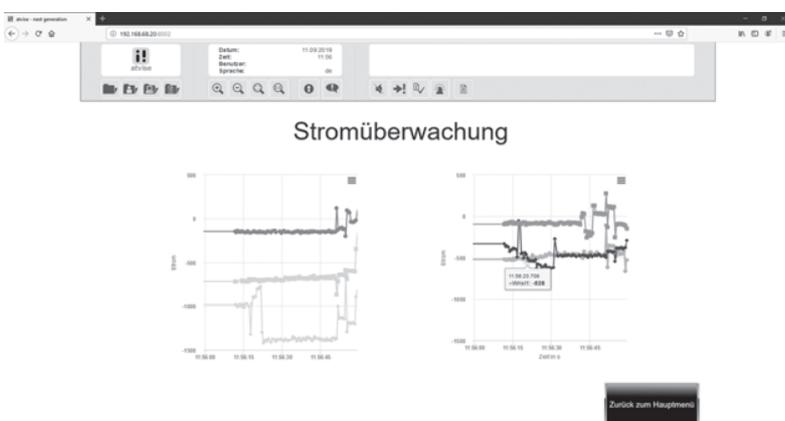
Erfahrungen im Unterricht/Ergebnisse

Die Lernsituation wurde mit fünf verschiedenen Klassen von Elektronikern/ Elektronikerinnen für Automatisierungstechnik im 3. Ausbil-

WEB-Seite zur Überwachung der Roboter-Gelenktemperaturen.



WEB-Seite zur Überwachung der Roboter-Gelenkmotorströme.



WEB-Seite zur Überwachung der Roboter-Gelenkwinkel.

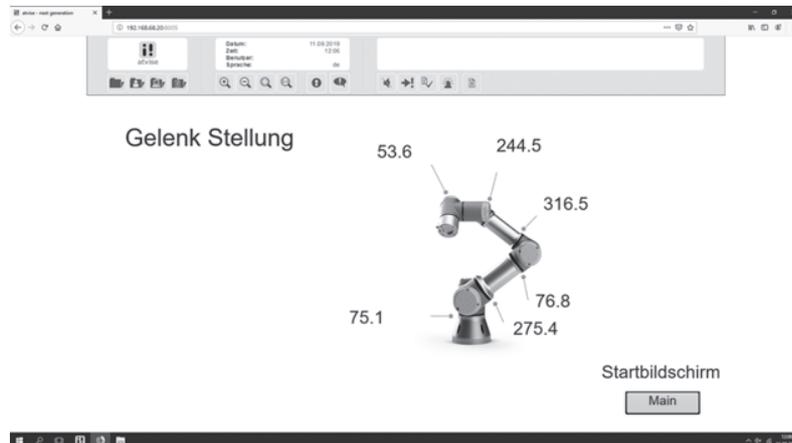


Abb. 5: Schüler-/Schülerinnenergebnisse

dungsjahr erprobt. Auffällig war dabei die Bereitschaft der Auszubildenden, sich der Aufgabenstellung mit hohem Engagement zu stellen. Das Interesse der Lernenden an dieser Lernsituation liegt vermutlich auch in der Tatsache begründet, dass sie die hohe Zukunftsbedeutung der angewendeten Technologie erkennen. Die technischen Umfeldler, die die Schülerinnen und Schüler aus ihren Betrieben kennen, sind von hohen Automatisierungsgraden gekennzeichnet,

die die Einflussnahme auf die Arbeitsprozesse in kleiner werdendem Maße ermöglichen. Die in der Lernsituation angewendete Technologie zeigt ihnen, dass es auch in derartigen Automatisierungsprozessen möglich ist, gestalterisch tätig zu werden. Der sofort erkennbare Nutzen der erzielten Arbeitsergebnisse und die erkennbare Übertragbarkeit in viele technische Bereiche ihrer Ausbildungsbetriebe sind insbesondere für Auszubildende im dritten Ausbildungsjahr sehr motivierend, da sie sich in dieser Phase der Ausbildung vermehrt die Frage stellen, in welcher Form Fachkräfte sich in eine aktive Mitgestaltung der Betriebsabläufe einbringen können.

Anmerkung

1) Siehe dazu <https://www.atvise.com/de/produkte-und-loesungen/atvise-builder-sp-de> (letzter Zugriff: 08.12.2019).

Literatur

AUSTERJOST, M./ANLAHR, T./BESENFELDER, C./MEERMAN, A. (2016): Wissensbasierte Instandhaltung durch Unternehmenskollaboration. In: NIENHAUS, K. (Hrsg.): Tagungsband zum AKIDA 2016, S. 61-74.

BALZERT, H. (1998): Lehrbuch der Software-Technik. Software-Management, Software-Qualitätssicherung, Unternehmensmodellierung. Berlin u. a.

ECKHOFF, R./GÜNTNER, G./MARKUS, M. (2014): Bedürfnisse, Anforderungen und Trends in der Instandhaltung 4.0. Salzburg.

KULTUSMINISTERKONFERENZ (KMK) (Hrsg.): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Elektroniker/Elektronikerin für Automatisierungstechnik. Beschluss der KMK vom 16.05.2003 i. d. F. vom 23.02.2018. Berlin.

SCANDELLI, N./MASA, M. (2018): Anwenderberichte. Candy Hoover Use case. In: SCHLEIPEN, M. (Hrsg.): PRAXISHANDBUCH OPC UA. Grundlagen – Implementierung – Nachrüstung – Praxisbeispiele. Würzburg, S. 133–139.

UHLMANN, E./RÖHNER, M./BEHRENDT, J./VAN DUIKEREN, B. (2011): Markt- und Trendstudie 2011 – Maintenance, Repair and Overhaul. Berlin.

VAN DEN HEUVEL, B. (2016): Condition Monitoring für eine Instandhaltung 4.0. In: WINGbusiness, Heft 1, S. 37–39.

Umsetzungsmöglichkeiten im SPS-Labor

zur vertikalen Integration von mechatronischen Systemen



NICO LINK



BASTIAN SPATTA

Der Fokus dieses Praxisbeitrags soll auf dem Aspekt der Automatisierung und Vernetzung liegen und aufzeigen, wie eine mögliche Lernsituation für den berufsschulischen Laborunterricht aussehen kann. Dazu werden in einem ersten Schritt relevante technologische Begrifflichkeiten zur vertikalen Integration erläutert, anschließend werden Studien vorgestellt, die aktuelle und zukünftige Anforderungen angehender Fachkräfte in der Domäne Automatisierungstechnik/Mechatronik analysiert haben. Zusammen mit der danach durchgeführten curricularen Analyse zweier Rahmenlehrpläne, wird basierend darauf ein Umsetzungsbeispiel vorgestellt, mit dem sich die zuvor beschriebenen Anforderungen in einer Lernsituation im Berufsschullabor vermitteln lassen.

EINFÜHRUNG ZUM BEGRIFF VERTIKALE INTEGRATION UND DESSEN BEDEUTUNG FÜR DIE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK/MECHATRONIK

Die vertikale Integration im Bereich der Automatisierungstechnik und Mechatronik umfasst den Einbezug verschiedener IT-Systeme, welche sich über mehrere Ebenen der klassischen Automatisierungspyramide (von der Aktor-/Sensorebene über die Steuerungsebene bis hin zur Unternehmensleitebene) erstrecken. D. h. unter der vertikalen Integration wird die Einbeziehung einer durchgängigen und Ebenen übergreifenden Informations- und Kommunikationstechnik in der industriellen Produktion verstanden. Ziel dieser Integration ist ein nach Möglichkeiten selbstgesteuerter und selbstorganisierter Produktionsablauf bei gleichzeitiger Effektivitätssteigerung und Prozessoptimierung hinsichtlich Ressourcenbedarf und Energieverbrauch.

Bei der horizontalen Integration hingegen erfolgt ein Einbezug von IT-Systemen, Prozessen und Informationsflüssen durch die unterschiedlichen Akteure im Unternehmensumfeld, zwischen denen ein Material-, Energie-, und Informationsfluss besteht. Dies kön-

nen im Wertschöpfungsnetzwerk beispielweise Lieferanten, Produzenten, Vertriebspartner oder weitere Dienstleister sein (vgl. KAGERMANN/WAHLSTER/HELBIG 2013, S. 24).

ANFORDERUNGEN AN FACHKRÄFTE IN DER DOMÄNE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK/MECHATRONIK BEZOGEN AUF DIE VERTIKALE INTEGRATION

Basierend auf der BAYME VBM Studie (2016) ergeben sich für die berufliche Ausbildung u. a. generische Handlungsfelder, die für die vertikale Integration von großer Bedeutung sind. Diese umfassen vor allem die Anlagenvernetzung (beim Anlagenaufbau), um die Verfügbarkeit von Sensor-, Aktor- und Prozessdaten in Produktionssystemen sicherzustellen und Echtzeitdaten zu überwachen, zu analysieren und auszuwerten. Zudem müssen bei der Instandhaltung Reparaturabhängigkeiten bedingt durch Vernetzungen und IT-Anbindung von Maschinen und Anlagen berücksichtigt sowie die damit verbundene Diagnose und Störungssuche an vernetzten Anlagen beherrscht werden. Es ist wichtig, dass (angehende) „Fachkräfte Anlagen und deren Funktionen von den Prozessen und der Software her denken und opti-

mieren“, so die Antwort eines befragten Experten (vgl. BAYME VBM 2016, S. 127 ff.).(1) Daher ist es von großer Bedeutung angehenden Fachkräften eine Prozess- und Systemkompetenz zu vermitteln, um ein Prozessverständnis aufzubauen und ein Denken und Handeln in den vernetzten Systemen zu ermöglichen (vgl. WINDELBAND 2017, 2018).

Eine gemeinsame Studie des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) und des VW Konzerns hatte zum Ziel, die Folgen der Digitalisierung für die Berufsbildung exemplarisch im Bereich der Instandhaltung zu untersuchen. Diese kommt u. a. zum Fazit, dass Inhalte zu Bussystemen und zur Netzwerktechnik dringend gefordert, „aber wenig umgesetzt werden“ (vgl. ZINKE u. a. 2017, S. 12). „In der Ausbildung werden diese bezogen auf den Ausbildungsverlauf spät, zwischen den Lernorten wenig abgestimmt und teilweise nicht systematisch vermittelt“ (vgl. ebd.). Es ist wichtig, ein umfassendes und erfahrungsbasiertes Systemverständnis den Auszubildenden zu vermitteln, denn zukünftig erfährt die Informationstechnik eine größere Bedeutung vor Mechanik und Elektrotechnik (vgl. ebd., S. 26).

Bei den zuvor aufgeführten Studien stehen die Unternehmensinteressen im Mittelpunkt und damit verbunden eine möglichst langfristige und nachhaltige Beschäftigungsfähigkeit der Fachkräfte. Der Bildungsauftrag berufsbildender Schulen sollte jedoch auch nicht vernachlässigt werden, „denn es ist nicht die Aufgabe der beruflichen Schulen, ihre Schüler an die neue Technik anzupassen, vielmehr müssen sie ihre Schüler befähigen, diese neue Technik mitzugestalten“ (vgl. RÖBEN 2017, S. 265).

Zwei Ausbildungsberufe, die am stärksten mit der vertikalen Integration verbunden werden, sind die zum/zur „Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik“ und „Mechatroniker/-in“, deren Rahmenlehrpläne nachfolgend näher betrachtet werden sollen.

CURRICULARE ANALYSE IN DER DOMÄNE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK/MECHATRONIK

Um auch auf curricularer Ebene die vertikale Integration zu legitimieren, wurden Zielformulierungen analysiert(2), um Kenntnisse über die Ausgestaltung der Lernsituation bzw. der Lernarrangements zu erhalten. Im Folgenden werden die Anforderungen in diesem Themengebiet aus den teilnovellierten Rahmenlehrplänen zum/zur Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik [EAT] und Mechatroniker/-in

[MECH] exemplarisch anhand von drei Lernfeldern analysiert (vgl. KMK 2018a, 2018b).

Im Lernfeld 4 „Informationstechnische Systeme bereitstellen“ im Ausbildungsberuf EAT müssen Schüler/-innen informationstechnische Systeme installieren und konfigurieren sowie informationstechnische Systeme in bestehende Netzwerke integrieren und konfigurieren. Dies entspricht weitestgehend dem Lernfeld 5 „Kommunizieren mit Datenverarbeitungssystemen“ im Ausbildungsberuf MECH, bei dem Schüler/-innen den Einsatz von datenverarbeitenden Anlagen in Systemen und die Struktur sowie Sicherheitsanforderungen von vernetzten Systemen beschreiben sollen.

Im Lernfeld 9 „Steuerungssysteme und Kommunikationssysteme integrieren“ planen Auszubildende des Berufs EAT die Integration von Steuerungssystemen und Systemkomponenten über Kommunikationssysteme mit informationstechnischen Systemen und erfassen bzw. analysieren den Datenaustausch zwischen den einzelnen Systemen. Sie vernetzen dezentrale Steuerungssysteme mit einem übergeordneten System. Ähnliche Zielformulierungen werden beim Ausbildungsberuf MECH im Lernfeld 9 „Untersuchen des Informationsflusses in komplexen mechatronischen Systemen“ aufgeführt. Die Schüler/-innen können informationstechnische Verfahren für die Untersuchung von Informationsflüssen anwenden, Signale analysieren und Schlussfolgerungen zu möglichen Fehlerursachen ziehen. Auch Diagnoseverfahren aus der Datenverarbeitung werden beherrscht.

Im Lernfeld 10 „Automatisierungssysteme in Betrieb nehmen und übergeben“ im Ausbildungsberuf EAT sollen Schüler/-innen Verfahren zur Inbetriebnahme von automatisierten Systemen analysieren und die Vorgehensweise festlegen, zusätzlich einzelne Komponenten zu funktionsfähigen Automatisierungssystemen zusammenführen und prozessbedingte Änderungen an Steuerungen durchführen. Ähnlich ist hierzu das Lernfeld 11 „Inbetriebnahme, Fehlersuche und Instandsetzung“ beim Ausbildungsberuf MECH gelagert. Die Schüler/-innen erläutern die Verfahren zur Inbetriebnahme, erklären den Einfluss von Komponenten auf das Gesamtsystem. Zusätzlich überprüfen sie die Funktion anhand von Schnittstellenuntersuchungen, überprüfen Systemparameter und stellen diese ein.

weiter auf Seite 23

Ausbildungsplatznachfrage sinkt auf neuen Tiefstand – Rückläufige Schulabgängerzahl erreicht Ausbildungsmarkt

Erstmals ist in Deutschland die Nachfrage von Jugendlichen nach dualen Ausbildungsplätzen unter die Zahl von 600.000 gefallen. Mit 598.800 jungen Menschen, die entweder einen Ausbildungsvertrag abschlossen oder aber – mit oder ohne alternative Verbleibsmöglichkeit – noch auf Ausbildungsplatzsuche waren, lag die Nachfrage um 11.200 unter dem Vorjahreswert. Damit haben die seit 2016 wieder sinkenden Schulabgängerzahlen den Ausbildungsmarkt erreicht. Parallel zur gesunkenen Ausbildungsplatznachfrage ging 2019 auch die Zahl der neu abgeschlossenen dualen Ausbildungsverträge zurück. Mit 525.100 fiel sie um 6.300 niedriger aus als 2018. Dies sind zentrale Ergebnisse der Analysen des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) zur Entwicklung des Ausbildungsmarktes im Jahr 2019. Sie basieren auf der BIBB-Erhebung über neu abgeschlossene Ausbildungsverträge zum Stichtag 30. September sowie auf der Ausbildungsmarktstatistik der Bundesagentur für Arbeit (BA). (Quelle: BIBB-Pressemitteilung 39/2019)

Berufsanerkennung sorgt für zusätzliche Fachkräfte

Am 1. März 2020 trat das Fachkräfteeinwanderungsgesetz in Kraft. Das Gesetz erweitert die Möglichkeiten für qualifizierte Fachkräfte, aus Nicht-EU-Staaten nach Deutschland einzureisen. Dazu muss in den meisten Fällen die Anerkennung der mitgebrachten Berufsqualifikation vorliegen. Hierzu erklärt der Präsident des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB), Friedrich Hubert Esser: „Die Anerkennung von ausländischen Berufsqualifikationen trägt unmittelbar zur Sicherung des Fachkräftebedarfs in Deutschland bei. Die gewissenhafte Überprüfung der mitgebrachten Qualifikationen gewährleistet hierzulande Qualität und Transparenz für Betriebe und Arbeitgeber. Informations- und Beratungsangebote, die die Antragstellerinnen und Antragsteller aus dem Ausland unterstützen, sind von großer Bedeutung für den Erfolg der Anerkennungsverfahren. Die kürzlich eröffnete Zentrale Servicestelle Berufsanerkennung, die

INTRO

Die betriebliche Ausbildung im Handwerk stellt eine große Herausforderung für das dortige Ausbildungspersonal dar, da die dafür in der Regel eingesetzten Gesellen, wenn überhaupt, nicht ausreichend für diese anspruchsvolle Aufgabe qualifiziert sind. Dies gilt umso mehr in Zeiten der Arbeitsprozess- und Kompetenzorientierung sowie der Frage, wie digitale Medien das betriebliche Lernen und Arbeiten sinnvoll unterstützen können. Das berufswissenschaftliche und berufspädagogisch orientierte Konzept der Kompetenzwerkstatt bietet hierfür entsprechende konzeptionelle Elemente, wie z. B. das Lern- und Arbeitsaufgaben-Konzept und das Konzept zur Kompetenzeinschätzung, die ihre Entsprechungen auch in technischen Artefakten wie dem Aufgaben-Manager und dem Kompetenzcheck finden (mehr dazu unter <https://kompetenz-werkstatt.net/>).

Rückmeldungen aus der Praxis zeigen jedoch, dass das Vorhandensein dieser konzeptionellen und technischen Artefakte kaum ausreichend dafür ist, um auszubildende Gesellen für deren betrieblichen Einsatz zu gewinnen, um ihre betrieblichen Ausbildungsaktivitäten besser vorzubereiten, systematischer umzusetzen und kontinuierlicher den Kompetenzzuwachs ihrer Auszubildenden zu dokumentieren. Offensichtlich braucht es ein weiteres konzeptionelles Element, das die den Einzelkonzepten innewohnenden didaktischen Elemente miteinander verzahnt und damit gleichzeitig auszubildenden Gesellen eine Art „Leitfaden“ zur Gestaltung einer digitalgestützten, arbeitsprozess- und kompetenzorientierten Ausbildung bietet.

Im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprojektes LIKA-4.0 geht das Institut Technik und Bildung (ITB) der Universität Bremen z. Zt. aktuell genau dieser Frage nach, welche Elemente ein solcher Leitfaden beinhalten muss, damit sich die konzeptionellen und technischen Potenziale einer digitalgestützten, arbeitsprozess- und kompetenzorientierten Ausbildung auf Seiten der auszubildenden Gesellen so entfalten können, um diese in die Lage zu versetzen, die Ausbildung im Handwerk zu modernisieren. Die „BAG aktuell“ wird in einer ihrer nächsten Ausgaben wieder darüber berichten. Weitere Informationen zum Projekt LIKA-4.0 finden sich hier: www.lika-4punkt0.de/

Michael Sander

Antragstellende schneller zum Ziel bringen soll, ist eine ideale Ergänzung zum breiten Informationsangebot des Portals ‚Anerkennung in Deutschland‘ des Bundesinstituts für Berufsbildung. Mit dem Portal ebenso wie mit dem Anerkennungsmonitoring leisten wir seit Inkrafttreten des Anerkennungsgesetzes im Jahr 2012 einen wichtigen Beitrag zur erfolgreichen Umsetzung der Anerkennungsregelungen.“ Weitere Informationen unter www.bibb.de/anererkennung sowie unter www.anererkennung-in-deutschland.de. (Quelle: Quelle: BIBB-Pressemitteilung 06/2020)

Mit Erasmus+ Erfahrungen im Ausland sammeln

Die Zahl der Berufsschullehrenden sowie der betrieblich Auszubildenden, die mit dem europäischen Bildungsprogramm Erasmus+ einen berufsqualifizierenden Auslandsaufenthalt durchführen, hat sich seit

dem Jahr 2013 laut einer Analyse der Nationalen Agentur „Bildung für Europa“ beim Bundesinstitut für Berufsbildung (NA beim BIBB), die erstmals Daten für diese Personengruppe ausgewertet hat, nahezu verdoppelt. Eine hohe Zufriedenheit der Beteiligten zeigt sich insbesondere in der Aussage, dass sich dank Erasmus+ sowohl die sozialen, sprachlichen und kulturellen Kompetenzen der Teilnehmenden als auch die internationale Ausrichtung der entscheidenden Einrichtung verbessert haben.

Auch die Zahl der Auszubildenden und der Berufsschülerinnen und Berufsschüler, die ein Auslandspraktikum in einer europäischen Partnereinrichtung absolvieren, um dort zu lernen und zu arbeiten, ist in den letzten Jahren kontinuierlich gewachsen. Weitere Informationen zur NA-Datenanalyse unter www.na-bibb.de/mobil-mit-erasmus (Quelle: BIBB-Pressemitteilung 04/2020)

WAS UND WANN

- | | |
|--|----------------------------|
| Wissenschaft trifft Praxis – Designbasierte Forschung in der beruflichen Bildung
www.agbf.de/de/agbf_veranstaltung_94423.php | 02.04.2020 in Paderborn |
| Die neuen IT-Berufe – Kompetenzen für sichere digitale Lösungen in einer vernetzten Wirtschaft
www.berufsbildungvierpunktnull.de | 28.04.2020 in Frankfurt/M. |
| „Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen“
www.wettbewerb-offene-hochschulen-bmbf.de/service/veranstaltungen/abschlusstagung-2020 | 14.05.2020 in Berlin |

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	oharms@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	Matthias Becker	becker@ibm.uni-hannover.de
Nordrhein-Westfalen	Jürgen Lehberger	juergen.lehberger@t-online.de
Rheinland-Pfalz	Helmut Nicolay	nikolay@bnt-trier.de
Saarland	Markus Becker	m.becker@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 21/2 18-66 301
Fax: 04 21/2 18-98 66 301

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

IBAN: DE30 290 501 01 0080 9487 14
SWIFT-/BIC-Code: SBREDE22XXX

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 21/2 18-66 301
kontakt@bag-elektrometall.de

Redaktion Michael Sander
Layout Brigitte Schweckendieck
Gestaltung Winnie Mahrin

Für den Erwerb der zuvor genannten Zielformulierungen sind im Rahmen einer Lernsituation die folgenden fachlichen Inhalte notwendig:

- Client-Server-Architektur,
- Netzwerktopologie,
- Übertragungsmedien (Twisted-Pair, LWL, WLAN),
- Ethernet (Medienzugriff, CSMA/CD),
- Internetprotokoll (IPv4, Subnetting),
- TCP (Ports),
- OPC-UA,
- Verschlüsselung und Zertifikate.

ENTWICKLUNG DER LERNSITUATION UND GESTALTUNG EINZELNER LERNARRANGEMENTS

Für die unterrichtliche Erarbeitung der zuvor herausgearbeiteten Ziele und Inhalte wurde eine Lernsituation im Kontext der Erweiterung und Inbetriebnahme einer Anlage geschaffen. Diese bildet einen übergeordneten situativen Rahmen, der sieben Lernarrangements beinhaltet.

Lernsituation

Ausgangspunkt für eine Lernsituation ist das Retrofitting einer bestehenden Anlage, d. h. die Auszubildenden werden mit der Problemstellung konfrontiert, das bestehende System zu modernisieren und in einen Produktionsprozess zu integrieren. In der vorliegenden Situation unterscheidet eine Sortieranlage zwischen roten und dunklen Kunststoffteilen sowie metallischen Teilen. Prozessdaten wie die Anzahl an Gesamtteilen oder die Anzahl an aussortierten Teilen werden bisher nicht erfasst.

Damit Prozessdaten erfasst und eine vertikale Integration ermöglicht werden kann, soll die bisherige Steuerung gegen eine moderne Steuerung (z. B. Siemens S7-1200/1500 Baureihe) mit integriertem OPC-UA Server ausgetauscht und in das Netzwerk der Produktion eingebunden werden.

Mit dieser Lernsituation sollen bei den Schülerinnen und Schülern die zuvor aufgeführten Kompetenzen in einer möglichst berufsnahen Situation handlungsorientiert entwickelt werden. Im Folgenden ist der Aufbau im Berufsschullabor dargestellt (vgl. Abb. 1). Das System wirkt dabei überschaubar, die Auszubildenden können selbstständig die Funktionsweise einzelner Komponenten und Systemzusammenhänge durchdringen.

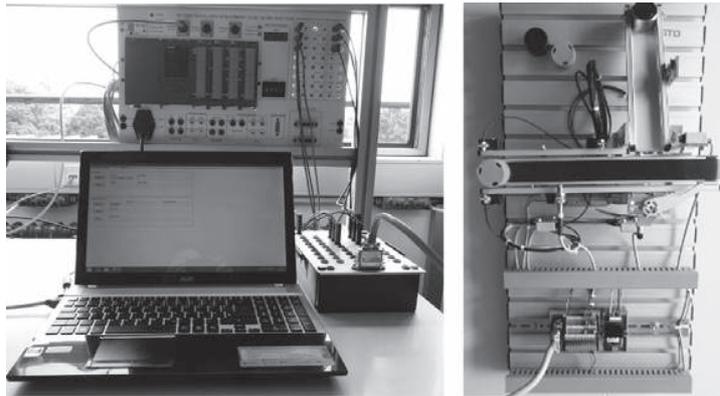


Abb. 1: Aufbau der Lernsituation im SPS-Labor an der Friedrich-Ebert-Schule Esslingen

Im Weiteren werden einzelne Lernarrangements vorgestellt, die die Auszubildenden bei der Problemlösung systematisch unterstützen sollen.

Lernarrangement 1:

Im ersten Lernarrangement wird mit den Schülerinnen und Schülern der Produktionsprozess erkundet. Ziel dieser Erkundung soll die Klärung folgender Themen sein:

- Begriffsdefinition Retrofitting,
- Begriffsdefinition vertikale Integration,
- Auswahl eines Ortes im Produktionsprozess für die Integration der Sortieranlage.

Als Vorlage für die Integration dient ein fiktiver Produktionsprozess, da nicht der gesamte Produktionsprozess, sondern das Retrofitting im Vordergrund stehen soll.

Dennoch müssen im Rahmen der Netzwerkeinbindung die Schnittstellen für die Sortieranlage bekannt sein.

Lernarrangement 2:

Im zweiten Lernarrangement wird der Fokus komplett auf die Steuerung und deren Integration in das bestehende Netzwerk gelegt. Hierfür werden mit den Schülerinnen und Schülern die Client-Server-Architektur und verschiedene Netzwerktopologien erarbeitet. Anschließend ermitteln die Schüler/-innen die Client-Server Rolle der SPS und die in der Produktionsanlage vorliegende Netzwerktopologie.

Lernarrangement 3:

Im dritten Lernarrangement werden die in der Produktionsanlage vorkommenden Übertragungsmedien und Netzwerkkomponenten erkundet und deren Funktionsweise erarbeitet. Anschließend können die Schüler/-innen ein geeignetes Übertragungsmedi-

um auswählen und die Steuerung in das bestehende Netzwerk einbinden.

Lernarrangement 4:

Im vierten Lernarrangement wird mit den Schülerinnen und Schülern das Ethernet erarbeitet. Zentrale Inhalte sind hierbei die MAC-Adressierung und das Medienzugriffsverfahren CSMA/CD. Anschließend können die Schüler/-innen die MAC-Adresse der SPS ermitteln und durch die Auswertung der Statusanzeigen am Switch, den Kommunikationsstatus der SPS im Netzwerk beurteilen (Verbindung bzw. Datenpaketkollision vorhanden).

Lernarrangement 5:

Im fünften Lernarrangement wird auf die logische Adressierung mittels Internet-Protokoll eingegangen. Zentrale Inhalte sind hierbei der IP-Adressaufbau, die Subnetzmaske und das Subnetting. Mit den erarbeiteten Inhalten konfigurieren die Schüler/-innen den integrierten OPC-UA Server der Steuerung (vgl. Abb. 2).

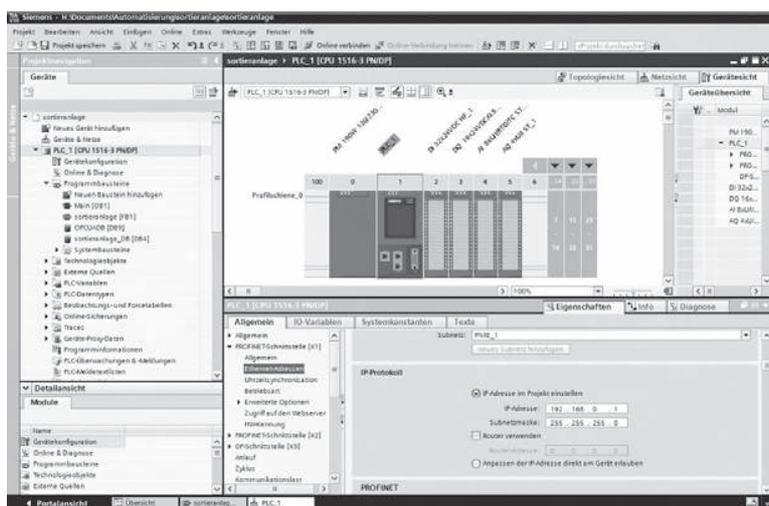


Abb. 2: Einstellung der IP-Adresse und der Subnetzmaske im TIA Portal V14

Lernarrangement 6:

Im sechsten Lernarrangement wird geprüft, ob die Sortierstation im Netzwerk erreichbar ist und ob auf Prozessdaten lesend und schreibend zugegriffen werden kann.

Um dies zu erreichen, werden mit den Schülerinnen und Schülern das Transmission Transfer Protocol (TCP) und die Portnummern erarbeitet.

Anschließend wenden die Schüler/-innen die Erkenntnisse an, um mit Hilfe einer Diagnosesoftware vom SPS Hersteller die Verbindung sowie den Prozessdatenzugriff zu testen (vgl. Abb. 3).

Lernarrangement 7:

Nachdem in den vorangegangenen Lernarrangements die Kommunikation erarbeitet und handlungsorientiert umgesetzt worden ist, gilt es nun die Kommunikation sicher ablaufen zu lassen. Um dies zu erreichen, werden mit den Schülerinnen und Schülern die Verschlüsselungsmechanismen erarbeitet.

AUSBLICK

Der Beitrag zeigt auf, wie fachliche Inhalte zur vertikalen Integration in einem Automatisierungstechnik-Labor an einer Berufsschule von Lernenden in den Ausbildungsberufen Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik sowie Mechatroniker/-in erarbeitet werden können. Einschränkungen gibt es beim bisherigen Vorgehen vermutlich bei der Unterstützung von schwächeren Auszubildenden. Möglich scheint es hier, basierend auf dem Cognitive Apprenticeship-Ansatz geeignete Unterstützungsangebote zu entwickeln, wie dies beispielweise bei der Störungs-

diagnose in automatisierten Systemen bereits umgesetzt werden konnte (vgl. LINK/SCHÄFER/WALKER 2018; SCHÄFER/WALKER 2018).

Perspektivisch wird eine Überführung dieser Lernsituation in ein Lehrkräftefortbildungskonzept angestrebt, beispielweise in Anlehnung an WALKER u. a. (2018). Weiterhin sind in einem komplexeren Produktionsszenario auch andere Ausbildungsberufe aus dem kaufmännischen Bereich (z. B. Fachkraft für Lagerlogistik, Industriekaufleute) im Sinne der horizontalen Integration mit einzubeziehen.

Anmerkungen

- 1) Im Bereich der beruflichen Weiterbildung werden folgende Zielperspektiven relevant: IT-Störungen in der Produktion müssen beseitigt werden, Prozessabläufe sicherstellen, die Störungssuche an vernetzten Anlagen und Programmstrukturen müssen bekannt sein und auch vermittelt werden können (vgl. BAYME VBM 2016, S. 103 ff.).
- 2) Es wird hierbei ein ähnlicher Zugang wie bei BAUER (2004) in der Curriculumanalyse angewandt und dabei ausgewählte Lernfelder gegenübergestellt.

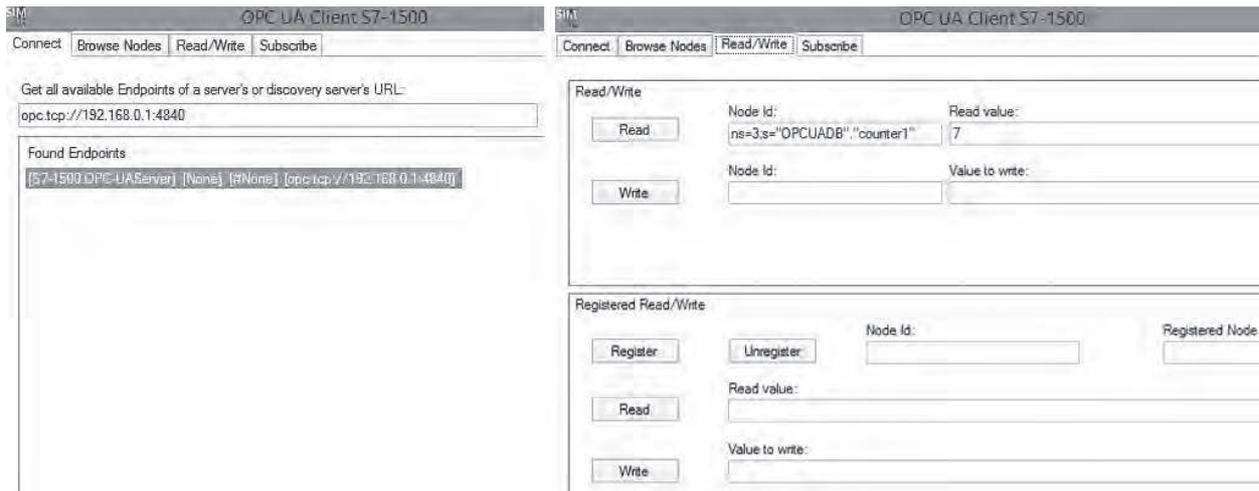


Abb. 3: OPC UA Client S7-1500, Verbindungsaufbau zum Server (links), lesender und schreibender Zugriff auf die Variable (rechts)

Literatur

- BAUER, W. (2004): Curriculumanalyse der neuen Elektroberufe 2003. Bremen.
- DIE BAYERISCHEN METALL- UND ELEKTRO-ARBEITGEBER (BAYME VBM) (Hrsg.) (2016): Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie. München.
- KAGERMANN, H./WAHLSTER, W./HELBIG, J. (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf (letzter Zugriff: 11.07.2019).
- KULTUSMINISTERKONFERENZ (KMK) (Hrsg.) (2018a): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Elektroniker für Automatisierungstechnik/ Elektronikerin für Automatisierungstechnik. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.05.2003 i. d. F. vom 23.02.2018, Berlin.
- KULTUSMINISTERKONFERENZ (KMK) (Hrsg.) (2018b): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Mechatroniker/ Mechatronikerin. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.05.2003 i. d. F. vom 23.02.2018, Berlin.
- LINK, N./SCHÄFER, P./WALKER, F. (2018): Der Cognitive Apprenticeship Ansatz – Eine Möglichkeit zur Förderung der Fehleranalysefähigkeit in mechatronischen Systemen. In: DIETL, S./SCHMIDT, H./WEISS, R., WITTEW, W. (Hrsg.): Ausbilder-Handbuch: Aufgaben, Strategien und Zuständigkeiten für Verantwortliche in der Aus- und Weiterbildung. Köln, S. 133-156.
- RÖBEN, P. (2017): Industrie 4.0 und Berufsbildung 4.0: Zwei Projekte, eine Nummer? In: BECKER, M. (Hrsg.): Einheit und Differenz in den gewerblich-technischen Wissenschaften. Berufspädagogik, Fachdidaktiken und Fachwissenschaften. Berlin/Münster, S. 246-267.
- SCHÄFER, P./WALKER, F. (2018): Problemlösen im Bereich der Automatisierungstechnik – Entwicklung und Evaluation eines Lehrerfortbildungskonzepts. In: Journal of Technical Education (JOTED), 6. Jahrgang, Heft 4, S. 67-85.
- WALKER, F./LINK, N./MOHR, F./SCHÄFER, P. (2018): Entwicklung eines Fortbildungskonzepts auf Basis des Ansatzes zum technologisch-pädagogischen Inhaltswissen zu Industrie 4.0. In: lernen & lehren, 33. Jahrgang, Heft 130, S. 53-59.
- WINDELBAND, L. (2017): Industrie 4.0 - Auswirkungen auf die berufliche Bildung in der M+E Industrie. In: BECKER, M. (Hrsg.): Einheit und Differenz in den gewerblich-technischen Wissenschaften. Berufspädagogik, Fachdidaktiken und Fachwissenschaften. Berlin/Münster, S. 228-245.
- WINDELBAND, L. (2018): Berufliche Handlungsfähigkeit in digitalisierten Arbeitsumgebungen verlangt Prozess- und Systemkompetenz - didaktische Ansätze in der Ausbildung. Berlin.
- ZINKE, G./RENGER, P./FEIRER, S./PADUR, T. (2017): Berufsausbildung und Digitalisierung – ein Beispiel aus der Automobilindustrie. <https://www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/show/8329> (letzter Zugriff: 14.07.2019).

Zur Bedeutung des Glasfaser-Breitbandausbaus

für die Automatisierungstechnik und für die elektrotechnische Facharbeit



MARIUS BACKHAUS



AXEL GRIMM

Immer größer werdende Datenmengen und eine zunehmende Anzahl an IP-basierten Geräten, Sensoren und Aktoren, die das Internet zum Datenaustausch benötigen, charakterisieren einige der Veränderungen, die derzeit im Bereich der Automatisierungstechnik geschehen. Damit kein wirtschaftlicher Nachteil entsteht, ist ein zwingender Ausbau des Telekommunikationsnetzes in Deutschland erforderlich. Um diese enormen Datenmengen sicher und schnell transportieren zu können, kommt mittel- bis langfristig einem flächendeckenden Ausbau von Glasfaserleitungen bis zum Gebäude (FTTH/FTTB) eine hohe Bedeutung zu. Dieser Beitrag thematisiert die notwendige Infrastruktur, die für eine zukunftsfähige Automatisierung benötigt wird und betrachtet auch die Implikationen des Ausbaus für die elektrotechnische Facharbeit.

DER LANGE WEG DES GLASFASERAUSBAUS

Bereits im Jahr 1981 wurde der bundesweite Glasfaserausbau beschlossen und sollte 1985 beginnen sowie nach 30 Jahren (2015) abgeschlossen sein. Durch den Regierungswechsel im Oktober 1982 wurde das Vorhaben des Glasfaserausbaus auf Eis gelegt und stattdessen wurde das Kabelnetz (CATV) in Deutschland ausgebaut. Mit dem ursprünglichen Glasfaserausbaukonzept besäße Deutschland aus heutiger Sicht eines der besten Glasfaser-Breitbandnetze der Welt (BECKEDAHL 2018).

Im Zuge der Wiedervereinigung Deutschlands besaßen nur zehn Prozent der Bürgerinnen und Bürger in den neuen Bundesländern einen Telefonanschluss, daher galt nach 1990 die höchste Priorität der Telekom dem Ausbau der Telefonnetze in den neuen Bundesländern. Bis 1997 wurden 140.000 km Glasfaserkabel verlegt, die aber im Wesentlichen nur für die Fernnetze vorgesehen waren. Der „Anschluss Ost“ wurde 1997 für beendet erklärt und war für die Telekom eine Investition von circa 50 Milliarden DM. Da-

mit besaßen die neuen Bundesländer das modernste Netz der Welt.

1995 etablierte sich in ganz Deutschland die damals neue Technologie ISDN (Integrated Services Digital Network), die der Wirtschaft neuen Aufschwung gab, jedoch wurde diese Technologie mittels der doppeladrigen Kupferleitung umgesetzt (SCHWARZBURGER 2000). Die Motivation der Politik und das wirtschaftliche Interesse am Glasfaserausbau war sehr gering, da mit der neu eingeführten ISDN-Technologie nach Aussage des Vize-Chefs der Telekom, „Deutschland eine der leistungsstärksten Telekommunikations-Infrastrukturen auf dem Globus überhaupt“ (TENZER, zitiert nach SCHWARZBURGER 2000) besaß.

Der Glasfaser-Breitbandausbau erhält nun für eine zukunftsfeste Automatisierungstechnik eine technische Renaissance, da durch die immer größer werdenden Datenmengen auf Grund der zunehmenden Anzahl an IP-basierten Geräten die notwendige kommunikative Infrastruktur vorgehalten werden muss. Um zukünftig aus technischer Sicht und im internationalen Vergleich konkurrenzfähig zu blei-

ben, müssen Breitbandnetze der Zukunft hohe Übertragungsgeschwindigkeiten im Bereich von Gbit/s im Down- und Upload sicher, zuverlässig und echtzeitfähig zur Verfügung stellen (vgl. KNAUTH/MELLE 2018, S. 75).

Der Einzug der Digitalisierung hat den Ausbau der Glasfaser-Breitbandstruktur zu einer gesamtwirtschaftlichen Notwendigkeit gemacht. Die Verfügbarkeit von hohen Datenübertragungsraten und schnellen Latenzzeiten gestaltet in einer modernen Informationsgesellschaft einen zentralen Standortfaktor für Unternehmen. Diese wirtschaftsentcheidenden Kriterien stellen eine besonders hohe Priorität mit dem Einzug der Industrie 4.0 und den modernen Kommunikationsmitteln dar (vgl. WERNICK/BENDER 2016, S. 1).

Mit dem Breitbandausbau verbinden sich Hoffnungen der Produktivitäts- und Effizienzsteigerungen. So könnte in Unternehmen eine Erhöhung der Breitbandverfügbarkeit zu einer geschätzten Produktivitätserhöhung von bis zu 0,94 Prozent führen (vgl. FALK/BIAGI 2015, S. 8 f.). Hinzu kommen eine durch die Erweiterung der Geschäftsfähigkeiten erzielte Effizienzsteigerung und die Förderung von Produkt- sowie Prozessinnovationen (vgl. WERNICK/BENDER 2016, S. 5).

GLASFASER-BREITBANDTECHNIKSTRUKTUREN

Die Grundlage eines jeden Breitbandnetzes, unabhängig von der Netzarchitektur, beginnt mit dem so genannten Backbone, der immer aus Glasfasern besteht. Unter diesem Begriff versteht man das technische Basisnetz für den digitalen Austausch von Daten über Lichtwellen. Es handelt sich hier um die zentrale Vernetzung vieler verschiedener Netze.

Die Backbone-Netze kann man im Fall des Breitbandausbaus in zwei Level strukturieren: Level 1 (international) und Level 2 (national). Der Level-2-Backbone beschreibt die Verknüpfung aller angeschlossenen Teilnehmer zum Internet. Der Internetknoten DE-CIX aus Frankfurt koordiniert den aus der Welt entstehenden Internetverkehr. Im nächsten Schritt werden die zentralen Knotenpunkte, die PoP (Points of Presence), die sich auf regionaler Ebene befinden, miteinander verbunden. Die so genannten PoP stellen eine Zusammenführung von sämtlichen Verbindungen des Daten- und Sprachverkehrs zusammen. Dies geschieht in Form von Hauptverteilern (HVt). Um eine Ausfallsicherheit (Redundanz) zu gewährleisten, werden die PoP häufig in Ringstrukturen miteinander verbunden (vgl. TÜV RHEINLAND CONSULTING GMBH 2015).

Der zweite Netzabschnitt (Hauptkabelbereich) ist begrenzt durch den PoP, der den Beginn des Berei-

ches kennzeichnet und als zentraler Schaltpunkt der verbundenen Netzsegmente fungiert. Durch seine Charakteristik besitzt er einen Versorgungsradius von 10 bis 20 km, was einen beschränkten Zuschnitt eines Erschließungsgebiets zur Folge haben kann. Aus diesem Grund ist die Planung für die Lage des PoP besonders wichtig. Der Endpunkt des Bereichs wird durch einen Kabelverzweiger (KVz) abgeschlossen. Von dem KVz wird die Leitung in Richtung Kundenanschluss verlegt, daraus folgt, dass der Abstand zwischen Kabelverzweiger und Kundenanschluss und dessen technische Ausstattung einen wesentlichen Einfluss auf die spätere Funktions- und Leistungsfähigkeit des Netzes haben wird (vgl. TÜV RHEINLAND CONSULTING GMBH 2015, S. 29).

Die beiden letzten Abschnitte, also der Bereich zwischen KVz und Endkunden bzw. Telekommunikations-Anschluss-Einheit (TAE), wird auch als Teilnehmeranschlussleitung (TAL) bzw. als „letzte Meile“ bezeichnet. Bei dem Glasfaseranschluss, der bis in das Gebäude führt, wird die so genannte „letzte Meile“ in zwei Teilbereiche untergliedert. Der erste Teilabschnitt verläuft häufig erst an den Häusern vorbei (homes passed) und wird dann im zweiten Abschnitt in das Gebäude (homes connected) geführt und mit dem zum Wanddurchbruch ortsnahe Glasfaserabschlusspunkt (Gf-APL) verbunden.

NETZARCHITEKTUR

Die Netzarchitektur definiert sich durch die Art und Weise, wie der jeweilige Teilnehmer über eine Glasfaseranbindung mit dem PoP verbunden ist.

Bei der Point-to-Point-Architektur (P2P) besitzt jeder Teilnehmer eine vom Telekommunikationsanbieter vordefinierte Glasfaserverbindung direkt zum Knotenpunkt (PoP). Mit dieser Methode verfügt jeder Teilnehmer über eine hohe Bandbreite im Down- und Upstream, da jeweils ein separates Glasfaserpaar genutzt wird. Mittels Active Ethernet und dem Einsatz von Single-Mode Glasfasern können diese hohen Bandbreiten auch über große Entfernungen erreicht werden. Hingegen findet bei der Anwendung von Point-to-Multi-Point-Architekturen (P2MP) eine Reduzierung der Bandbreite statt, da sich mehrere Teilnehmer eine Glasfaseranbindung teilen. Aus diesem Grund wird eine fest definierte Bandbreite für jeden einzelnen Teilnehmer festgelegt. Die Höhe der Bandbreite hängt von der Teilnehmerzahl, der Stammsfaser und der damit zur Verfügung gestellten Gesamtbandbreite und den gewünschten Bandbreiten der Teilnehmer zusammen. Der wesentliche Unterschied der beiden Architekturen besteht darin, dass P2P zwar eine hohe Bandbreite ermöglicht, aber in den Netzknoten einen erhöhten Platzbedarf und einen um-

fangreichen Materialaufwand durch die hohe Anzahl der angeschlossenen Teilnehmer (Ports) benötigt.

GLASFASER-BREITBANDTECHNOLOGIE (FTTH/FTTB)

Wenn die Rede von Fibre to the Home (FTTH) oder von Fibre to the Building (FTTB) ist, handelt es sich grundsätzlich um eine Verbindung im Zugangsnetz, die mit Hilfe von Glasfasern umgesetzt wird. Der wesentliche Unterschied zwischen den sehr ähnlichen Architekturen ist, dass bei FTTH-Netzen die Glasfaser bis zum Endkunden sowie bei FTTB-Netzen bis zum Gebäude geführt wird und nicht wie im FTTC-Netz am Kabelverzweiger (KVz) endet (vgl. TÜV RHEINLAND CONSULTING GMBH 2015). Jedoch wird auch in der FTTB-Architektur die vorhandene Kupferverkabelung des Gebäudes in der Hausanschlussverteilung verwendet. In den meisten Fällen werden durch die verschiedensten Provider Triple-Play-Variationen angeboten. Die Übertragung der verschiedenen Dienste wird durch unterschiedliche Längenwellen ermöglicht, sodass eine Störung untereinander vermieden werden kann.

ANFORDERUNGEN AN DIE FACHARBEIT

Für den Ausbau von Breitbandnetzen werden im Wesentlichen Tief-Leitungsbaufirmen zum Verbringen der Leerrohre sowie den Schachtbau der so genannten Verzweigmuffen benötigt. Dieser Teil des Breitbandausbaus stellt zwar den kostenintensivsten Teil dar, soll aber hier nicht weiter vertieft werden. Das Hauptaugenmerk liegt in diesem Fall bei der Verlegung, dem so genannten Einblasen, der Verkabelung und Installation der Glasfaser. Diese Arbeiten werden in der Regel durch beauftragte Elektrofirmen, die sich auf die Glasfasertechnik spezialisiert haben, ausgeführt.

Um Fachkräfte in der Technologie der Glasfasernetze adäquat ausbilden zu können, soll in der Erstausbildung und in der Weiterbildung nach Empfehlungen einiger Interessenvertretungen von Industrie und Handwerk folgendes Fachwissen für den Bau und Betrieb von Glasfasernetzen vermittelt werden:

- mechanische Beanspruchung der Leitungen beim Verlegen,
- Integration von aktiven Komponenten in die Infrastruktur,
- Nutzung von Synergien aus Kupfer- und Lichtwellenleiterstrecken,
- Nutzung von Synergien bei der Trassennutzung, Ausbaustrecken und Verlegewegen,

- Auswahl der geeigneten passiven Verteilsysteme für die zu planende Region (Muffen, Kabelschutzrohre, Mikroröhrchen-Systeme),
- Auswahl der geeigneten LWL-Technik,
- Wartung, Fehlersuche,
- Abnahme, Messtechnik,
- spezifische Sicherheitsvorschriften (Laserschutz u. a.),
- Kenntnisse im Umgang mit den neuen Medien,
- fachgerechte Verarbeitung (Verlegung, Verbindung, ...),
- Dokumentation (vgl. DIHK u. a. 2012, S. 12).

Als ein gravierendes Problem beim Netzausbau wird von den Mitgliedsunternehmen der Interessenvertretungen der Fachkräftemangel, die unzureichende Vorausbildung sowie das fehlerhafte Spleißen und Ausmessen der Netze benannt (vgl. ebd., S. 12).

Es existieren bereits Zertifizierungsinstitutionen, die zumeist einwöchige Lehrgänge anbieten. Diese werden häufig mit einer schriftlichen Prüfung abgeschlossen und bei Bestehen mit dem Titel „Fachkraft LWL-Installation“ zertifiziert. Während bei der VDE Prüfung 100 Teil 600 (Prüfung elektrischer Anlagen) für die Installation bzw. Prüfung zwingend eine „Fachkraft für Elektrotechnik“ notwendig ist, so ist dies in der Glasfaserinstallation nur ein freiwilliger Zusatz. Somit muss die Glasfaserverlegung nicht von elektrotechnischen Fachkräften durchgeführt werden und könnte auch als Anlernberuf angesehen werden.

EMPIRISCHE ERHEBUNG ZUR FACHARBEIT

Um weitere Aspekte der Facharbeit einschätzen zu können, wurde eine Arbeitsprozessanalyse zur Installation von Hausanschlüssen im Kreis Dithmarschen durchgeführt und Interviews mit Facharbeiter/-innen und Führungskräften geführt. An dieser Stelle können nur einige Ergebnisse exemplarisch vorgestellt werden.

Arbeitsvorbereitung

Die jeweiligen Einfamilienhäuser wurden vor der eigentlichen Inbetriebnahme zusammen mit dem Monteur begangen, um zu prüfen, ob im Vorfeld die Tiefbauarbeiten korrekt durchgeführt wurden. Bevor die eigentliche Installationsarbeit beginnen kann, prüft der Monteur den Leerrohranschluss beim Kunden, da das einzelne Mikrorohr (Leerrohr von der Verbindungsmuffe bis zum Endkunden) für das Einblasen der Glasfaser zwingend benötigt wird. Des Weiteren

wird sichergestellt, dass der Kunde anwesend ist, da zum Zeitpunkt der Gebäudeeinführung ein Zugang zum Haus notwendig ist. Es wird die Strecke vom Durchbruch bis hin zum Glasfaserendgerät gemessen. Die gemessene Strecke wird mit einer geringen Verschnitt-Toleranz von circa einem Meter addiert. Dann wird ein gleichlanges Hilfsröhrchen, welches in verschiedenen Längen bereits vorgefertigt ist, mit dem Mikrorohr verbunden und mit einer Endkappe abgeschlossen. Mit diesem Hilfsmittel ist es bei dem späteren Einblasen der Glasfaser einfacher, das Ende der benötigten Länge der einzublasenden Faser zu ermitteln und somit den Einblasvorgang zu beenden.

Einblasen der Glasfaser

Der Einblasvorgang ist eine zuglose Methode, die Glasfaser unter Nutzung eines Luftstroms mit sehr geringer Reibung durch das Leerrohr zu befördern. Selbst bei schwierigen Strecken lassen sich LWL-Kabel schnell und direkt bis zu 2000 m einblasen. Dieses Verfahren hat sich als kabelschonendstes Verfahren etabliert (vgl. DIBKOM 2014, S. 235). Das am Objekt befindliche Leerrohr, die so genannte Speed-Pipe, befindet sich unterirdisch entlang des Straßenverlaufs und besitzt in diesem Fall 24+1 Mikroröhrchen, die jeweils bestimmten Adressen (Kunden) zugewiesen sind. Die dafür zu nutzenden Pläne (Faserpläne) werden von der Projektplanung vordefiniert. Der Glasfasermonteur besitzt einen Zuteilungsplan der Mikroröhrchen. Zum Öffnen des meist an der Straße liegenden Kunststoffschachts (Faserverteiler) wird ein Spezialwerkzeug benötigt, um den Betondeckel entfernen zu können. Im Anschluss kann nun die Haubenmuffe aus dem Schacht entnommen und in die im Fahrzeug befindliche Halterung eingespannt werden. Diese fest montierte Muffen-Halterung hat den großen Vorteil, dass die Tür des Autos bis auf einen kleinen Spalt geschlossen werden kann, was somit das Arbeiten auch bei kalten Temperaturen im

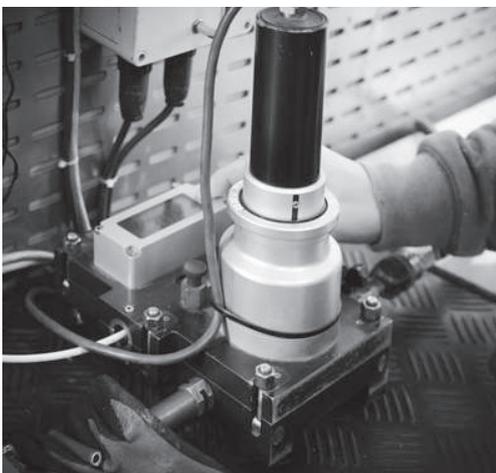


Abb. 1: Einblasgerät

Zusammenhang mit einer festverbauten Standheizung vereinfacht und witterungsunabhängig macht. Dies ist wichtig, da das Arbeiten an der filigranen Glasfaser bei Kälte und Regen sehr schwer zu handhaben ist. Die bereits vorkonfigurierte Muffe kann mit Hilfe des Zuteilungsplans verifiziert und das passende Mikroröhrchen für den zu versorgenden Kunden identifiziert werden. Die bereits vorkonfigurierten Röhrchen sind alle beschriftet und lassen sich somit der Zieladresse schnell und einfach zuordnen. Im direkten Anschluss ist es nun möglich, das verifizierte Mikroröhrchen an die Einblasevorrichtung zu klemmen. Diese Vorrichtung ermöglicht das Unterdrücken des Röhrchens, um die Faser im Leerrohr zu transportieren. Dies geschieht mit Hilfe eines Kompressors, der an die Einblasevorrichtung angeschlossen ist und einen Druck von 10 bis 15 bar erzeugt. Um sicher zu gehen, dass keine Fehler bei der Beschriftung der Röhrchen vollzogen wurden, beginnt die Prüfung des Röhrchens, indem ein Pfropfen mit einem speziellen Gleitgel durch das Röhrchen befördert wird. Dieser Vorgang erhöht darüber hinaus die Gleitfähigkeit des Röhrchens und verringert somit die Reibung der Faser im Röhrchen. Ist der Pfropfen am Haus des Kunden an der Endkappe angekommen, kann mit dem eigentlichen Einblasen der Glasfaser begonnen werden. Hierfür wird nun eine Single-Mode Faser, in Abhängigkeit von der Teilnehmerzahl am Ende des Anschlusses, in das Einblasgerät eingelegt. Bei einem Einfamilienhausanschluss wird ein Kabel mit vier einzelnen Fasern (Mikrokabel ADQ(ZN)2Y 1 x 4 E9/124 μm) oder bei Mehrfamilienhäusern ein Kabel mit 12 bzw. 24 (Mikrokabel A-DQ(ZN)2Y 1 x 12 bzw. 1 x 24 E9/124 μm) einzelnen Fasern verwendet.

Nach Prüfung der Freigängigkeit der Faser kann mit dem Einblasen begonnen werden. In diesem Fall muss nun darauf geachtet werden, dass die Faser nach dem Auflaufen auf die Abschlusskappe nicht weitergeführt wird, da in diesem Falle die Faser brechen könnte. Sobald die benötigte Strecke eingebblasen ist, wird nun die Faser am Einblasgerät abgetrennt, um sie mit der Stammfaser zu verbinden.

Thermisches Spleißen

Unter thermischem Spleißen versteht man eine stoffbündige nicht lösbare Verbindung zweier LWL-Fasern, die langlebig und mit möglichst geringer Dämpfung verbunden werden sollen (vgl. DIBKOM 2014, S. 240). Diese Technik wird in der Norm (DIN EN 61300-3-35:2016) festgelegt, die sich mit der Mess- und Prüftechnik für Glasfaserverbindungs-technik befasst. Um einen möglichst idealen Spleiß herzustellen, werden neben dem Spleißgerät verschiedene Werkzeuge und Instrumente benötigt. Zur Vorbereitung des Spleißvorgangs werden das

Stammkabel sowie das Kundenkabel benötigt. Vor-erst wird mit einem „Fiber tube scorer“ das Kundenkabel abisoliert, sodass die einzeln isolierten Fasern voneinander getrennt werden. Im Anschluss werden in diesem Fall die vier Fasern voneinander getrennt. Mit Hilfe des Spleißplans wird nun identifiziert, welche Faser verbunden werden soll. Da es sich hier um 124 µm Fasern handelt, wird nun im nächsten Schritt das Coating mit einer für die Faserstärke speziell vorgesehene Absetz- zange entfernt, sodass nun die Coating-Schicht abgemantelt werden kann. Darauf- folgend wird mit Hilfe eines Faserbrech- gerätes die Faser im 90°-Winkel gebrochen, da nur so ein idealer Spleiß mit möglichst geringer Dämpfung erzielt werden kann. In diesem Zusammenhang wird zusätzlich die Cladding-Schicht abgesetzt und somit das Abmanteln bzw. Absetzen abgeschlossen. In diesem Zustand befindet sich der eigentliche Kern der Faser komplett frei und muss äußerst vorsichtig behandelt werden, da es sonst schnell zum Bruch der Faser kommen kann. Die Auswahl der korrekten Stammfaser erfolgt ebenfalls über den Faserplan, in dem bereits vorab von dem Netzbetreiber eine Zu- teilung der Leitungen an die vordefinierten Kunden- anschlüsse festgelegt wurde. Der Monteur verifiziert nun den Anschluss in der Muffe, der für den jeweili- gen Kunden vorgesehen ist. Dieser Vorgang kann zü- gig abgeschlossen werden, wenn die Kassetten in der Muffe bereits durch den Muffenbauer korrekt mit den Adressen beschriftet wurden. Nach dem die richtige Kassette identifiziert wurde, findet ein vorsichtiges Entnehmen der benötigten Fasern statt.



Abb. 2: Einlegen der Fasern in das Spleißgerät

Die beiden vorgefertigten Enden der Stamm- und Kundenfaser werden nun mit hochkonzentriertem Alkohol (Isopropyl) und Reinigungsstäbchen ge- säubert. Im Anschluss wird die Kundenfaser in das Spleißgerät eingeführt. Die Stammfaser wird in diesem Zusammenhang bereits das erste Mal mit einem optischen Leistungsmessgerät geprüft. Vo- raussetzung des Messvorgangs ist, dass der Provi-

der die vordefinierte Stammfaser-Leitung aktiviert hat. Befinden sich die gemessenen Dämpfungswerte im vorher festgelegten Toleranzbereich, wird die Stammfaser ebenfalls in das Spleißgerät eingelegt. Das Spleißgerät richtet beide Fasern (Faserkern-Positionierung) bestmöglich aus, sodass der Spleißvorgang mit Hilfe eines Lichtbogens (Erhitzung auf circa 2000 Kelvin) abgeschlossen werden kann. Nach dem Spleißen prüft das Gerät, wie die Fasern zueinander- stehen (Versatzmessung) und ermittelt danach einen Dämpfungswert, der sich aus dem Spleißvorgang er- geben hat.

Nach dem Abschluss des Spleißvorgangs wird ein Spleißschutz mit Hilfe einer Spleißschutzpresse ge- setzt, um die Verbindungsstelle vor mechanischer Beanspruchung und Feuchtigkeit zu schützen.

Zum Schutz der Augen sollte eine Schutzbrille ge- tragen werden, die ein Eindringen von Glasfasern in die Hornhaut verhindert. Darüber hinaus sollte diese Schutzbrille über Laser-Filter verfügen, die bei den genutzten Wellenlängen ein Verbrennen der Horn- haut verhindern sollen. Dies ist sinnvoll bzw. not- wendig, da es sich in dieser Beobachtung um die La- serklasse 3B handelt und eine Gefährdung bis 10 cm hinter dem Faseraustritt gegeben ist. Gleiches gilt für den Schutz der Haut. Deshalb sollten bei direk- tem Kontakt Handschuhe getragen werden.

Kompetenzprofil für LWL-Installationen

Die benötigten Kompetenzen bei der Facharbeit der „Fachkraft LWL-Installation“, lassen sich aus der Be- obachtung und den Interviews wie folgt darstellen:

Die Fachkraft verfügt über:

- 1) hinreichende Messtechnikkenntnisse,
- 2) Kenntnisse der Bauteile,
- 3) sehr gute Kenntnisse im Umgang mit dem Spleiß- gerät,
- 4) hohe kommunikative Kompetenz,
- 5) gute Kenntnisse zum Anfertigen von Dokumentati- onen,
- 6) Kompetenzen im Umgang mit digitalen Medien,
- 7) Kompetenzen im sicheren Umgang mit Sicher- heitsvorschriften der Glasfasertechnik,
- 8) grundlegende Kenntnisse der Glasfaser-Netzstruk- tur und
- 9) Kenntnisse zur Auswahl der korrekten Werkzeuge und Materialien.

Bei beiden Firmen werden Einarbeitungspha- sen so praktiziert, dass der/die einzuarbeitende

Mitarbeiter/-in, ungefähr sechs bis zwölf Monate in Kooperation mit einem/einer bereits erfahrenen Glasfaser-Monteur/-in ausgebildet wird. Während dieser Einarbeitungszeit werden interne Fortbildungsmaßnahmen auf folgende Sachverhalte erteilt:

- 1) Materialkunde,
- 2) Messtechnik und Gerätekunde,
- 3) kundenspezifische Installationsvorgaben,
- 4) Software-Tools für die interne und externe Kommunikation und
- 5) Installationstechniken.

Darüber hinaus nehmen regelmäßig Fachkräfte an Weiterbildungsmaßnahmen wie der „Fachkraft LWL-Installation“ sowie an Aufbau Seminaren, in Abhängigkeit von der Auftragslage, teil.

Für die Arbeit an der Glasfaser ist feinmotorisches Handlungsvermögen notwendig, um die sehr filigrane Faser nicht zu beschädigen. Durch einen Bruch mehrerer Fasern an der Muffe müssen im schlechtesten Fall mehrere Hundert Meter neue Faser verlegt werden. Die vorherrschende Gefahr besteht besonders in den ersten Monaten der Einarbeitung, da in diesem Zeitraum die Entwicklung des Feingefühls zum Material gebildet wird.

WEITERBILDUNG VERSUS BERUFSBILDUNG

Die große Anzahl der verschiedenen Schritte und die hohe Komplexität der unterschiedlichen Verfahren erfordern eine hohe Einarbeitungszeit für elektrotechnische Fachkräfte. Es stellt sich daher die Frage, ob die Technologie und das berufliche Aufgabenfeld curricular in einzelne Berufsbilder oder in ganze Berufsfelder integriert oder weiter (nur) Teil der beruflichen Weiterbildung sein sollten.

Mit dem zunehmenden Ausbau der Glasfaser-Netze in Deutschland ist davon auszugehen, dass ein größerer Anteil an Fachkräften aus dem Elektrohandwerk mit dem Thema Glasfaser in Berührung kommen wird. Sobald die Bandbreiten über das Gigabit Niveau steigen werden, wird auch in der Hausverdrahtung die Glasfaser Einzug nehmen, da die Grenzen der Kupferleitungen abzusehen sind. Auch in der Automatisierungstechnik werden LWL eingesetzt und diese nicht immer nur vorkonfiguriert, auch werden Netzstrukturen der automatisierten Systeme untereinander und im erweiterten Datenaustausch durch LWL-Technik realisiert. Somit ist es auch ein Thema der industriellen Elektroberufe.

Es obliegt der schulinternen Curriculararbeit letztlich zu entscheiden, ob die LWL-Technik regional bedeutend genug erscheint, um sie aufzunehmen.

Die Formulierungen in den Lernfeldern lassen für die Gestaltung von LWL-Übertragungstechniken ausreichend Spielraum.

FAZIT UND AUSBLICK

Der Glasfaser-Breitbandausbau stellt für die Firmen sowie die Politik eine große Herausforderung dar. Auf dem heutigen Arbeitsmarkt ist es schwierig, qualifiziertes Personal, das für den Ausbau benötigt wird, zu finden. Derzeit werden Fachkräfte – oftmals aus dem Elektrohandwerk – abgeworben und qualifiziert. Da die Arbeit i. d. R. deutlich besser honoriert wird und die körperliche Belastung wesentlich geringer ausfällt als üblicherweise im Baugewerbe, ist sie durchaus auch attraktiv.

Sollten weitere Analysen zum Ergebnis kommen, dass die Arbeitsaufgaben und das Beschäftigungsfeld eine eigenständige curriculare Integration erfordern, so wäre dies bei dem Ausbildungsberuf „Elektroniker/-in für Energie- und Gebäudetechnik“ tragfähig. Dieser Beruf erwies sich in der Analyse als geeignet, da dieser über einen erheblichen Anteil an den in der Praxis benötigten Kompetenzen verfügt. Zusätzlich müssten Anteile der zu vermittelnden IT- und Dokumentationskompetenzen lediglich an die Erfordernisse der Glasfaser-Installationstechnik angepasst werden.

Die technische Infrastruktur, die in der digitalisierten Fabrik von außen kommend und im Innern wirkend, benötigt wird, kommt an der Glasfasertechnologie nicht mehr vorbei. Fachkräfte der Elektro- und Informationstechnik installieren und warten diese Netze. Um den technologischen Fortschritt nicht zu gefährden sollten die notwendigen Kompetenzen zum Umgang mit der Glasfasertechnologie curricular in den jeweilig affinen Ausbildungsberufen berücksichtigt werden.

Literatur

- BECKEDAHL, M. (2018): Danke, Helmut Kohl: Kabelfernsehen statt Glasfaserausbau. <https://netzpolitik.org/2018/danke-helmut-kohl-kabelfernsehen-statt-glasfaserausbau/> (letzter Zugriff: 03.01.2020).
- DEUTSCHER INDUSTRIE- UND HANDELSKAMMERTAG (DIHK) e. V. u. a. (Hrsg.) (2012): Lichtwellenleiter-Technologie: neue Anforderungen an Fachkräfte. Empfehlungen zur Aus- und Weiterbildung. https://www.vatm.de/wp-content/uploads/2018/07/Broschuere_LWL-Fachkraefte-1.pdf (letzter Zugriff: 03.01.2020).
- DEUTSCHES INSTITUT FÜR BREITBANDKOMMUNIKATION (DIBKOM) GmbH (Hrsg.) (2014): Optische Netze. Systeme-Planung-Aufbau. 2. überarb. u. aktual. Aufl., rev. Ausg., Staßfurt.
- FALK, M./BIAGI, F. (2015): Empirical Studies on the Impacts of ICT Usage in Europe. Institute for Prospective

Technological Studies Digital Economy Working Paper 2015/14. <https://pdfs.semanticscholar.org/2f36/fc6697e9513afd3e4e90d7cecc14c880aff1.pdf> (letzter Zugriff: 03.01.2020).

KNAUTH, P./MELLE, M. C. (2018): Digitale Strategie 2025 – Digitalagentur als modernes Kompetenzzentrum? In: ZIEKOW, J. (Hrsg.): Verwaltungspraxis und Verwaltungswissenschaft. Schriften der Deutschen Sektion des Internationalen Instituts für Verwaltungswissenschaften, Band 41, Baden-Baden, S. 69-84.

SCHWARZBURGER, H. (2000): Feinste Glasfaser für den Osten der Republik. <https://www.ingenieur.de/technik/>

fachbereiche/ittk/feinste-glasfaser-fuer-osten-republik/ (letzter Zugriff: 03.01.2020).

TÜV RHEINLAND CONSULTING GMBH (Hrsg.) (2015): Weichen stellen für die Anforderungen von morgen. Ausbau der Breitbandinfrastruktur in Rheinland-Pfalz zur Versorgung mit Bandbreiten von mindestens 300 Mbit/s. Berlin. https://breitband.rlp.de/fileadmin/news_import/Finaler_Bericht_300_Mbits_Studie_RLP.pdf (letzter Zugriff: 03.01.2020).

WERNICK, C./BENDER, C. (2016): Die Rolle der Kommunen beim Breitbandausbau im ländlichen Raum aus ökonomischer Sicht. Bad Honnef.

Tagungshinweis

ABSCHLUSSTAGUNG DES BUND-LÄNDER-WETTBEWERBS „AUFSTIEG DURCH BILDUNG: OFFENE HOCHSCHULEN“ AM DONNERSTAG, DEN 14. MAI 2020 IN BERLIN

Bund und Länder haben im Jahr 2008 die Qualifizierungsinitiative „Aufstieg durch Bildung“ gestartet mit dem Ziel, die Bildungschancen aller Bürgerinnen und Bürger zu steigern.

Der Bund-Länder-Wettbewerb „Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen“ ist Teil der Qualifizierungsinitiative „Aufstieg durch Bildung“. Ziel war es, Konzepte für berufsbegleitendes Studieren und lebenslanges, wissenschaftliches Lernen besonders für Berufstätige, Personen mit Familienpflichten und Berufsrückkehrer/-innen zu fördern. Es sollte eine engere Verzahnung von beruflicher und akademischer Bildung erreicht und neues Wissen schnell in die Praxis integriert werden. Seit 2011 wurden vielseitige und erfolgsversprechende Ansätze für berufsbegleitendes Studieren und lebenslanges, wissenschaftliches Lernen entwickelt und erprobt. Entstanden sind beispielsweise Konzepte für berufsbegleitende Studiengänge bzw. Studienmodule, andere Studiengänge bzw. Studienmodule und Zertifikatsangebote, die auf lebenslanges wissenschaftliches Lernen zielen sowie duale Studiengänge und Studiengänge bzw. Studienmodule mit vertieften Praxisphasen. Die am BMBF-Programm beteiligten Projekte der Offenen Hochschulen haben außerdem das Thema Digitalisierung aktiv aufgegriffen und innovative Ansätze in unterschiedlichsten Bereichen mit Erfolg implementiert.

Am Ende von neun Jahren der Bundesförderung richtet das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) eine repräsentative Abschlussstagung des Bund-Länder-Wettbewerbs aus. Der Titel der Veranstaltung lautet „Ergebnisse des Wettbewerbs und Perspektiven für die wissenschaftliche Weiterbildung“. Tagungsort ist der EUREF-Campus in Berlin-Schöneberg.

Im Rahmen der Abschlussveranstaltung sollen vor allem die Förderprojekte der zweiten Wettbewerbsrunde ihre Ergebnisse präsentieren. Gleichzeitig werden aber auch Erkenntnisse aus dem gesamten Wettbewerb für eine Verankerung wissenschaftlicher Weiterbildung an Hochschulen bilanziert.

Die Veranstaltung bietet eine optimale Gelegenheit für Hochschulen und Hochschullehrende, neue Ideen und Anregungen im Bereich der wissenschaftlichen Weiterbildung zu erhalten, sich mit Experten aus den Projekten auszutauschen und neue Netzwerke aufzubauen.

Wir laden Sie im Namen des BMBF herzlich ein. Gerne können Sie diese Einladung auch an Personen aus Ihrem beruflichen Umfeld weiterleiten. Es werden Teilnehmende aus Politik, Bildungspraxis, Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft erwartet. Die Teilnahme an der Fachtagung ist grundsätzlich für alle interessierten Personen offen und kostenfrei. Informationen zur Tagung finden Sie auf unserer Programmwebsite unter <https://www.wettbewerb-offene-hochschulen-bmbf.de/service/veranstaltungen/abschlussstagung-2020>. Das Anmeldetool zur Tagung finden Sie unter: <https://ssl.vdivde-it.de/registrierung/2883>. Bei Rückfragen wenden Sie sich bitte an: offenehochschulen@vdivde-it.de

Greetings from abroad:

Duale Berufsbildung auf dem Weg nach Serbien



FERDINAND AYEN



RANDOLPH SCHÖBICHEN



NIKOLAUS STEFFEN

Innerhalb des BMBF-Förderprogramms zur Internationalisierung der Berufsbildung wird seit August 2017 das Projekt NEMID für drei Jahre gefördert. Das Ziel des Verbundprojekts ist der Aufbau einer privaten postsekundären Berufsbildungseinrichtung zur Einführung der dualen Berufsausbildung in Serbien. In diesem Artikel wird das Projekt und dessen bisheriger Verlauf skizziert, inklusive einer kurzen Vorstellung des serbischen Berufsbildungssystems und der ersten Aus- und Weiterbildungsaktivitäten im Bereich „Mechatronik“, die auch eine projekteigene Weiterbildung der beteiligten Berufsschullehrkräfte beinhaltet.

EINLEITUNG: VORSTELLUNG DES PROJEKTS NEMID

Das Ziel des im August 2017 gestarteten, dreijährigen Verbundprojekts NEMID ist eine „Nachfrageorientierte Entwicklung und Modellhafte Implementierung einer Dualen Aus- und Weiterbildung“ in unterschiedlichen Beschäftigungsbereichen (Hotel, Gastronomie, Industrie) mittels einer privat betriebenen, postsekundären Berufsschule in Serbien. Der koordinierende Verbundpartner Klett Präsenzlernen Osteuropa GmbH (KPLO), die auch ein Tochterunternehmen der Klett-Gruppe neben dem Schulbuchverlag ist, hat im bisherigen Projektverlauf unter Einbezug des serbischen Bildungsministeriums, der serbischen Industrie- und Handelskammer (PKS), der Außenhandelskammer Serbien (AHK) sowie der in Belgrad beheimateten serbischen Klett-Schulbuch-Tochter Bedarfsanalysen durchgeführt. Diese haben ergeben, dass in Serbien ein erheblicher Bedarf an industriellen und kaufmännischen Ausbildungsprofilen deutscher Prägung (d. h. Kategorie B und C, gemäß DIHK o. J.) vorhanden ist (vgl. KPL 2017; vgl. SACHSE/GRAEB 2018).

Bisher erfolgt berufliche Bildung in Serbien entweder in rein schulischer Form oder durch betriebliches „Training-on-the-job“; eine staatlich geregelte, duale

oder betriebliche Berufsausbildung liegt nicht vor. Auf Basis dieses Mangels soll im Projektverlauf unter Einbindung aller genannten „Mitspieler“ ein Umsetzungskonzept entwickelt und angewendet werden, aus der die wirtschaftlich tragfähige, modellhafte und langfristig angelegte Berufsbildungseinrichtung „KlettDUAL“ entsteht.¹

Im August 2018 wurde das Institut für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (IBW) der Pädagogischen Hochschule Freiburg nachträglich in das Projekt mit eingebunden. Dessen Aufgabe ist es, sich insbesondere mit den didaktisch-methodischen Fragestellungen der gewerblich-technischen Profilbildung zu beschäftigen.

SCHRITT 1: ANALYSE DES BILDUNGSSYSTEMS UND DER BERUFSSCHULEHRKRÄFTEBILDUNG

Das Bestreben der serbischen Regierung Teil der Europäischen Union zu werden und somit den Markt für wirtschaftskräftige Investoren zu öffnen, hat dazu geführt, dass auch der Bereich des Vocational Education and Training (VET) reformiert werden sollte. Begleitet durch die European Training Foundation (ETF) wurden seit Anfang der 2000er Jahre Meilensteine zur Entwicklung der beruflichen Karriere und

von einem/einer schulischen „Mentor/-in“ begleitet, ohne weitere didaktisch-methodische Weiterbildungen.

In der Arbeit mit den Berufsschullehrkräften im Projekt vor Ort bestätigte sich die Aussage von SACHSE/GRAEB (ebd.) hinsichtlich der mangelnden didaktisch-methodischen Kompetenzen: Auch wenn einzelne Teilnehmer/-innen Methoden kannten, so erschien der überwiegende Teil überrascht über den Umfang und die Möglichkeiten jenseits des „Unterrichtsgesprächs“ und des „Lehrervortrags“. Hervorzuheben ist, dass einstimmig gesagt wurde, dass die verwendeten Methoden hinsichtlich der Gestaltung eines handlungsorientierten Unterrichtes zur Entwicklung von Handlungs-, Fach-, Sozial- und Human-kompetenz nach BADER/MÜLLER (vgl. 2002), im dortigen Unterricht (fast) nie angewendet wurden; der Unterricht in den Berufsschulen wäre fachsystematischer „Frontalunterricht“.

SCHRITT 2: DIDAKTISCH-METHODISCHES KONZEPT

Unabhängig von ihrer beruflichen Sozialisation, aus der die am Projekt beteiligten Lehrkräfte kommen, bringen einerseits alle die schon beschriebene, wesentlich andere didaktisch-methodische Grundhaltung mit, als auch andererseits andere Ziele bzgl. der zu vermittelnden Kompetenzen. Es wird vermutet, dass die Grundhaltung der Lehrkräfte größtenteils auf einer hoch arbeitsteiligen, eher einfach mechanisierten und kaum digitalisierten Industriestruktur und -tradition beruht, die in Serbien noch vorherrscht (vgl. KPL 2017; vgl. SACHSE/GRAEB 2018).

Im Gegensatz zur gelebten, berufsschulischen „Ausbildungspraxis“ sprechen alle Studien und Erfahrungen vor Ort für deren notwendige, didaktisch-methodische Veränderung, die auf komplex mechanisierte oder (teil-)digitalisierte Fertigungsprozesse vorbereiten, wie sie jetzt auch in Serbien allerorten entstehen oder schon existieren.

Aufgrund dieser zuvor beschriebenen Annahmen, als auch dem serbischen Interesse an der Einführung der dualen Berufsausbildung, sollten die zu entwickelnden Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen an das deutsche Lernfeldkonzept mit einem hohen Maß an handlungsorientierten Lehr-/Lernsituationen angelehnt werden. Inhaltlich wurden auf dieser Basis aufgrund der betrieblich geäußerten Nachfrage drei erste Qualifizierungskonzepte für den Bereich „Mechatronik“ entwickelt (zur differenzierten Darstellung siehe Homepage⁴):

1. „Mechatronik ABC“ (als „Schnupperkurs“)
 - Laufzeit: 1 Monat vollschulisch; Charakter: zertifizierte Weiterbildung; Zielgruppe: Unternehmen und arbeitssuchende junge Erwachsene,
2. Instandhaltungsmechatroniker/-in
 - Laufzeit: 3 Monate dual; Charakter: zertifizierte Weiterbildung; Zielgruppe: Unternehmen,
3. Mechatroniker/-in,
 - Laufzeit: 2 Jahre dual; Charakter: zertifizierte Ausbildung; Zielgruppe: Unternehmen sowie junge Erwachsene mit einschlägiger Vorbildung.

Die staatliche Akkreditierung des serbischen Bildungsministeriums als Kurse höherer beruflicher Bildung ist für die ersten beiden Varianten erfolgt; die dritte ist derzeit noch in Bearbeitung beim Ministerium.

SCHRITT 3: LEHRKRÄFTEREKRUTIERUNG UND -QUALIFIZIERUNG

Nach der Entscheidung und Konzipierung der drei vorgenannten Aus- und Weiterbildungskonzepte in der Mechatronik mussten qualifizierte Lehrkräfte bzw. Dozentinnen und Dozenten rekrutiert und auf die geplanten Qualifizierungsmaßnahmen hin vorbereitet werden. Wie es sich bald zeigte, warf dieses Fragen und Probleme auf, deren Beantwortung und Lösung einige Zeit in Anspruch nahm. Eine der wesentlichen Fragen war, woher sind geeignete und ausreichend fachlich qualifizierte Lehrkräfte zu bekommen? Fachexpertinnen und -experten, die als Lehrkräfte infrage kommen könnten, sind in Serbien rar. Oft sind sie für den Bildungssektor gar nicht verfügbar, weil sie Vollzeit als begehrte Fachkräfte in der heimischen Industrie oder im Ausland arbeiten; eine Tätigkeit als Lehrkraft wird schon aufgrund der geringen Entlohnung (s. o.) abgelehnt. Hinzu kommt, dass die Mechatronik – im Vergleich z. B. zu Deutschland – in Serbien als Ausbildungsinhalt oder Studienfach keine längere Entwicklungsgeschichte hat. Die Gewinnung von industriellen Fachkräften für Mechatronik in Serbien erfolgt aus den Einzelbereichen Mechanik, Elektronik und industrieller IT, deren Wissensstand – entsprechend der Anforderungen – dem aktuellen und nicht etwa dem der 1990er-Jahre widerspiegeln sollte.

Der Mangel an geeignet erscheinenden Berufsschullehrkräften und/oder industriellen Fachkräften führte zu einem intensiven und letztlich sehr zeitaufwändigen Rekrutierungsprozess. Hauptsächlich über einschlägige Stellenbörsen, aber auch über persön-

liche Kontakte der Mitarbeiter/-innen vor Ort in Belgrad. In der neu gegründeten Bildungseinrichtung „KlettDUAL“ wurden insgesamt ca. 180 Bewerbungen akquiriert. Etwa 20 Prozent davon wurden nach fachlichen und didaktischen Gesichtspunkten und mit vorbereitenden Telefoninterviews für Bewerbungsgespräche ausgewählt. Nach der Durchführung der Bewerbungsgespräche blieben fünf Personen übrig, die für „KlettDUAL“ das erste „Start-Kollegium“ bilden sollten. Diese Lehrkräfte kamen aus drei Richtungen:

1. Zwei ältere Berufsschullehrkräfte der Metall- und Elektrotechnik;
2. zwei junge Dozenten der Elektrotechnik aus dem fachhochschulischen Bereich;
3. ein Berufspraktiker, der als Ingenieur in der Industrie tätig ist und Interesse an einer Lehrtätigkeit hatte.

Für dieses sehr heterogene, neue und noch weiter auszubauende Lehrkräfteteam wurde ein adhoc-Fortbildungskonzept nach dem Prinzip des didaktischen Doppel- bzw. berufsdidaktischen Dreieckers konzipiert, das kontinuierlich seit Herbst 2018 in bisher vier mehrtägigen Workshops realisiert wurde. Der Begriff „ad hoc-Fortbildungskonzept“ meint hier, dass in Abstimmung auf den jeweils aktuellen Defiziten und Interessen des Lehrkräfteteams – „auf Themenzuruf“ – handlungsorientierte Workshops durchgeführt wurden, in denen z. B. Unterrichtsgestaltung, Lehr-/Lernmethoden, Berufsbildungskonzepte, Medienausstattung/-handhabung als auch Fachinhalte (SPS/Industrie 4.0) thematisiert, für den unterrichtlichen Einsatz angepasst und auch erprobt wurden. Der bei diesen Workshops zur Anwendung kommende didaktische Doppel- (vgl. WAHL 2013, S. 291) bzw. berufsdidaktische Dreiecker (vgl. MARTIN 2016, S. 20) meint, dass es hier eine direkte Verbindung von Lerninhalt mit der Lernmethode zum „didaktischen Doppeldecker“ gibt und dieser ggf. auch noch um den berufsfachlichen Bezug zum Dreiecker ergänzt wird.

SCHRITT 4A: IMPLEMENTIERUNG – KONZEPTION UND DURCHFÜHRUNG EINES PROBEKURSES

Für den Markteintritt mit kommerziellen Kursen waren einerseits eine hinreichende Gruppe von Teilnehmerinnen und Teilnehmern (Firmen oder Privatpersonen) zu finden, andererseits aber auch zunächst eine (Teil-)Erprobung der Kurskonzepte durchzuführen, bei der Ausstattung, Räumlichkeiten und Lehr-

personal im praktischen Einsatz getestet werden sollten.

Um erste Firmenkunden oder Privatpersonen nicht als „Versuchskaninchen“ zu benutzen und auch ggf. auftretende „rufschädigende“ Startprobleme abzufangen, gab es ein kostenloses Angebot für Berufsschüler/-innen für einen zweiwöchigen Erprobungskurs mit dem Titel „Ready for Industry 4.0“ im Februar 2019. Zu diesem Kurs meldeten sich zwölf Schüler/-innen des vierten Berufsschuljahrs mit Profil Robotik oder IT an, von denen tatsächlich zehn teilnahmen. Dieser Probekurs wurde als Win-Win-Situation für alle Beteiligten angesehen, da die Ausstattung, Inhalte und angestrebten Kompetenzen des Probekurses über dem Berufsschulniveau eingestuft wurden (was sich in der Kursdurchführungsphase dann auch später deutlich bestätigte).

Als Produkte der bis Anfang 2019 durchgeführten Lehrkräfte-Workshops lagen ein Setting aus acht „Lernsituationsbeschreibungen“ mit zugehörigen tabellarischen Unterrichtsentwürfen vor, die die Basis für den zweiwöchigen „Probekurs“ bildeten. Die acht Lernsituationen (LS) lauteten:

- LS1: „Construction: Linking the stack magazine with the conveyor“,
- LS2: „PLC: Upgrade the stack magazine from e-pneumatics to PLC“,
- LS3: „Sensors/actuators: Auto-start of the handling magazine“,
- LS4: „CAD/CAM: Manufacturing a new gripper for the handling magazine“,
- LS5: „Assembling/PLC: Upgrade the Soft-PLC to real PLC“,
- LS6: „ERP: Upgrade from Industry 3.0 to 4.0“ (s. Abb. 2),
- LS7: „IT: Bus communication in the production process“,
- LS8: „Reflection: Brave new World with industry 4.0!?“.

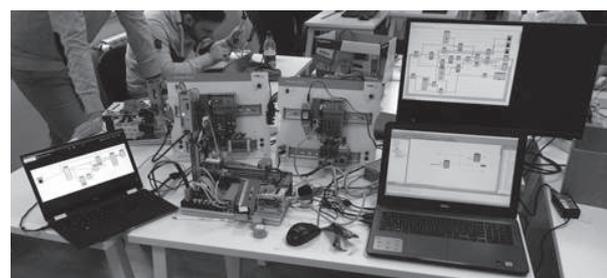


Abb. 2: Ein temporärer Arbeitsplatz der LS6 zum Test der Datenbankbindung

Diese Lernsituationen waren abgestimmt auf die Kompetenzen der bis dato vorhandenen Lehrkräfte sowie auf die bis dahin angeschaffte Medien- und Werkstattausstattung von KlettDUAL. Weiterhin war auch versucht worden, diese ersten Lernsituationen hinsichtlich der Verwendung in den späteren Kurskonzepten für das vierwöchige „Mechatronik ABC“ oder auch den dreimonatigen Kurs zum/zur „Instandhaltungsmechatroniker/-in“ zu gestalten.

Das übergreifende Szenario der entwickelten Lernsituationen war die Verbindung von drei singulären, elektro-mechanischen bzw. elektro-pneumatischen Systemen zunächst zu einer Industrie-3.0-Produktionsstraße, die dann im Anschluss zu einer Industrie-4.0-Fertigung erweitert werden sollte (s. Abb. 3). Die verwendeten elektro-mechanischen und -pneumatischen Basissysteme waren die drei MecLab-Stationen von Festo-Didactic: „Stapelmagazin“, „Transportband“ und „Handling-Station“, deren Ansteuerung später über SPS und industrielle Modbuskoppler erfolgt. Im studentischen Projekt „Ready for four – Paketsortierstation Industrie 4.0“ der Pädagogischen Hochschule Freiburg waren die MecLab-Stationen im Wintersemester 2018/19 auf den Einsatz als Industrie-4.0-Demonstrationssystem im NEMID-Projekt vorbereitet worden, was u. a. eine Erweiterung um eine MySQL-Datenbank und die RFID-Nutzung beinhaltete (s. PIEPER/STEFFEN 2019).

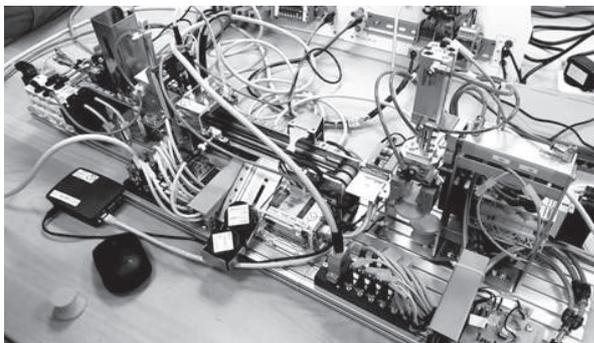


Abb. 3: Erstellte „Industrie-4.0-Produktionslinie“

Da die Kompetenzen der vorhandenen KlettDUAL-Lehrkräfte primär auf einem „Industrie-3.0-Niveau“ der Mechanik und Elektrotechnik lagen und weniger im IT-Bereich, wurden diese temporär durch vier angereiste Studenten der Pädagogischen Hochschule Freiburg unterstützt (zwei Berufsschullehramtsstudenten Mechatronik/Elektrotechnik und zwei Lehramtsstudenten des Faches Technik an der Sek. I), die die zu dem Zeitpunkt fehlenden Lehrkompetenzen für die Lernsituationsanteile für Elektronik, IT und insbesondere Industrie 4.0 abdeckten.

Die Durchführung des Kurses erfolgte im eigens im Herbst/Winter 2018/19 bereits eingerichteten „integrierten Fachraum“ von KlettDUAL. Dieser Raum verfügte in einem Raumteil über eine Seminarausstattung, d. h. U-förmig angeordnete Tische mit Tafel, Beamer und Dokumentenkamera und in einem zweiten Raumteil (räumlich vom Seminarteil durch Glastüren abtrennbar), der als Werkstatt ausgestattet war, standen Werkzeuge, eine Ständerbohrmaschine sowie diverse Werkzeuge und Materialien der Metall- und Elektrotechnik zur Verfügung.

Der durchgeführte Probekurs „Ready for Industry 4.0“ wurde, bei einem Beginn von „Null“ in Bezug auf Räumlichkeiten, Ausstattung und Lehrpersonal, insbesondere in Belgrad als Erfolg wahrgenommen: u. a. konnte die umfangreiche Vorausplanung in allen Teilen realisiert werden, der Einsatz der deutschen Studenten zur Unterstützung wurde als sehr positiv aufgenommen und die Motivation der Lernenden und Lehrenden war im gesamten Zeitraum sehr hoch.

Im Ablauf des Probekurses bestätigte sich, dass serbische Berufsschüler/-innen auch nach dem vierten Ausbildungsjahr, zumindest gemessen an den Standards deutscher beruflicher Bildung, deutliche Defizite im Fachwissen und in der berufspraktischen Handlungskompetenz aufwiesen. Zum Beispiel haben die Schüler/-innen trotz vorheriger, positiver Abfrage teilweise noch keine Erfahrungen gehabt im Löten elektrischer Schaltungen, im Umgang mit einfachen Handwerkzeugen oder auch in der Bedienung einer Ständerbohrmaschine. Das Verdrahten einer SPS war für sie überwiegend neu, Buskommunikation fremd und das Arbeiten in selbstständigen, eigenverantwortlichen 2er-Teams und Gruppen ungewohnt. Insofern erscheint der Ansatz, eine duale postsekundäre Ausbildung anzubieten, auch aus berufspädagogischer Sicht zielführend.

SCHRITT 4B: IMPLEMENTIERUNG – KUNDEN-ANSPRACHE, MARKTEINTRITT MIT KOMMERZIELLEN KURSEN

Das Interesse am Projekt war von betrieblicher Seite von Beginn an groß. Was trotz weitreichender, intensiver Werbung anfänglich aber ausblieb, war die Bereitschaft zur Bezahlung von Berufsbildungsangeboten. Die Ursache wird darin gesehen, dass serbische Unternehmen es nicht gewohnt sind in Aus- und Weiterbildung zu investieren. Die aktuelle Höhe der Kosten ist von Seiten KlettDUAL kalkuliert auf ca. 200 Euro pro Schüler/-in im Monat für den dualen Kurs und mit ca. 330 Euro pro Monat für den

dreimonatigen, vollschulischen Kurs. Neben den Kosten wurde als weiteres Hemmnis zur Teilnahme von betrieblicher Seite auch geäußert, dass Mitarbeiter/-innen nach Weiterbildungen abwandern könnten, womit die Investition für den Betrieb verloren wäre.

Als ernsthaftere Kunden traten bisher nur international agierende Großbetriebe auf, von denen einer jetzt (aktueller Stand Anfang August 2019) die zweimonatige Weiterbildung zum/zur „Instandhaltungsmechaniker/-in“ für zwölf Mitarbeiter/-innen buchte.

Ausblick

Das NEMID-Projekt läuft noch bis Ende Juli 2020. Seit Erstellung dieses Beitrages (Anfang August 2019) und der Veröffentlichung wird sich das Projekt wieder deutlich weiterentwickelt haben, doch in welche Richtung, dass lässt sich hier noch nicht vorhersagen. Die Ansprache der Kundengruppen „Unternehmen“ sowie „Schüler/-innen/Eltern“ ist auch nach einer äußerst erfolgreichen Durchführung des ersten Kurses und der anschließenden Demonstration des Produktes kein Selbstläufer. Lokale Faktoren wie etwa die Prüfungsvorbereitung von Absolventinnen und Absolventen der sekundären Berufsschulen als auch die unerwartete, sich über Monate hinziehende Akkreditierung der Kurse sowie Engpässe bzgl. des Personals zur Teilnehmer/-innen-Einwerbung führten dazu, dass zwischen März und August 2019 keine kommerziellen Kurse zustande kamen.

Der Betrieb von Klett Dual in Belgrad, der sich bisher am ehesten als Entwicklungslabor für neue Berufsbildungslösungen in Serbien verstanden hat, wurde in der Folge ab April 2019 organisatorisch und operativ umgebaut, zu dem, was er auch langfristig sein soll, nämlich ein privates, kommerzielles Ausbildungszentrum. Mit einem in Teilen neuen Team werden nun gezielt die beiden Kundengruppen beworben:

- Unternehmen werden online über LinkedIn, Bannerwerbung und über PR-Artikel in einschlägigen Fachmagazinen angesprochen sowie, ganz klassisch-vertrieblich, einzeln abtelefoniert.
- Schüler/-innen werden über Facebook, Instagram und – ebenfalls klassisch – „Vor-Ort-Präsentationen“ in serbischen Berufsschulen angesprochen.

Erste Zusagen für die Teilnahme am Zweijahreskurs durch einige Schüler/-innen sowie ebenfalls drei Unternehmenszusagen für einen Dreimonatskurs für insgesamt 10–15 Mitarbeiter/-innen lassen einen optimistischen Ausblick für den Projekterfolg zu.

Anmerkungen

- 1) <http://www.klett-edu.rs/en/>.
- 2) <https://www.etf.europa.eu/en/publications-and-resources/publications>.
- 3) <https://www.berufsbildung-international.de/>.
- 4) <https://www.festo-didactic.com/de-de/lernsysteme/technik-fuer-allgemeinbildende-schulen/mec-lab/komplettpaket-und-stationen/meclab-das-komplettpaket.htm>.

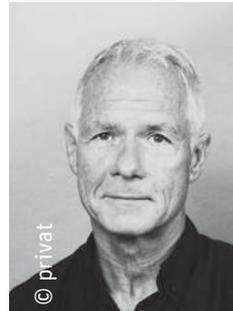
Literatur

- BADER, R./MÜLLER, M. (2002): Leitziel der Berufsausbildung: Handlungskompetenz. Anregungen zur Ausdifferenzierung des Begriffes. In: Die berufsbildende Schule (BbSch), 54 (6), S. 176–182.
- DEUTSCHER INDUSTRIE- UND HANDELSKAMMERTAG (DIHK) e. V. (Hrsg.) (o. J.): Qualitätskategorien der AHK-IHK-DIHK Organisation für Berufsbildungsaktivitäten im Ausland. Berlin.
- EULER, D. (2015): Dual vocational education and training in Serbia. Feasibility study. Hg. v. DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ). Belgrad.
- EUROPEAN TRAINING FOUNDATION (ETF) (Hrsg.) (2015): Torino Process 2014: Serbia. http://www.etf.europa.eu/sites/default/files/m/45A40171227F354DC1257E4C003E8AOA_TRP%202014%20Serbia_EN.pdf (letzter Zugriff: 15.08.2019).
- EUROPEAN TRAINING FOUNDATION (ETF) (Hrsg.) (2019): Work-based Learning in Serbia. <https://www.etf.europa.eu/sites/default/files/2019-07/Work-based%20learning%20Serbia.pdf> (letzter Zugriff: 15.08.2019). <https://doi.org/10.3224/hibifo.v5i1.22272> (letzter Zugriff: 10.08.19).
- KLETT PRÄSENZLERNEN (KPL) GmbH (Hrsg.) (2017): Machbarkeitsstudie zum Aufbau einer privaten dualen Berufsschule in Serbien. Stuttgart.
- MARTIN, M. (2016): Der Berufsdidaktische Dreiecker. In: HiBiFo, 1-2016, S. 16–31.
- PAPIC, M./PAPIC, Z./KUZMANOVIC, B./ALEKSIC, V. (2016): Educational system in Serbia. In: Management and Education Vol. XII (3). https://www.researchgate.net/publication/307546627_Educational_system_in_Serbia (letzter Zugriff: 09.05.2019).
- PIEPER, C./STEFFEN, N. (2019): Lernfabrik 4.0 von unten – Minimalsystem für Industrie 4.0-Lehr-/Lernsituationen. In: lernen & lehren, 34. Jahrgang, Heft 135, S. 120–126.
- SACHSE, U./GRAEB, F. (2018): NEMID. Empirische Erkenntnisse - Erstes Halbjahr 2018. Hg. v. Hochschule Albstadt-Sigmaringen. Sigmaringen.
- WAHL, D. (2013): Lernumgebungen erfolgreich gestalten. 3. Aufl., Bad Heilbrunn.

Basis-Digitalisierung im Metalltechnikunterricht



HANS KAUFMANN



BERNHARD WEBER



BERND FÄRBER

Im Bereich der industriellen Produktion ist die Digitalisierung unaufhaltsam in vollem Gange. In der Technik sind die mobilen Endgeräte nicht mehr wegzudenken. Eine Heranführung der Schüler/-innen ist auf allen Ebenen geboten. Im Beitrag wird ein möglicher Unterricht hierzu vorgestellt. Sowohl an einzelnen Unterrichtseinheiten als auch an einem durchgängigen Projekt. Im Schwerpunkt wird dies im Bereich der Automatisierung vorgestellt.

LERNVORAUSSETZUNGEN SOWIE -ZIELE

Angehende Absolventen/Absolventinnen einer Berufsausbildung der beruflichen Fachrichtung Metalltechnik müssen keine Programmierer/-innen sein, jedoch müssen sie die Bedeutung vieler Fachbegriffe kennen und mit heutigen Geräten umgehen können. Es ist immer wieder eine Diskussion, welche Kenntnisse zum „Digitalen Alphabet“ (z. B. Zahlensysteme, LAN, WLAN, TCP/IP, Server, Client, Host, Switch, IP-Adresse, MAC-Adresse, Accesspoint, RFID, SMTP etc.), gehören. Es wird vorausgesetzt, dass im bisherigen Unterricht grundlegende Begriffe thematisiert sowie einfache pneumatische Aufgaben bearbeitet wurden. Ebenso sollten schon Grundlagen der SPS-Programmierung vorliegen. Ziel ist es, durch die praktischen Übungen die Zusammenhänge in der Digitalisierung zu verstehen. Eine weitere Zielsetzung besteht darin, die vorhandenen mobilen Endgeräte (Tablet (Android)/iPad (iOS)) und die Smartphones der Lernenden im technischen Unterricht einzusetzen. Natürlich müssen die einzelnen Themen und Einheiten mit theoretischem Hintergrundwissen gefüllt werden, wobei dies nicht erörtert wird. Wesentliche Zielsetzung ist auch, dass mit wenig Hardware und Kosten sich möglichst viele Schüler/-innen aktiv und praktisch am Unterricht beteiligen können, um die Lernenden zu befähigen, sich später an größeren, komplexen Anlagen zurechtzufinden.

EBENEN DER VORGESTELLTEN PRODUKTIONSANLAGE

In Abb. 1 werden exemplarisch die hier verwendeten Unterrichtsebenen dargestellt. Die Ebenen 0 und 1 wurden bisher schon im Unterricht bear-

beitet. Beispielsweise das Aufbauen von pneumatischen und elektropneumatischen oder hydraulischen Anlagen. In der Ebene 2 kommen üblicherweise SPS-Steuerungen zur Anwendung. In unserem Falle werden die Geräte mit LAN Kabel an den Switch/Accesspoint angeschlossen. Alle Geräte sind im WLAN-Netz eingebunden. In der Ebene 3 sind die PC mit WLAN verbunden. Auf einem PC läuft dann z. B. der OPC-Server, welcher den PC mit der Steuerung verbindet, und eine Kommunikationssoftware, welche auch die Daten in das WLAN stellt, oder im Falle des EasyPorts eine Steuerungssoftware. Außerdem werden dort die RFID-Daten vom Werkstück eingelesen und z. B. die Produktionsdaten in eine Excel-Datei geschrieben. Relativ neu ist die Ebene 4, also die Arbeit mit mobilen Endgeräten. Diese wird in den verschiedenen Lernsituationen vorgestellt. Auf Grund der sehr einfachen Hardware, welche oft an Schulen schon vorhanden ist, kann diese mehrfach

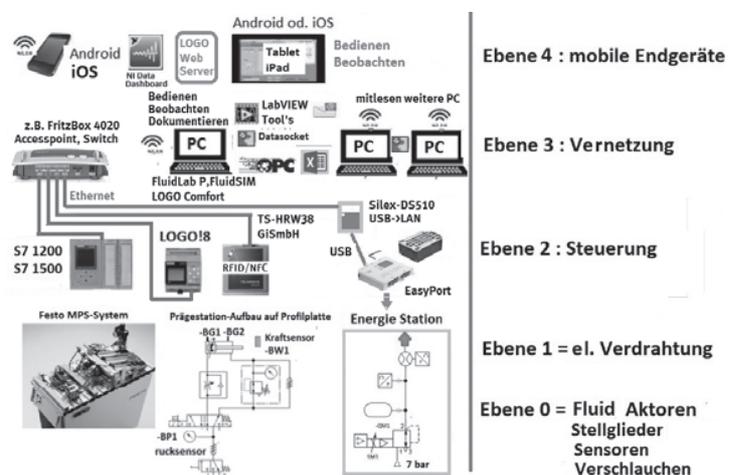


Abb. 1: Überblick Gesamtanlage

der Reform des Berufsbildungssystems festgelegt (s. a. ETF 2019). Teilweise wurden diese inzwischen in Gesetzestexte formuliert. Auch wurden Überlegungen zu einem Qualitätssicherungskonzept für die Lehrkräftebildung im Allgemeinen, wie auch im VET-Bereich, festgehalten. Der ETF bringt hierzu regelmäßige Publikationen (z. Bspw. „Torino Process Serbia“) heraus, die den aktuellen Stand sowie die Entwicklung aufzeigen. Von deutscher Seite wird der Reformprozess beispielsweise durch Bildungstransfer-Projekte der Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) oder auch wie hier, durch das BMBF-Förderprogramm zur Internationalisierung der Berufsbildung unterstützt.³

Doch wie erfolgt(e) in Serbien die Berufsbildung? Nach der politischen Wende 1990 hat Serbien das bis dato gültige und an einer praxisnahen beruflichen Ausbildung orientierte Bildungsmodell überarbeitet (vgl. KPL 2017, S. 25). Ein Duales Ausbildungssystem, wie wir es aus Deutschland kennen, gibt es dort nicht. Aktuell ist die Berufsausbildung in Serbien eine vollschulische Ausbildung (s. Abb. 1), die drei- oder vierjährig in Vocational Schools stattfindet (vgl. EULER 2015, S. 31; PAPIC u. a. 2016; ETF 2015, S. 8).

Die dreijährige Berufsschule wird mit einem Abschluss-Examen und die vierjährige Berufsschule mit der „Matura“ abgeschlossen. Je nach weiterem (Berufs-)Ziel der Schüler/-innen bieten sich nach dem Abschluss der dreijährigen Ausbildung die Möglichkeit einer Spezialisierung und/oder einer regulären Werkstätigkeit an, wohingegen der vierjährige Abschluss die Option einer weiterführenden Ausbildung (Basic Vocational studies Bachelor Apply) anbietet (vgl. EULER 2015, S. 29). Dies stellt für Serbien aktuell jedoch ein Problem dar: Die Untersuchung

von SACHSE/GRAEB (vgl. 2018) ergab, dass in den Berufsschulen die Schüler/-innen nicht richtig auf die Berufstätigkeit vorbereiten würden: „Den Schülern wird lediglich theoretisches Wissen vermittelt, aber kein praktisches Wissen. Dies gilt ebenfalls für grundlegende Persönlichkeits- und Sozialkompetenzen (Pünktlichkeit, Sauberkeit, Kommunikationskompetenzen etc.)“ (ebd.).

Ob die Ursachen der festgestellten Defizite im (Aus-) Bildungssystem an sich liegen, wurde nicht untersucht. Interessant ist, dass die in der Studie befragten Unternehmen gleichfalls anmerkten: „Die Lehrinhalte sind zudem hinsichtlich Inhalt und Methodik veraltet. So ist die Tradition des Frontalunterrichts in den Berufsschulen immer noch sehr weit verbreitet. Interaktiver Unterricht ist dementsprechend nicht üblich. Absolventen der Berufsschule gelten daher als nicht berufsfähig“ (ebd.).

Haben hier die Berufsschullehrkräfte ihre Aufgabe verfehlt? Dies wird laut der Erfahrungen der im Projekt beteiligten Berufsschullehrer/-innen nicht pauschal bestätigt. Das Problem sei, dass die Qualität der Berufsschulbildung personenabhängig ist, da es kein grundständiges Berufsschullehrerstudium für den gewerblich-technischen Bereich gäbe und die Verdienstmöglichkeiten von ca. 400 Euro im Monat den Beruf auch sehr unattraktiv machen würden; die Verdienste in der Industrie seien höher. Wie weiter berichtet wurde – auch von anderer Seite –, findet die Berufsschullehrkräfteausbildung im gewerblich-technischen Bereich in Serbien lediglich als eine Art integrativer Bestandteil des vierjährigen Ingenieurstudiums statt. Sollte ein Lehramt direkt angestrebt werden, so gäbe es im letzten Studienjahr nur einen zusätzlichen „pädagogischen“ Anteil. Anschließend wird ein einjähriges Praktikum an einer Berufsschule absolviert, das mit einem Examen zum/zur Berufsschullehrer/-in abschließt. Für „Quer-“ bzw. „Seiteneinsteiger/-innen“ (z. B. Ingenieur/-innen) existiert eine direkte Beschäftigung an der Berufsschule, die dann ebenfalls nach einer „Erprobungsphase“ mit einem Examen abschließt. Diese „Praktikums-“ bzw. „Erprobungsphase“ wird laut Aussage der beteiligten Berufsschullehrer/-innen nur

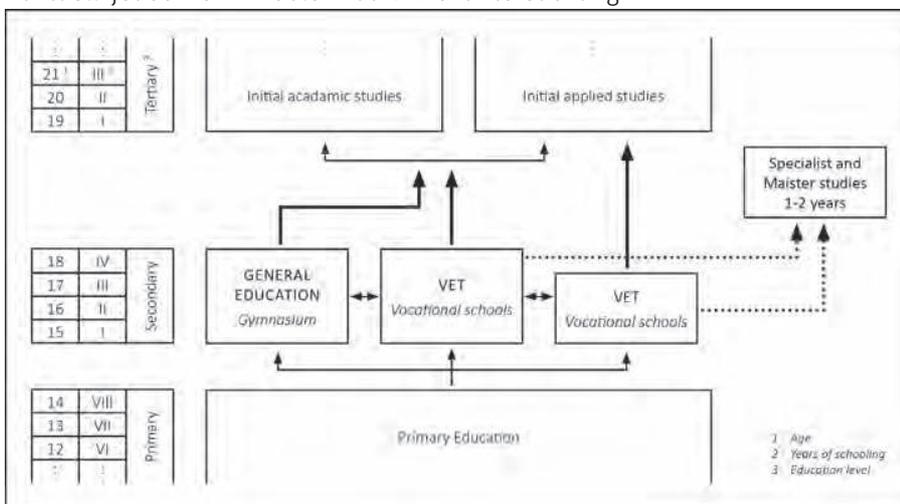


Abb. 1: Struktur des serbischen Bildungssystems (vgl. EULER 2015, S. 29)

laut Aussage der beteiligten Berufsschullehrer/-innen nur

in einem Steuerungslabor aufgebaut werden, sodass alle Schüler/-innen aktiv daran arbeiten können.

AUF „BASIS DIGITALISIERUNG“ HINFÜHRENDE LERNMITTEL UND UNTERRICHT

In dieser Unterrichtssequenz werden steuerungstechnische Grundlagen gelegt. Die Pneumatik bietet hier eine sehr gute, wichtige Möglichkeit. Zu Beginn des Unterrichts in Pneumatik wird das physikalische Verhalten des Aktors „einfachwirkender Zylinder“ untersucht. Der Versuch wird mit dem PC durchgeführt und das Ergebnis in einem Diagramm dargestellt. Diagramme lesen und beurteilen können stellt ein wichtiges Lernziel dar. In Abb. 2 wird die Beschaltung gezeigt. Das Signal geht z. B. über einen Drucksensor (Parameter einstellen) zu dem Interface EasyPort, über ein USB-Kabel zur Umsetzung USB nach LAN, dann über einen Accesspoint zu einem WLAN-Signal zu den PCs, sodass jeder Lernende an seinem PC den Versuch selbstständig durchführen kann. Hier wird neben der Ebene Pneumatik bereits die Ebene der Vernetzung, Ethernet und WLAN angesprochen. In Abb. 3 wird das Ergebnis des mit der Software FluidLab P durchgeführten Versuches dargestellt. Die Analyse des Verhaltens des Aktors ist dann ein wesentlicher Unterrichtsinhalt.

Zusammenfassend werden mit dieser Einheit folgende Inhalte aus dem „Digitalen Alphabet“ thematisiert:

- Verwendung einer Messsoftware, *.EXE-Datei, einstellen der Sensoren (Faktor, Offset),
- Auflösung/Genauigkeit des Drucksensorsignals 0 ... 10 V → 0 ... 10 bar (EasyPort = 12 Bit, -10 V ... +10 V),
- Anwenden von USB, LAN, WLAN, Switch, Accesspoint,
- Abfragen und eventuell einstellen der IP-Adressen.

Das wichtige Thema Energie erfordert, dass Energie gemessen, dokumentiert und kontrolliert wird. Im Beispiel (siehe Abb. 4) wird die Versorgung mit pneumatischer Energie überwacht. Der gewünschte Druck wird über ein Proportionaldruckregelventil (1) zur Verfügung gestellt. Danach kommt ein Rückschlagventil (2) und ein kleiner Speicher (3), womit sichergestellt ist, dass bei Ausfall der Druckluft ein Zylinder noch in Grundstellung fahren kann. Außerdem werden kleine Druckschwankungen im Druckluftnetz ausgeglichen. Nun folgt ein Durchflüssen-

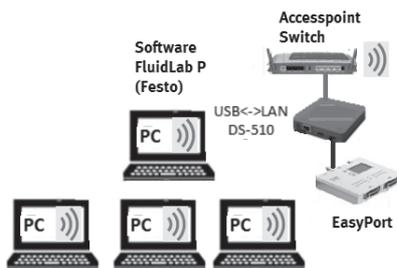


Abb. 2: Anordnung der Anlage

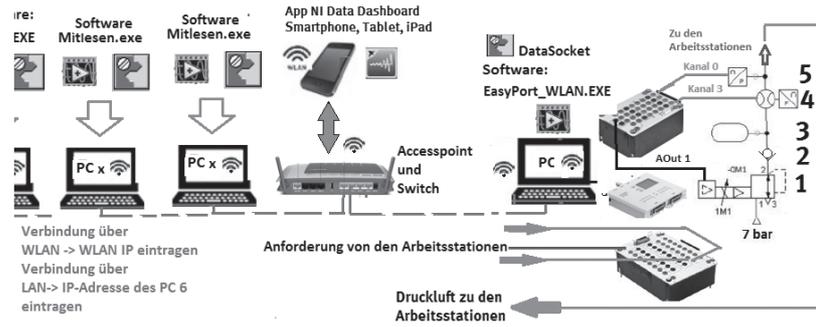


Abb. 4: Gesamtanlage „Energystation“

sor (4). Es werden der aktuelle Durchfluss in l/min und der gesamte Verbrauch in l erfasst. Als letztes folgt ein Drucksensor (5). Danach geht die Druckluft zu den Verbrauchern. Der Systemdruck und Verbrauch werden somit dokumentiert und können im Garantiefalle nachgewiesen werden.

Es wird der Druck der Luft beim Verlassen der Energystation gemessen. Wenn nach einer Druckluftanforderung, z. B. 5 bar, das Proportionalventil wieder auf 0 bar gestellt wird, zeigt der Drucksensor den weiteren Drucklauf an. Wenn der Druck konstant bleibt liegt keine Leckage vor. Ansonsten ist der Druckabfall ein Maß für die Leckage. Die Lernenden können beobachten, dass die Leckage in hohem Maße vom Druck abhängt (PT1-Strecke).

Die Daten der Sensoren und des Stellglieds werden über einem EasyPort/USB mit dem PC verbunden. Auf diesem läuft die Software „EasyPort_WLAN.Exe“ (siehe Abb. 5), die zur Steuerung und Messung verwendet wird. Außerdem werden alle 10 Sekunden die Daten (Datum-Uhrzeit-Druck-Luftverbrauch-Luftmenge-externe Anforderung) in eine Excel-Tabelle eingetragen. Mit den digitalen Eingängen I5, I6, I7 am EasyPort wird von den mit Druckluft zu versorgenden Anlagen über ein binäres Steuersignal auf die Eingänge die Druckluft angefordert, womit dann automatisch der voreingestellte Druck auf die Leitung gegeben wird. Wenn keine Anforderung ansteht, stellt sich das Proportionaldruckregelventil auf 0 bar. Am Drucksensor wird dann die Leckage gemessen, im Diagramm dargestellt und in die Excel-Tabelle eingetragen. Außerdem werden die Daten über das DataSocket-Protokoll ins Netz gesendet. Mithilfe einer Software können dann diese an beliebig vielen PCs gleichzeitig mitgelesen werden (Beispielsweise Überwachung des Druckes und des Verbrauches von einer Zentrale aus in Echtzeit). Dies ist eine Facette der zunehmenden Digitalisierung.

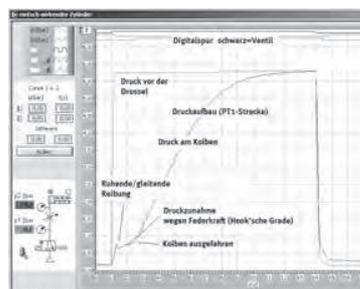


Abb. 3 (rechte Seite): Druckverlauf: einfachwirkender Zylinder ohne Gegenkraft

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass mit der Anlage – für einen ganzen Produktionsprozess – die Druckluftversorgung dokumentiert wird.

Wenn der PC mit dem Accesspoint verbunden ist, stellt die Soft-

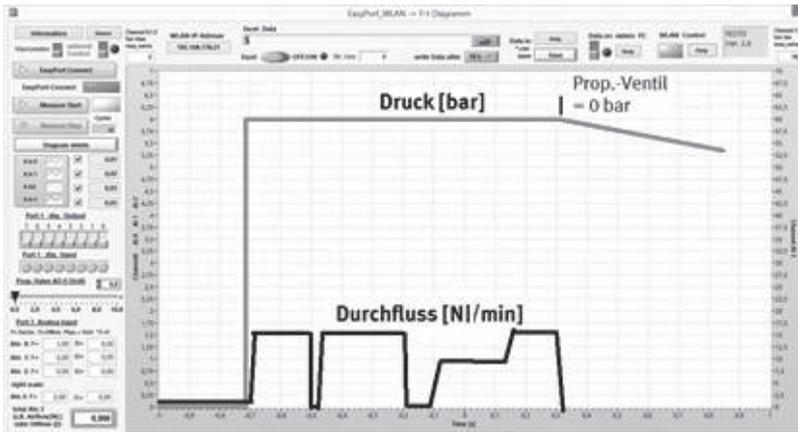


Abb. 5: Mess- und Steuerungssoftware „EasyPort_WLAN.EXE“

wäre die Daten für mobile Endgeräte zur Verfügung. Es können alle Eingänge, Ausgänge und der berechnete Luftverbrauch mit Smartphone/Tablet/iPad beobachtet werden. Außerdem lässt sich der Soll-Druck über die mobilen Endgeräte einstellen. Als Basis dient die kostenlose App „NI Data Dashboard“ von National Instruments. Die Lernenden stellen den Aufbau der App selbst zusammen. Es gibt in der App Standardobjekte, welche dann mit den Variablen verbunden werden. Standardobjekte sind z. B. Manometer (Gauge), LEDs, Texte (Strings), Gleiter und Diagramme (Chart). Es können auch Schaltpläne und Fotos integriert werden. Abb. 6 zeigt als Beispiel eine von Lernenden erstellte App-Oberfläche zum Bedienen und Beobachten der Energiestation. Es wurde ein Foto der realen Energiestation in die App aufgenommen. Es ist sinnvoll, ein Tablet oder iPad zu verwenden, weil ein Smartphone für einen Aufbau mit Bild bzw. Schaltplan i. d. R. ein zu kleines Format hat.

Zusammenfassend werden mit der „Energiestation“ folgende Inhalte aus dem „Digitalen Alphabet“ thematisiert:

- Umrechnung Spannung in Druck (Proportionaldruckregelventil) an einem analogen Ausgang,
- Einsatz von Excel, auswerten und dokumentieren von Excel-Daten (*.csv-Datei),
- Verbinden von PCs über Datasocket und WLAN, mit verfolgen des Prozesses von weiteren PCs,

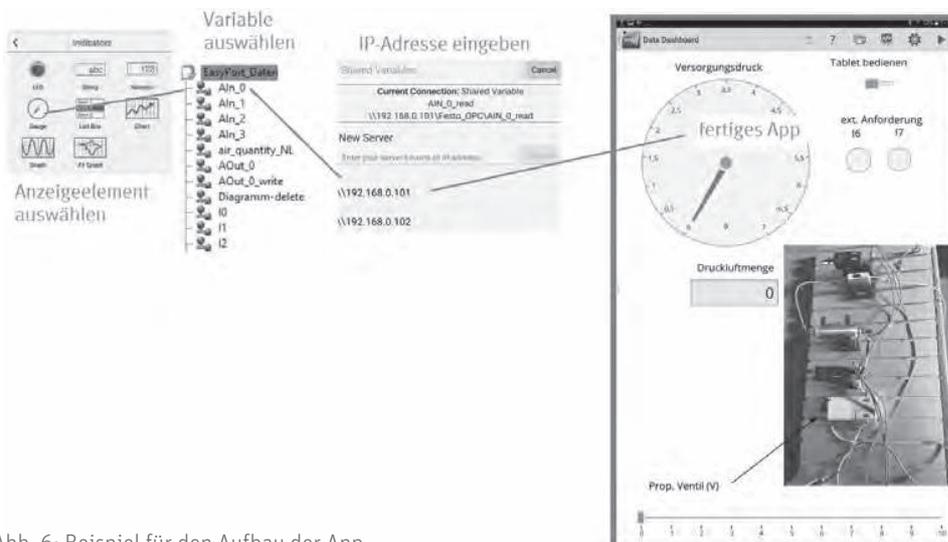


Abb. 6: Beispiel für den Aufbau der App

- Abfragen aller IP-Adressen, welche bei der Anlage beteiligt sind,
- Parametrieren bzw. Erstellen einer App auf mobilem Endgerät, hierbei Datentypen BOOL, Double.

UNTERRICHTSPROJEKT „PRÄGESTATION“

Das Projekt besteht aus mehreren Stationen. Bei den Stationen 3, 4 und 5 wird der Prozess nur vereinfacht und sehr kurz dargestellt. Der Schwerpunkt liegt in den Stationen 1 und 2. In allen Stationen werden mobile Endgeräte eingesetzt, wobei

die Lernenden vor allem ihr eigenes Gerät verwenden können.

Bei einer individuellen Fertigung von Werkstücken kann die Information zum Verfahren auf dem Werkstück mit einem DataMatrix-Code vorhanden sein. Der Code wird oft mit der Lasertechnologie fest auf das Werkstück eingebrannt. Somit können Bearbeitungsschritte an den Arbeitsstationen ausgelesen werden. Wenn nach einem Bearbeitungsschritt dieser auf dem Werkstück dokumentiert werden soll, dann muss bei diesem Verfahren erneut ein Label gelasert werden.

Bei der RFID-Technologie können die Transponder mehrmals gelesen und einfach auch beschrieben werden. Die NFC (Near Field Communication, Nahfeldkoppelung) basiert auf der RFID Technologie und zeichnet sich durch ein spezielles Kopplungsverfahren aus, das in einem Standard genormt ist (ISO 14443, 18092, 21481). Dabei ist neben dem Kopplungsverfahren auch der Frequenzbereich festgelegt (135 kHz; 13,56 MHz nach ISO 18000-2, -3; 22536). Der max. Abstand zum Schreiben/Lesen beträgt ca. 5 cm. Im kommerziellen Bereich ist diese Technologie inzwischen Standard. Deshalb ist auch auf den meisten Smartphones ein NFC-Chip integriert. In diesem Projekt ist nur ein einfacher Text (String) zu lesen und zu schreiben. Dies soll auch mit den Smartphones der Lernenden möglich sein, sodass die NFC-Technologie im Projekt eingesetzt wird. Der Inhalt des Transponders ist jeweils vom Datentyp String.

Es werden in diesem Projekt Werkstücke mit Pneumatikzylinder geprägt. Auf dem Werkstück ist ein Transponder aufgeklebt, welcher beschrieben und gelesen wird. Damit das Ganze einfach bleibt und mit wenig Kosten an Schulen umgesetzt werden kann, wird vieles von Hand erledigt, sodass es für den Lernenden auch übersichtlich

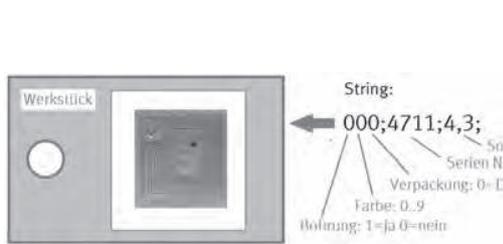


Abb. 7: Werkstück mit Transponder, Aufbau Datenstring

bleibt. Es geht hier auch nicht um die Vollautomatisierung einer Fertigung, sondern um einen verstehenden Umgang mit den eingesetzten Technologien.

Station 1: Aufkleben und Schreiben des Transponders

Damit eine Mehrfachverwendung möglich ist, werden die Transponder z. B. mit Tesafilm auf das Werkstück geklebt. Das Werkstück bzw. der Transponder wird nun entweder mit dem Smartphone (z. B. App „TagWriter“) oder mit der Software „RFID_Einstellen.EXE“ und dem Schreib-Lese-Gerät (z. B. TS-HRW38) beschrieben (siehe Abb. 8). Abb. 7 zeigt den Aufbau des Datenstrings: Produktionsinformation, 4-stellige Seriennummer, Sollprägedruck in bar. Diese Struktur ist unbedingt einzuhalten, weil später die Prägesoftware darauf zugreift. Die Informationen sind jeweils durch ein Semikolon zu trennen. Damit können später die Daten als *.csv-Datei abgelegt und diese kann dann direkt mit Excel gelesen und weiter ausgewertet werden.

Als Zusatzübung ist möglich, dass ein Lernender bzw. ein Team prüfen, ob der String auch auf dem Transponder vorhanden ist. Dabei sind folgende Prüfoptionen möglich:

- Einfach den Transponder an eine NFC-fähiges Smartphone halten, um den gelesenen String zu vergleichen.
- Mit der Software RFID_Einstellen.EXE auslesen und vergleichen.
- Mit der App „TagInfo NXP“ die Daten auslesen. Hier werden die Daten dann auch als ASCII-Hex-Zahlen dargestellt (siehe Abb. 9). Mithilfe einer ASCII-Tabelle können die Lernenden die Hex-Zahlen sodann vergleichen.

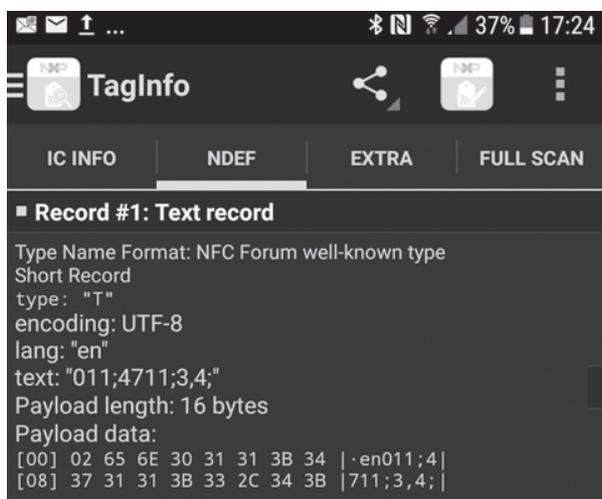


Abb. 9: Transponder mit App „TagInfo NXP“ gelesen

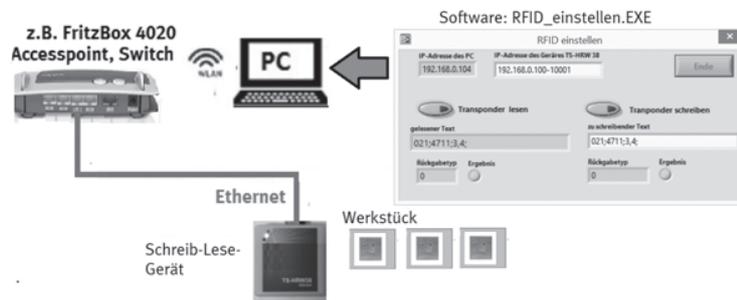


Abb. 8: Anordnung zum Lesen und Schreiben über PC-Software

Zusammenfassend werden mit der „Station 1“ folgende Inhalte aus dem „Digitalen Alphabet“ thematisiert:

- Von einer Auftrags-Tabelle die Daten lesen und im gewünschten Format auf den Transponder schreiben.
- Erstellen eines *.csv – lesbaren Strings,
- Anschluss eines Gerätes an LAN-WLAN,
- Prüfen der IP-Adressen (CMD → ipconfig ... ping ...), hier auch zusätzlich die Port-Adresse.

Station 2: Werkstück prägen

Die Prägestation wird an die Energiestation angebunden, sodass die pneumatische Energie überwacht werden kann. Während der Fertigung übernimmt eine Gruppe von Lernenden das Bedienen/Überwachen/Auswerten der pneumatischen Energie (siehe links Abb. 10). Der pneumatische Teil (siehe rechts Abb. 10) ist energieeffizient gestaltet. Er besteht aus einem monostabilen 5/2 Wegevventil, Zuluftdrosselung und Kolbenbewegung (einfahren) mit Druckregelventil (ca. 1 bar). Die Versorgung mit Druckluft erfolgt über die Energiestation, die nur den notwendigen Druck zu Verfügung stellt. Energieeffizienz lässt sich durch geeignete Maßnahmen herstellen.

- Kurze dünne Schläuche vom Ventil zum Zylinder (Totraum),
- Einfahren nur mit dem notwendigen Druck (Druckregelventil),
- Steuerung (LOGO!8) fordert nur Druckluft an, wenn ein Werkstück geprägt wird.
- An der Energiestation wird nur der Druck eingestellt, der max. zum Prägen erforderlich ist. Z. B. Prägedruck max. 5 bar, dann werden an der Energiestation 5,5 bar eingestellt.

Als Steuerung wird für die Prägestation eine Siemens LOGO!8 verwendet. Diese wird wie der RFID/NFC Leser-Schreiber über LAN-WLAN mit den Accesspoint verbunden. Die PCs sind über WLAN mit der Steuerung bzw. mit dem Easy Port verbunden.

Die Anlage wird vom Programm „LOGO_Praegen_RFID.EXE“ (siehe Abb. 11) gesteuert. Die Bedienung sieht folgendermaßen aus:

- Einlesen des Werker-Namens von dessen „Mitarbeiter-Ausweis“, dieser trägt einen NFC lesbaren Transponder,
- Starten des OPC-Servers und Starten der Software (Start-Button),

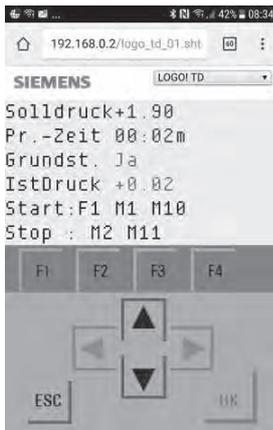


Abb. 13: LOGO! Webserver Darstellung auf Smartphone

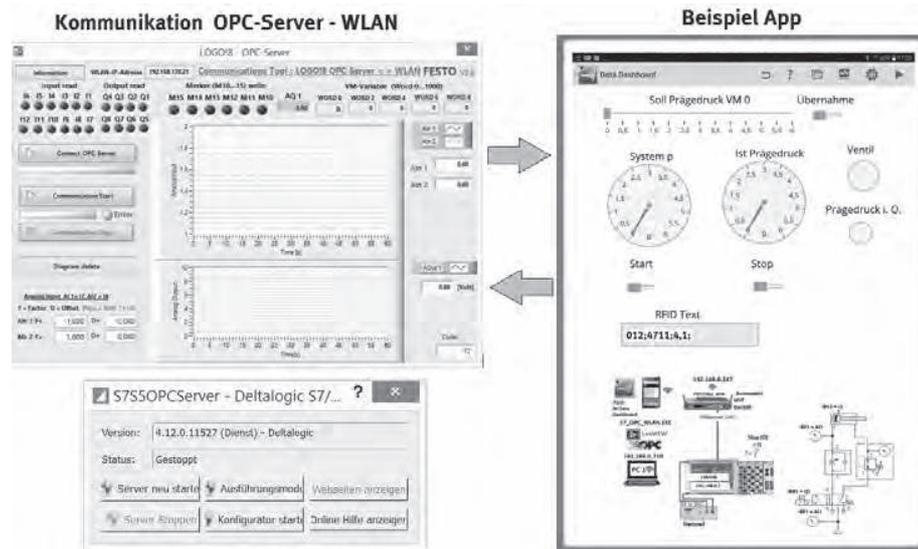


Abb. 14: Verbindung mit mobilen Endgeräten

- Anschluss der Geräte an LAN-WLAN,
- Prüfen der IP-Adressen (CMD → ipconfig ... ping ...),
- Erstellen eines SPS-Programms mit Aufbau eines Text-displays, Freischalten des Webservers und ext. Zugriff,
- Anwenden eines Webservers auf mobilem Endgerät,
- Erstellen einer App-Seite auf mobilem Endgerät.

Station 3: Werkstück Bohren

An dieser Arbeitsstation wird mit einem Smartphone oder einem PC mit Software der Transponder der Werkstücke ausgelesen. Im Falle einer gewünschten Bohrung wird an einer konventionellen Bohrmaschine mit Vorrichtung das Werkstück gebohrt.

Beispiele: 0 = keine Bohrung, 6 = 6 mm Bohrung, 8 = 8 mm Bohrung.

Wenn anstatt der realen Bohrung nur ein Aufkleber verwendet wird, können die Werkstücke immer wieder verwendet werden.

Station 4: Werkstück Lackieren

An dieser Arbeitsstation wird mit einem Smartphone oder einem PC mit Software der Transponder der Werkstücke ausgelesen (s. o.).

Beispiele: 0 = kein Farbe, 1 = verzinken, 2 = schwarz lackieren, 3 = rot lackieren.

Da i. d. R. weder eine Verzinkerei noch eine Lackieranlage zur Verfügung stehen, wird didaktisch sinnvoll das Werkstück, je nach Farbe, einfach mit einem Stück farbigen Klebeband beklebt. Somit kann das Klebeband einfach entfernt und die Werkstücke für einen neuen Unterricht wieder verwendet werden.

Station 5: Werkstück prüfen

Die Lernenden laden den Auftrag (z. B. Excel-Liste) auf den PC, nehmen Werkstück für Werkstück, lesen mit dem Smartphone den Transponder aus und vergleichen den Inhalt mit der Liste auf Fehlerfreiheit. Anschließend kann der Transponder jeweils wieder gelöscht werden und steht für einen erneuten Unterricht zur Verfügung.

Anmerkung

Für weitere Informationen siehe www.automatisierungs-und-informationstechnik.de (H. Kaufmann-Website).

MATTHIAS BECKER, MARTIN FRENZ, KLAUS JENEWEIN, MICHAEL SCHENK (Hg.): Digitalisierung und Fachkräftesicherung. Herausforderung für die gewerblich-technischen Wissenschaften und ihre Didaktiken. Reihe: Berufsbildung, Arbeit und Innovation, Band 53. 430 Seiten, Bielefeld 2019. 47,90 Euro. ISBN 978-3-7639-6059. Auch als E-Book erhältlich.

In Zeiten von Globalisierung und Digitalisierung verändern sich die Bedingungen im Beschäftigungs- und Gesellschaftssystem rasant. Insbesondere auf dem Arbeitsmarkt werden die berufliche Facharbeit und die damit verbundenen Aufgaben, Kompetenzen, Kenntnisse und Fähigkeiten infolge der Digitalisierung neu bestimmt. Traditionelle Fähigkeiten werden durch die unterschiedlichsten Formen der Digitalisierung verändert sowie mit dispositiven und planerischen Kompetenzen verknüpft oder gänzlich verändert bzw. obsolet. Auf die Veränderung der berufsförmigen Arbeit muss mit neuen Konzepten geantwortet werden.

Mit den Beiträgen des Sammelbandes werden die wissenschaftlichen Ergebnisse zur Digitalisierung und Fachkräftesicherung dokumentiert, die auf der 20. Herbstkonferenz der „Arbeitsgemeinschaft Gewerblich-Technische Wissenschaften und ihre Didaktiken (gtw)“ im Oktober 2018 in Magdeburg diskutiert wurden. Die Breite der Thematik und der untersuchten Handlungsansätze zeigt sich bereits durch die vorliegenden 28 Beiträge und die von den Herausgebern dargelegten Absichten.

Nach einer informativen Einführung der Herausgeber zur „Digitalisierung und Fachkräftesicherung“ werden die Intentionen dieses Buchs herausgestellt.

Das Buch ist in zwei große Kapitel gegliedert. Der erste sehr umfangreiche Teil steht unter dem Titel „Digitalisierung – Wandel in Ausbildungs- und Arbeitswelten“, der zweite etwas schmalere Teil trägt die Überschrift „Fachkräftesicherung der Zukunft“. Mit dem sehr



breit und umfassend angelegten Kapitel „Digitalisierung – Wandel in Ausbildungs- und Arbeitswelten“ wird einleitend die „Entwicklung und Gestaltung digitaler Arbeit“ in sehr gelungener und informativer Weise aufgerissen. Danach erfolgt eine sinnvolle Gliederung in die Themenbereiche „Arbeitswelten im Wandel“, „Veränderungen in industriellen Arbeits- und Bildungsprozessen“ und „Digitalisierungsprozesse in der gewerblich-technischen Domäne ‚Bau- und Holztechnik‘“.

Im ersten Unterkapitel „Arbeitswelten im Wandel“ werden mit sechs ausgewählten Beiträgen wesentliche und bedeutsame Themenbereiche der Digitalisierung unter der didaktischen Perspektive dargestellt. Dabei werden insbesondere die didaktisch-methodischen Aspekte der Gestaltung von Assistenzsystemen, interaktiven Visualisierungsmöglichkeiten, interdisziplinärer Engineeringsoftware, additiven Technologien und des Gesundheitsschutzes sowie des Arbeitsschutzes mehrperspektivisch thematisiert.

Das zweite Unterkapitel „Veränderungen in industriellen Arbeits-

und Bildungsprozessen“ enthält sieben Beiträge, die auf spezifische Bereiche der Aus- und Weiterbildungsanforderungen für Berufe in der digitalisierten Industrie ausgerichtet sind. Dabei werden berufswissenschaftliche Deckungsanalysen, Modellvorhaben zur Lösung von Herausforderungen durch die Digitalisierung, Entwicklungsprozesse zur Fachschulgestaltung, Perspektiven der Weiterbildung von Produktionsmitarbeiter/-innen, Probleme der Weiterbildung des Ausbildungspersonals, Fragen des Wissensmanagements im Kfz-Service und arbeitswissenschaftliche Ergebnisse für den Fortbildungsberuf „Prozessmanager in Produktionstechnologie“ jeweils in sehr umfassender Weise vorgestellt.

Im dritten Unterkapitel „Digitalisierungsprozesse in der gewerblich-technischen Domäne ‚Bau- und Holztechnik‘“ finden sich sechs Beiträge. Hier werden die Auswirkungen und Folgen der Digitalisierung für die Bauarbeit, die erkennbar werdenden Entwicklungstendenzen bei der Einführung neuer Technologien im Baubereich, die Möglichkeiten durch Rechnerunterstützung bei der Bauarbeit, der Bauausführung und für bauberufliches Lernen aufgezeigt. Darüber hinaus werden digitale Lern- und Arbeitsprozesse im Bereich der Holztechnik und der Sinn von Handskizzen in digitalisierten Lernumgebungen von Bauzeichner/-innen behandelt.

Kapitel II „Fachkräftesicherung der Zukunft“ erhält – anders als Kapitel I – keine einleitende Einleitung. Auch ist eine Untergliederung nicht vorhanden, was bei der Zahl von sieben dort vorliegenden

Beiträgen nicht erforderlich erscheint. Zum Thema „Fachkräftesicherung“ werden einige Möglichkeiten durch ausgewählte Aspekte beleuchtet. Betrachtet werden die Ausbildung von Zuwanderern, die Sicherung des Fachkräftebedarfs, die Steigerung der Attraktivität der gewerblich-technischen Ausbildungsberufe, Lernkonzepte für die betriebliche Aus- und Weiterbildung, Fachkräftesicherung durch die Integration von Lern- und Arbeitsprozessen, Förderung der mündlichen Kommunikationsfähigkeit und Möglichkeiten des Unterrichts mit Migranten. Angesichts der inhaltlichen Breite dieses Kapitels wäre allerdings hilf-

reich, wenn der Zusammenhang der Beiträge zur Frage der Fachkräftesicherung ebenso wie bei Kapitel I in einem einführenden Beitrag herausgestellt würde.

Auch bei Berücksichtigung der kritischen Anmerkungen ist festzustellen, dass mit dem Sammelband eine solide Diskussionsgrundlage zur Weiterentwicklung der gewerblich-technischen Wissenschaften und ihrer Didaktiken angeboten wird. Mit der überwiegenden Zahl der Beiträge, die neue Ergebnisse der technikdidaktischen Forschung und Entwicklung vorstellen, werden viele anregende Impulse für Entschei-

dungen über eine neue Ausrichtung der beruflichen Bildung und Didaktik unter den Bedingungen der Digitalisierung und der damit verbundenen Veränderung der Berufs- und Arbeitswelt gesetzt. Auch wenn die Zielgruppe dieses Buch vorrangig Angehörige der wissenschaftlichen Community sein werden, sind viele Beiträge auch den Akteuren der Berufsbildungspolitik und der Bildungspraxis unbedingt als Lektüre zu empfehlen.

Jörg-Peter Pahl

Verzeichnis der Autoren

AYEN, FERDINAND

Geschäftsführer, Klett Präsenzlernen Osteuropa GmbH, Stuttgart, f.ayen@klett-bildung.de

BACKHAUS, MARIUS

Lehrkraft im Vorbereitungsdienst, BBZ-Rendsburg-Eckernförde, marius.backhaus@bbz-rd-eck.de

BEIER, FLORIAN

StD, Abteilungsleiter für Elektrotechnik an den Berufsbildenden Schulen Neustadt der Region Hannover, beier.florian@bbs-nrue.de

FÄRBER, BERND

Technischer Lehrer, Technische Schule Heidenheim a. d. Brenz, Faerber@heid-tech.de

GRIMM, AXEL

Prof. Dr., Hochschullehrer, Europa-Universität Flensburg, Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik (biat), Berufliche Fachrichtungen Elektrotechnik und Informationstechnik und deren Didaktiken, axel.grimm@biat.uni-flensburg.de

KAUFMANN, HANS

StD a. D., HansKaufmann@gmx.de

LINK, NICO

Dr., Juniorprofessor für Informatik und Technische Bildung an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe, nico.link@ph-karlsruhe.de

PAHL, JÖRG-PETER

Prof. Dr., em. Hochschullehrer, Technische Universität Dresden, Institut für berufliche Fachrichtungen (IBF), joergpahl@aol.com

RAUNER, FELIX

Prof. Dr. Dr. h. c., Leiter der Forschungsgruppe Berufsbildungsforschung (i:BB), Universität Bremen

SCHÖBICHEN, RANDOLPH

M. Sc., wissenschaftlicher Mitarbeiter, Pädagogische Hochschule Freiburg, Institut für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, randolph.schoebichen@ph-freiburg.de

SPATTA, BASTIAN

OStR, M. Sc. Berufspädagogik/Ingenieurwissenschaften, spatta@fes-es.de

STEFFEN, NIKOLAUS

Dr., AOR, Pädagogische Hochschule Freiburg, Institut für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, nsteffen@ph-freiburg.de

TÄRRE, MICHAEL

StD, Dr., Abteilungsleiter für studienbezogene Bildung an den Berufsbildenden Schulen Neustadt der Region Hannover, taerre.michael@bbs-nrue.de

WEBER, BERNHARD

StD, Carl Schaefer Schule Ludwigsburg, bweber@horrheim.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

Axel Grimm (Flensburg), Volkmar Herkner (Flensburg), Klaus Jenewein (Magdeburg), Georg Spöttl (Bremen)

Beirat

Matthias Becker (Hannover), Thomas Berben (Hamburg), Ralph Dreher (Siegen), Peter Hoffmann (Dillingen), Claudia Kalisch (Rostock), Andreas Lindner (München), Tamara Riehle (Siegen), Reiner Schlausch (Flensburg), Friedhelm Schütte (Berlin), Ulrich Schwenger (Heidelberg), Nikolaus Steffen (Freiburg), Thomas Vollmer (Hamburg), Lars Windelband (Schwäbisch-Gmünd)

Heftbetreuer: Axel Grimm/Michael Tärre

Titelbild: AdobeStock/BAG Archiv, Fertigungsstrecke BBS Neustadt der Region Hannover

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

lernen & lehren

**c/o StD Dr. Michael
Tärre**

Rehbockstr. 7
30167 Hannover
[taerre_michael@
hotmail.com](mailto:taerre_michael@hotmail.com)

**c/o Dr. Britta
Schlömer**

BBS Ammerland
Elmendorfer Str. 59
26160 Bad Zwischenahn
britta.schloemer@freenet.de

c/o Dr. Torben Karges

Europa-Universität Flensburg
Berufsbildungsinstitut Arbeit
und Technik (biat)
Auf dem Campus 1
24943 Flensburg
torben.karges@uni-flensburg.de

c/o StR Tim Richter

Nordstr. 6
31515 Wunstorf
tim.richter82@web.de

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

Verlag, Vertrieb und Gesamtherstellung

Roco Druck GmbH, Neuer Weg 48a, 38302 Wolfenbüttel, Telefon: (0 53 31) 97 01-0

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