

Schwerpunktthema
Neue Entwicklungen in den beruflichen Handlungsfeldern und Folgerungen für die Didaktiken

lernen & lehren

Elektrotechnik • Informationstechnik
Metalltechnik • Fahrzeugtechnik



Neue Entwicklungen in den beruflichen Handlungsfeldern und Folgerungen für die Didaktiken

Jörg-Peter Pahl

Freischaltung und Wiederinbetriebnahme eines eigensicheren Hochvoltsystems

Henrik Matthes/Klaus Jenewein

Lernunterstützung im Arbeitsprozess durch Web 2.0-Technologien

Tim Richter/Georg Spöttl

Implikationszusammenhang zwischen Entwicklungen im Handlungsfeld „Instandsetzen von technischen Systemen“ und der Didaktik

Jürgen Lehberger

Einbettung industrieller IT-Qualifizierungsangebote in die berufliche Erstausbildung

Michael Lotter

Photovoltaikanlagen – neue Anforderungen an Elektroinstallationen

Michael Tärre

Spezial 8

• Editorial

Teil A

- Ahrens & Gorldt

Teil B

- Dreher

Teil C

- Geffert
-
- Schmidt et al.
-
- Strating

Teil D

- Röhrig

Teil E

- Hill
-
- French
-
- Petersen & Jepsen

Teil F

- Hoffmann & Lotter
-
- Shen
-
- Hartmann et al.
-
- Lehberger

Zur Übersicht

bwp@ Spezial 8 - Februar 2015

**BAG ElektroMetall – 24. Fachtagung:
Arbeitsprozesse, Lernwege und berufliche
Neuordnung**

Hrsg.: Ulrich SCHWENGER, Reinhard GEFFERT, Thomas VOLLMER & Ulrich NEUSTOCK

Editorial Spezial 8

Beitrag von Ulrich SCHWENGER, Reinhard GEFFERT, Thomas VOLLMER & Ulrich NEUSTOCK

http://www.bwpat.de/spezial8/editorial_bag-elektro-metall-2015.pdf

© 2001 - 2015 bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik - online

Hrsg.: Karin Büchler, Martin Fischer, Franz Gramlinger, H.-Hugo Kremer und Tade Tramm
bwp@ erscheint 2x jährlich ausschließlich online
www.bwpat.de**ULRICH SCHWENGER, REINHARD GEFFERT, THOMAS VOLLMER
& ULI NEUSTOCK**

(BAG Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik e. V.)

Editorial zum Spezial 8:**BAG ElektroMetall – 24. Fachtagung:
Arbeitsprozesse, Lernwege und berufliche Neuordnung**

Für Betriebe und Unternehmen zeichnet sich vor dem Hintergrund technologischer Entwicklungen, des demografischen Wandels und einer höheren Studienbereitschaft ein deutlicher Fachkräftemangel ab. Immer häufiger können Ausbildungsplätze nicht besetzt werden. Eine attraktive Berufsbildung erfordert aber die stetige Anpassung an veränderte oder neue Arbeitsprozesse.

Bildungspolitische Maßnahmen und Förderprogramme zielen auf die Verbesserung der Zugänge zur Berufsausbildung und der Übergänge von Berufsausbildung in Beschäftigung, Hochschulbildung und berufliche Fortbildung. Im Rahmen des DQR belegt die Berufsbildung vier Niveaustufen und differenziert sich damit immer weiter aus. Dies spiegelt sich auch in bundeseinheitlichen Neuregelungen der Aus- und Fortbildung wider.

Eine Herausforderung insbesondere auf der Umsetzungsebene besteht darin, Lernwege in elektro- und metall-technischen Berufen zu schaffen, die es allen Jugendlichen ermöglichen, eine Berufsausbildung erfolgreich zu absolvieren und denjenigen, die Karriere machen wollen, entsprechende Entwicklungsmöglichkeiten zu eröffnen, um auch für sie eine Berufsausbildung attraktiv zu machen. Dabei sind Verknüpfungen von Ausbildung und Studium sowie Übergänge aus der Beruflichkeit an eine Hochschule weiter zu verbessern.

Die Beiträge stellen nicht nur neue Lern- und Karrierewege vor, sondern tragen auch zur Klärung bei, ob die aktuelle Tendenz, Kompetenzentwicklungen der Lernenden verstärkt systematisch zu erfassen und zu fördern, eine zukunftsweisende Weiterentwicklung der Berufsbildung darstellt, welche Konzepte vorliegen und welche Erfahrungen damit in der Praxis gemacht wurden. Ferner wird erörtert, welchen Beitrag die Berufsausbildung für Zukunftsstrategien vor allem solcher Regionen zu leisten vermag, die besonders mit den Folgen des demografischen Wandels und des prognostizierten Fachkräftemangels konfrontiert sind. Und weil diese Herausforderungen auch den jetzigen und künftigen Lehrkräften an den berufsbildenden Schulen ein kontinuierliches Lernen abverlangt, wird deren Professionalisierung ebenfalls thematisiert.

*Ulrich Schwenger, Reinhard Geffert, Thomas Vollmer & Uli Neustock
(Herausgeber des bwp@ Spezial 8)*

im Februar 2015

Inhalt

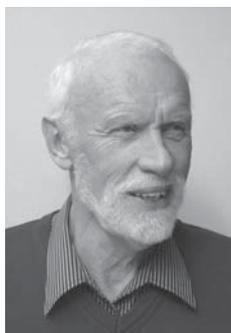
SCHWERPUNKT:

NEUE ENTWICKLUNGEN IN DEN BERUFLICHEN HANDLUNGSFELDERN UND FOLGERUNGEN FÜR DIE DIDAKTIKEN

- :
46 Editorial: Didaktische Schieflagen zwischen beruflichem Wissen und Können
Jörg-Peter Pahl/Michael Tärre
- Schwerpunkt**
48 Neue Entwicklungen in den beruflichen Handlungsfeldern und Folgerungen für die Didaktiken
Jörg-Peter Pahl
- Praxisbeiträge**
56 Freischaltung und Wiederinbetriebnahme eines eigensicheren Hochvoltsystems in der Ausbildung von Kraftfahrzeugmechatronikern für PKW-Instandsetzung
Henrik Matthes/Klaus Jenewein
- 61 Lernunterstützung im Arbeitsprozess durch Web 2.0-Technologien
Tim Richter/Georg Spöttl
- 66 Implikationszusammenhang zwischen Entwicklungen im Handlungsfeld „Instandsetzen von technischen Systemen“ und der Didaktik der beruflichen Fachrichtung Metalltechnik
Jürgen Lehberger
- 70 Einbettung industrieller IT-Qualifizierungsangebote in die berufliche Erstausbildung
Michael Lotter
- 76 Photovoltaikanlagen – neue Anforderungen an Elektroinstallationen
Michael Tärre
- Forum**
80 Zukünftige Bedeutung von CFK für metalltechnische Berufe – Mögliche Szenarien künftiger Facharbeit und daraus resultierende berufliche Kompetenzen
Florian Schmidt/Stephan Repp
- 83 Kompetenzerwerb für die Instandhaltung von Biogas-Blockheizkraftwerken
Hans-Peter Jensen/Reiner Schlausch
- Ständige Rubriken**
I–IV BAG aktuell 2/2015
88 Verzeichnis der Autoren
U 3 Impressum



Editorial: Didaktische Schief lagen zwischen beruflichem Wissen und Können



JÖRG-PETER PAHL



MICHAEL TÄRRE

Neue Technologien und sich wandelnde berufliche Handlungsfelder – wie sie beispielsweise mit der „Plattform Industrie 4.0“ beschrieben werden – stellen für die Akteure an beruflichen Schulen einen Anlass dar, über die daraus ableitbaren didaktisch-methodischen Folgerungen sowie über bestehende Leitvorstellungen oder -vorgaben nachzudenken.

Das gilt auch für die seit einigen Jahren vorgegebene – wenn nicht sogar oktroyierte – semantische Leitformel „Kompetenz“. In neueren Ordnungsmitteln werden Kompetenzen beschrieben und infolgedessen sollen Lehrkräfte schulische Curricula ebenfalls kompetenzorientiert entwickeln. Der deutsche Qualifikationsrahmen (DQR) unterscheidet z. B. zwei Kompetenzkategorien: „Fachkompetenz“, unterteilt in „Wissen“ und „Fertigkeiten“, und „Personale Kompetenz“, unterteilt in „Sozialkompetenz und Selbständigkeit“. Das zentrale Ziel ist der Erwerb einer umfassenden Handlungsfähigkeit, die die Fähigkeit und Bereitschaft zu fachlich fundiertem und verantwortlichem Handeln umfasst (vgl. www.dqr.de). Entsprechendes findet sich auch in fast allen aktuelleren Ordnungsmitteln. Einerseits werden zwei Kompetenzdimensionen „Fachkompetenz“ und „Personale Kompetenz“ unterschieden und andererseits unterteilt in Kompetenzdimension (Sozialkompetenz) und Persönlichkeitsmerkmal (Selbständigkeit). Methodenkompetenz wird explizit nicht erläutert. Weiterhin bleibt fragwürdig, inwieweit „Personale Kompetenz“ überhaupt messbar und darüber hinaus sogar zertifizierbar ist. Jedoch ist die von FRANZ WEINERT in seinem Buch „Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit“ vorgelegte definitionsartige Beschreibung des Begriffes aus dem Jahr 2002 erhellend. Er bezeichnet als „Kompetenzen die bei Individuen verfügbaren oder durch

sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können.“

Daran ist zunächst bemerkenswert, dass eine an Kompetenzen orientierte Bildung mit dem Problemlösen verbunden wird. Diese Verbindung ist sinnvoll. Die Problemlöseforschung hat eine lange Tradition und somit kann an entsprechende empirische Forschungsergebnisse angeknüpft werden. Mit dem nun an beruflichen Schulen fast bundesweit eingeführten Kompetenzkonzept als pädagogisches Paradigma hängt zusammen, dass im Gegensatz zum reinen Wissen auch das Können eingeschlossen ist. Das ist auch sehr sinnvoll. Diese erweiterte Ausrichtung auf das Können ist richtig, aber für den Berufsbildungsbereich nicht neu. Zumindest von den ausbildenden Betrieben wurde schon immer auch das Können gefordert.

Mit den in den letzten Jahren entstandenen Lehrplänen oder Curricula werden Lernfelder und Kompetenzen gefordert. Diese Curricula benennen häufig recht abstrakte Kompetenzen (z. B. Kommunikationskompetenz, Prozesskompetenz), enthalten aber nur noch relativ – im Vergleich zu früheren Lehrplänen – wenige Anhaltspunkte über konkrete Ziele und verbindliche Inhalte des Unterrichts. Nicht mehr ausgewiesen werden Lernziele und Lerninhalte. Die damit negierte Theorie wird mit dem Hinweis ausgeblendet, dass zeitgebundene Inhalte schnell veralten. Daher sollten Inhalte nur als Vehikel genommen werden, um mit ihnen Kompetenzen zu befördern und auszubilden. Letztere seien dann ebenso auf zukünftige Inhalte transferierbar. Lernerfolgskontrollen bekom-

men deshalb auch ein anderes Profil. Da die Standards von Berufsbildung durch Kompetenzen ausgelegt werden, sollte logischerweise die Überprüfung der Lernleistung durch Kompetenzmessung über entsprechende Tests erfolgen. Das Konzept erscheint damit als in sich geschlossene Theorie, das durch die Lehrkräfte nur noch in der Schulpraxis realisiert werden muss. Inwieweit allerdings im Rahmen von Tests z. B. Fach-, Methoden- und Sozialkompetenz gemessen und unterschieden werden können, muss sich erst noch zeigen.

Was ist nun aber das Neue und Bedenkenswerte am Kompetenzkonzept?

Im Gegensatz zu herkömmlichen Konzepten, die sich auf das Berufswissen richteten, erfolgt nun eine Hervorhebung oder sogar Fokussierung auf das Können, das heißt ein berufliches Anwendungskönnen. Es geht um die Lösung beruflicher Aufgaben und Probleme, wie sie im Beschäftigungssystem auftreten.

Das Besondere für die beruflichen Schulen ist nun, dass die Schülerinnen und Schüler durch einen Bildungsgang vielfältige Kompetenzen erwerben sollen. Große Bedeutung haben dabei – wie bei vielen Lehrplänen erkennbar – die sogenannten überfachlichen Kompetenzen, wie Humankompetenz, Sozialkompetenz, Lernkompetenz, Arbeitskompetenz, Medienkompetenz, Sprachkompetenz, Lesekompetenz, Schreibkompetenz, Kommunikationskompetenz. Diese und andere ähnliche Listen erfahren eine ständige, nahezu inflationäre Erweiterung. Es entsteht dadurch – auch wenn andererseits die Fachkompetenz benannt wird – die Vorstellung einer vom Fachwissen distanziierten Kompetenzbegrifflichkeit. Damit drängt sich der Eindruck auf, dass insbesondere Erwartungen an das Können und weniger an das Wissen formuliert werden.

Mit dem Kompetenzkonzept wird darüber hinaus – wie schon angemerkt – handlungsorientiertes Problemlösen in der Berufswelt zur wesentlichen, wenn nicht sogar ausschließlichen Aufgabe von Berufsausbildung.

Problematisch kann dabei werden, dass für die Lösung betriebs- und fachpraktischer Probleme, wie sie im Berufsleben auftreten, nicht zwangsläufig immer ein Hintergrundwissen erforderlich ist. Hierfür genügt in vielen Fällen auch eine einfache Handlungsanleitung. Wird nur die fachpraxisgerechte Problemlösung vermittelt, so ergibt sich als Konsequenz, dass dann im berufsfachlichen Unterricht systematische Wissenszusammenhänge eher in den Hintergrund treten und zwar zugunsten von vorgegebenen Arbeitsanleitungen oder nicht fundiert reflektierten Lösungen. Die berufspraktische Nutzungsmöglichkeit steht im Zentrum. Zugehöri-

ge Lernerfolgskontrollen durch wissensreduziert angelegte Kompetenzmessungen bestätigen dann die vermeintliche Richtigkeit des Lernvorhabens. Für überlastete Unterrichtsplaner erbringt die Ausrichtung auf Verwertungsmöglichkeiten außerdem Zustimmung von betrieblicher Seite, denn dort ist immer schon ein solches Können, das sehr spezialisiert ist und eine hohe Alterungstendenz aufweisen kann, als wichtig und gewünscht angesehen worden. Allerdings sind die Wissensstrukturen bzw. die systematischen Wissenszusammenhänge und die damit verbundene Wissensrepräsentation zentrale Bestandteile des Informationsverarbeitungsprozesses sowie aus Sicht der Expertisen- und Problemlöseforschung grundlegend für kompetentes Handeln und die Problemlösefähigkeit einer Person. Die Deskription von Personen, die über besonders umfangreiches Wissen verfügen, zeigte den engen Zusammenhang zwischen Wissensstrukturen und Problemlöse- und Lernprozessen, wie mit Veröffentlichungen wie „The Nature of Expertise“ von MICHELENE T. H. CHI, ROBERT GLASER und MARSHALL J. FARR bereits Ende der 1980er-Jahre festgestellt wurde. Zahlreiche Ergebnisse der psychologischen Problemlöseforschung der letzten Jahrzehnte deuten auf zwei wichtige Unterschiede hin, die den „guten“ vom „schlechten“ Problemlöser unterscheiden: Den Umfang des verfügbaren Wissens und seine Organisation.

Setzen sich – wegen der ständigen Überlastung der Lehrkräfte – Unterrichte über ein einseitig ausgelegtes Kompetenzkonzept durch, das vordergründig vor allem auf ein wenig begründetes Können gerichtet ist, so verlieren die beruflichen Schulen an Substanz. Die Frage nach dem „Warum“ des Machens tritt bei solchen Unterrichten in den Hintergrund. Handlungsorientierung verarmt zu Handlungsanweisungen, das Tun und Machen dominiert. Darüber hinaus wird mit einer derartigen schlichten Ausrichtung auf das Können die angestrebte Transferierbarkeit des Gelernten auf neue Inhalte und die Flexibilität für neue Aufgaben konterkariert. Die lebensweltliche Bedeutung der Berufsbildung verliert sich.

Richtet man den Blick über den einzelnen Unterricht hinaus auf die Schule insgesamt, so wird über eine derartige fast ausschließliche Ausrichtung auf das berufliche Können und die geringere Berücksichtigung des Wissens der Aufklärungsgedanke nicht berücksichtigt und das die Berufsschule tragende Konzept von Berufs- und Allgemeinbildung als Theoriefundament negiert. Berufliche Schulen würden den Kern von Bildung und Berufsbildung aufgeben und zu Stätten praktischer Ausbildung degenerieren. Im Spannungsfeld von Berufsbildung und Utilitarismus verliert sich der Bildungsgedanke. Eine der Ursachen dafür ist, dass Lehrkräfte seit Jahren zu

unveränderten Rahmenbedingungen ein fundiertes „Können“ quasi zum Nulltarif vermitteln sollen. Das ist bei den alltäglichen Belastungen an den beruflichen Schulen nicht möglich und führt zu Qualitätsverlust.

Mit den unter solchen Bedingungen entstehenden berufspädagogisch als negativ einzuschätzenden Ansätzen sind weitergehende Ansprüche – wie beispielsweise die nach Gestaltungsorientierung – nicht zu realisieren. Auch können Veränderungsprozesse, wie sie durch neue Technologien und die zugehörigen beruflichen Handlungsfelder ständig auftreten, von den Lernenden nicht in ihrer Bedeutung erfasst, vertieft reflektiert und verarbeitet werden. Hinsichtlich der Auswirkung auf die Beruflichkeit der zukünftigen Fachleute wäre das fatal. Dadurch können sich bei Absolventinnen und Absolventen beruflicher Schulen bereits in absehbarer Zeit Entberuflichungstendenzen bemerkbar machen.

Für die beruflichen Schulen im dualen Berufsbildungssystem, deren Leistungsfähigkeit bislang für

den Wirtschaftsstandort Deutschland als ein wesentlicher Faktor eingeschätzt wird, wäre eine solche Entwicklung katastrophal.

Unter Berücksichtigung der sichtbar werdenden lernorganisatorischen Probleme erscheint es angesagt, den Lehrkräften nicht nur bei anspruchsvollen Themen aus hochtechnologienahen beruflichen Handlungsfeldern größere unterrichtliche Freiräume zu eröffnen, damit sie das dafür erforderliche Fachwissen als Basis für das Berufskönnen umfassend ermitteln können. Auf einem so gewonnenen berufsfachlichen Fundament lassen sich gewandelte didaktisch-methodische Ansätze entwickeln. Damit kann die zu beobachtende didaktische Schiefelage zwischen Wissen und Können vermieden werden, indem auf der Basis fundierten Wissens vertiefende Problemlösungskonzepte entstehen, mit denen die berufsfachlichen Hintergründe erhellt und die Gestaltungsmöglichkeiten von Arbeit und Technik vertieft thematisiert werden können. Die beruflichen Schulen und das dort erworbene Berufskönnen erhält damit eine höhere Wertigkeit.

Neue Entwicklungen in den beruflichen Handlungsfeldern und Folgerungen für die Didaktiken



JÖRG-PETER PAHL

Neue Technologien und Arbeitsweisen haben in den beruflichen Schulen schon immer zu Veränderungen bei den didaktisch-methodischen Ansätzen geführt. Gegenwärtig ist absehbar, dass in naher Zukunft bei den hochtechnologienahen Berufen der technologische und auch gesellschaftliche Wandel zunehmen und zu weiterreichenden Ansprüchen an berufliches Lehren und Lernen führen wird.

ENTWICKLUNGEN IN DEN ARBEITS- UND TECHNIKBEREICHEN

Sprunghafte Veränderungen von Arbeit und Technik in hochtechnologienahen Sektoren

Vernetzungen im Bereich von Arbeit und Technik, d. h. insbesondere bei der virtuellen und realen Fertigung und Instandhaltung, nehmen seit Jahren ständig zu. Digitalisierung, Informatisierung und das Internet verändern die Arbeitswelt. Bei global eingebundenen Hochtechnologiestandorten wie Deutschland ist ein zunehmend vermehrter und sprunghafter Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien bei der industriellen Produktion, aber auch

im Handwerk, selbst in den gewerblich-technischen Dienstleistungen festzustellen. Diese Entwicklung bis hin zu „Cyber-Physical Systems“ beeinflusst auch die beruflichen Fachrichtungen „Elektrotechnik“, „Informationstechnik“, „Kraftfahrzeugtechnik“, „Metalltechnik“ und „Versorgungstechnik“.

Insbesondere für die in diesen Sektoren und den zugehörigen Berufsbildungsstätten Tätigen sind einige Thesen, die vom wissenschaftlichen Beirat der Plattform Industrie 4.0 (www.plattform-i40.de/) formuliert worden sind, bedenkenswert. Für diese Technikbereiche werden unter anderem folgende weitreichende Entwicklungen prognostiziert:

- „Die Vernetzung und Individualisierung der Produkte und Geschäftsprozesse“ führt dazu, dass „Lösungen selbst schneller gefunden werden“ können.
- „Die Ressourceneffektivität und -effizienz kann kontinuierlich geplant, umgesetzt, überwacht und autonom optimiert werden.“
- „Intelligente Produkte sind aktive Informationsträger und über alle Lebenszyklusphasen adressier- und identifizierbar.“
- „Systemkomponenten sind auch innerhalb von Produktionsmitteln adressier- und identifizierbar. Sie unterstützen die virtuelle Planung von Produktionssystemen und -prozessen.“
(WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT 2014)

Hiermit bahnen sich zumindest in der Industrie, aber auch in den an neuen Technologien orientierten Handwerksbereichen in ihren Folgen nur schwer abschätzbare Veränderungen bei den beruflichen Handlungsfeldern an.

Mensch, Arbeit und Lernarbeit

Solche Entwicklungen werden auch die einzelnen Menschen zunehmend bei ihrer Berufsarbeit beeinflussen. Unter zukunftsorientierter Perspektive benennt der schon zitierte wissenschaftliche Beirat technologische Entwicklungen mit ihren Wirkungen auf den Menschen, die positive berufsdidaktische Folgen nach sich ziehen können:

- „Vielfältige Möglichkeiten für eine humanorientierte Gestaltung der Arbeitsorganisation werden entstehen, auch im Sinne von Selbstorganisation und Autonomie.“
- Die entstehenden sozio-technischen Systeme bieten „die Chance, das Aufgabenspektrum der Mitarbeiter zu erweitern, ihre Qualifikationen und Handlungsspielräume zu erhöhen sowie ihren Zugang zu Wissen deutlich zu verbessern.“
- „Lernförderliche Arbeitsmittel (Learninstruments) und kommunizierbare Arbeitsformen (Community of Practice) erhöhen die Lehr- und Lernproduktivität, neue Ausbildungsinhalte mit einem zunehmend hohen Anteil an IT-Kompetenzen entstehen. Systeme sind für den Anwender einfach zu verstehen, intuitiv zu bedienen, sie sind lernförderlich und reagieren verlässlich.“
(WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT 2014)

Insgesamt ist festzustellen, dass die von dem wissenschaftlichen Beirat beschriebenen Entwicklungen als

völlig neu und überaus optimistisch dargestellt werden. Die öffentliche Forschungsförderung bspw. des BMBF hat sich dieser Entwicklung verschrieben und unterstützt sie mit beträchtlichen Forschungsmitteln. Kritik findet sich kaum.

Die Behauptung der Neuheit relativiert sich allerdings bei einer Betrachtung der aktuellen Entwicklung der Ausbildungsberufe, denn ansatzweise finden sich für einige Ausbildungsberufe entsprechende Tendenzen mittlerweile schon seit Jahren auch in den Ordnungsmitteln als IT-Kompetenzen. So werden beispielsweise in einem Lehrplan für die höhere Berufsfachschule, Fachrichtung IT-Systeme, folgende Kompetenzen angestrebt:

„Mechanismen aktueller Betriebssysteme zur Verwaltung von Prozessen, Speichern, Dateien und Benutzern analysieren, dokumentieren und entsprechend eines Anforderungsprofils konfigurieren.“

Betriebssystem und systemunterstützende Anwendungen entsprechend eines Anforderungsprofils installieren, konfigurieren und dokumentieren.

Für typische Aufgaben der Systemadministration Skripte programmieren und einsetzen.“ (LEHRPLAN RHEINLAND-PFALZ 2009, Lernbereich 8, S. 20).

Auch ist zumindest an der euphemistischen Darstellung und Einschätzung der technischen Informationstechnik als kritisch anzumerken, dass

- (1) eine Vielzahl von Programmen, Diagnosesystemen, Entwicklungssystemen etc. ein überaus großes Angebot an Funktionen enthält, das die Anwender nur zu einem sehr geringen Anteil auch wirklich anwenden (können). Die Funktionalität wird bei Weitem nicht ausgeschöpft oder sie überfordert den Nutzer.
- (2) die Systeme sind häufig nicht einfach zu verstehen, da sie von Ingenieuren entwickelt und von Facharbeitern angewendet werden sollen, die häufig eine ganz andere Zugangs- und Sichtweise haben.
- (3) Lernvorgänge im Umgang mit Systemen teilweise außerordentlich aufwändig sind und zum Teil auch sehr lückenhafte Ergebnisse aufweisen.

Unabhängig von den kritischen Anmerkungen deutet sich ein Paradigmenwechsel an. Zukünftige Berufsarbeit wird – soweit absehbar – vermehrt selbstregulierende Arbeitsvollzüge und eigeninitiatives Handeln der Mitarbeiter erforderlich machen. Mit den neuen Technologien ergeben sich positive Pers-

pektiven und Möglichkeiten, bei entsprechender persönlicher Interessenlage Eigeninitiativen einzubringen und wirksam werden zu lassen. Anspruchsvolle Formen der Aufgabenerfüllungen können auf der Basis der von den Mitarbeitern kreativ auszufüllenden Handlungsspielräume entstehen.

Solche aktuellen und prognostizierten Trends bei Arbeit und Technik im Beschäftigungssystem und sogar im Berufsbildungssystem zeigen sich ansatzweise schon heute in den Bereichen der Elektrotechnik, Informationstechnik, Kraftfahrzeugtechnik, Metalltechnik und Versorgungstechnik. Damit deuten sich auch neue Aspekte für berufliches Lehren und Lernen an.

BERUFSFACHLICHKEIT UND NEUE BERUFLICHE HANDLUNGSFELDER

Erweiterung der Berufsfachlichkeit unter besonderer Berücksichtigung zukünftiger Handlungsfelder

Berufliche Handlungsfelder bedürfen insbesondere bei technologischen Entwicklungssprüngen besonderer Beachtung und Aufmerksamkeit. Die mit den auftretenden neuen Technologien verbundenen positiven Optionen für eine zukünftige Arbeitswelt lassen eine Berufsbildung, die auf Fachlichkeit ausgerichtet ist, in einem neuen Licht erscheinen. Für die Entwicklung der Facharbeit, der Fachlichkeit und einer modernen Beruflichkeit sind auch die neueren Entwicklungen bei den betrieblichen Prozessen äußerst relevant. Dagegen verlieren die auch zukünftig auftretenden tayloristischen und fragmentierten Tätigkeiten unter berufsdidaktischer Perspektive zunehmend an Bedeutung. Unter Berücksichtigung der neuen Entwicklungen kann sich die Berufsfachlichkeit erweitern und damit zugleich die Facharbeit eine Aufwertung erfahren. In zahlreichen Ausbildungsberufen (z. B. IT-Berufe, Mechatroniker/-in etc.) hat diese Aufwertung schon stattgefunden, die nicht nur an den Ordnungsmitteln deutlich wird, sondern auch an der Entlohnung abzulesen ist. Dieses zeigt sich beispielhaft wegen seiner fachgebietsübergreifenden und hochtechnologienahen Tätigkeitsinhalte insbesondere auch am Beruf „Kraftfahrzeugmechatroniker/-in“, der als Paradigma eines modernen Berufes angesehen werden kann.

Aber bei allen Industrie- und Handwerksberufen lässt sich keinesfalls eine solche Bewertung ohne weiteres und ad hoc vornehmen. Mit den zugehörigen Berufsfeldern, Berufsgruppen bzw. Berufsfamilien lassen

sich die Berufe, die von dem technologischen Wandel betroffen sein können, zwar benennen, jedoch ist kaum prognostizierbar, für welche Entwicklung in besonderer Weise zutreffen kann. Die neuen beruflichen Tätigkeiten, die Handlungsfelder und die erforderliche Berufsfachlichkeit, die in den einzelnen Berufen charakteristisch und bedeutsam sind, lassen sich pauschal zum Teil noch nicht einmal grobstrukturell erfassen.

Deshalb besteht hier in nächster Zeit die Notwendigkeit und Aufgabe, die möglicherweise betroffenen Berufe genauer zu untersuchen.

Untersuchungen zu beruflichen Handlungsfeldern des Beschäftigungssystems und Handlungsfeldern im Vorraum didaktischer Überlegungen

Um die Veränderungen der Anforderungen durch die gewandelten Bedingungen nicht nur punktuell, sondern in voller Breite zu erfassen, bedarf es genauerer berufswissenschaftlicher Untersuchungen. Für ein solches Vorhaben sind aber Ressourcen notwendig, über die die Vertreter beruflicher Fachrichtungen an den Hochschulen nicht verfügen und die von der Bildungspolitik nicht bereitgestellt werden. Von berufswissenschaftlicher Seite werden die Handlungsfelder nur sehr punktuell oder ausschnittsweise in das Blickfeld gerückt. Soweit dieses aber geschehen ist, zeigen die systematischen berufswissenschaftlichen Untersuchungen viele wichtige Erkenntnisse, die bislang in dem Merkmalsreichtum und der Vertiefung nicht bekannt waren. Dazu gehören u. a. auch die Untersuchungen zum High Speed Cutting (PAHL/HERKNER 2004). Dennoch ist festzustellen: Berufswissenschaftliche Untersuchungen in der Breite der vorhandenen Berufsfelder und Berufe fehlen. Von daher sind die berufswissenschaftlichen Aussagen zu den Handlungsfeldern defizitär.

Dagegen finden sich an den beruflichen Schulen entsprechende Ansätze zur Erfassung der innovativen Handlungsfelder in der erforderlichen Breite, wenn auch nicht in der gewünschten Tiefe. In den Lehrplankommissionen und Lernfeldteams werden im Rahmen der Vorarbeiten zu Lernfeldkonzepten Überlegungen zu den jeweiligen Handlungsfeldern diskutiert. Dabei kann ein Fundament gelegt werden, mit dem eine Aufbereitung von neuen Themen oder beruflichen Handlungsfeldern als Teamaufgabe möglich werden kann. Dieses ist nicht neu.

Festzustellen ist, dass der Bereich, mit dem die Anforderungen, Inhalte, Kompetenzen und Ziele der

Berufe, d. h. Berufsfachlichkeit, bestimmt werden, schon seit Langem im Vorfeld berufs- und fachdidaktischer Überlegungen von engagierten Lehrkräften vorgenommen wird. Dabei werden Rückmeldungen aus den Betrieben, Notizen von Messebesuchen, Protokolle von Exkursionen oder Erkenntnisse aus dem Literaturstudium herangezogen. Erkennbar wird hiermit, in welcher Weise sich berufliche Handlungsfelder und damit die Berufsfachlichkeit verändern.

Wenn zu neueren Entwicklungen der Berufsarbeit und Arbeitsprozesse gar keine spezifischen berufswissenschaftlichen Ergebnisse und Aussagen vorliegen, sollte und wird teilweise auch in den beruflichen Schulen versucht, ein berufliches Handlungsfeld auszuleuchten. Die Arbeiten im Vorfeld von Ausbildung oder Unterricht dazu können als „kleine Untersuchung“ angesehen werden, die zwar wissenschaftlichen Ansprüchen nicht vollständig genügen kann und muss, aber dennoch zu einer besseren Fundierung der nachfolgenden didaktischen und methodischen Aufarbeitung führt. Beim momentan noch lückenhaften Stand berufswissenschaftlicher Ergebnisse können für die Schulen Checklisten im Vorfeld didaktisch-methodischer Überlegungen zu einer ersten Ausleuchtung des beruflichen Handlungsfeldes hilfreich sein.

Hinzu kommt, dass bei erfahrenen Lehrkräften ein fundiertes Wissen als Basis bei der Untersuchung neuer Technologien vorausgesetzt werden kann. Dieses hat sich bei den schulischen Experten vor dem Hintergrund dessen entwickelt, was im Beschäftigungssystem mit den zugehörigen Technik- und Arbeitsbereichen der jeweiligen Berufe als relevant erachtet wurde. Berufliche Handlungsfelder sind berufs-, lebens- und gesellschaftsrelevante Arbeitsbereiche im Beschäftigungssystem. Diese müssen insbesondere daraufhin untersucht werden, ob sie makrodidaktisch für berufliches Lehren und Lernen bedeutsam sind. Im Vorfeld didaktisch-methodischer Überlegungen sind also berufliche Handlungsfelder zu überprüfen, ob sie berufliche, gesellschaftliche und individuelle Fragestellungen und Problemlagen miteinander verknüpfen und in der Folge didaktisch umsetzbar erscheinen.

Um an den beruflichen Schulen ein Thema, einen Lerngegenstand oder ein berufliches Handlungsfeld zumindest ansatzweise in seiner berufswissenschaftlichen Dimension und Bedeutung für ein Ausbildungs- oder Unterrichtsvorhaben zu bestimmen und möglichst viele didaktisch bedeutsame Aspekte zu gewinnen, kann dieses mit Hilfe einer Checkliste ab-

gefragt und untersucht werden, insbesondere dann, wenn es nur wenige berufswissenschaftliche Aussagen gibt, in denen der Zusammenhang von Arbeit, Technik und Bildung erfasst worden ist (s. Abb. 1).

Nach der Untersuchung und Erfassung der relevanten berufswissenschaftlichen Aussagen sind das Handlungsfeld oder die beruflichen Handlungsfelder unter berufspädagogischer Perspektive mit Blick auf mögliche Lernfelder zu betrachten. Dazu gehören nach der Handlungsfeldanalyse das Beschreiben einzelner Handlungsfelder und im Übergang vom Handlungsfeld zum Lernfeld das „Beurteilen der erfassten Handlungsfelder hinsichtlich ihrer Eignung als Grundlage für Lernfelder (Grobeinschätzung) und Auswahl von Handlungsfeldern“ (BADER 2004, S. 117).

In der Folge sind die erfassten Handlungsfelder zu untersuchen nach:

- „Gegenwartsbedeutung,
- Zukunftsbedeutung,
- grundlegender und exemplarischer Bedeutung als Grundlage für eine Transformation zu Lernfeldern,
- ‚voll geeignet‘ (kann nach geringfügiger didaktischer Transformation zu einem Lernfeld ausgestaltet werden),
- ‚teilweise geeignet‘ (bedarf der Ergänzung und/oder Kürzung, jedenfalls der Umgestaltung),
- ‚nicht geeignet‘ (scheidet als Orientierung für ein Lernfeld aus).
- Welche der erfassten Handlungsfelder sind erforderlich, um die Arbeitsprozessstruktur abzubilden?“ (ebd.)

Mit der Checkliste und den daran anschließenden Schritten zur Bearbeitung neu aufkommender beruflicher Handlungsfelder lassen sich – quasi mit Bordmitteln der beruflichen Schulen – pragmatische und auch einigermaßen akzeptable Handlungsanalysen vornehmen. Eine vertiefte und umfassende berufswissenschaftliche Analyse von neuen beruflichen Handlungsfeldern ist damit noch nicht gegeben und unter Berücksichtigung der alltäglichen Belastungen der Lehrkräfte auch nicht möglich.

Ausformung von Wissensspeichern für Arbeit und Technik durch die Untersuchung von Handlungsfeldern

Berufliche Handlungsfelder gibt es im Beschäftigungssystem in großer Zahl und fachlicher Breite. Sie verändern sich vor allem in den hochtechnologienahen Berufen permanent. Mit ihnen zeigen sich die

Fragen	Bemerkungen/Stichwörter/Fundstellen/ Eigene Untersuchungen
Welche berufswissenschaftlichen Aussagen, mit denen der Zusammenhang von Arbeit, Technik und Bildung erfasst worden ist, gibt es zu dem neuen Handlungsfeld?	
Welche sozio-technischen Aussagen finden sich zu dem beruflichen Handlungsfeld?	
Welche Tätigkeitsanalysen aus Forschungsvorhaben liegen vor?	
Welche beruflichen Erfahrungen der Auszubildenden liegen vor?	
Ist das Handlungsfeld schon unter dem Berufsbildungsaspekt betrachtet worden?	
Entsprechen die vorfindbaren Aussagen sowohl dem Stand der Technik als auch der zugehörigen Arbeit?	
Welche weiteren relevanten Aussagen aus anderen Wissensbereichen sind in den vorgefundenen Aussagen enthalten?	
Welche Zusammenhänge bestehen zwischen dem Beruf und Tätigkeitsanforderungen?	
Liegen Aussagen über zukünftig zu erwartende Entwicklungen im beruflichen Handlungsfeld vor und sind diese zu berücksichtigen?	
Entsprechen die Ausbildungsbedingungen im Beruf den Ansprüchen des neuen beruflichen Handlungsfeldes?	
Wie können die Ergebnisse der Handlungsfeldanalyse zu einer Gesamtaussage verbunden werden?	

Abb. 1: Checkliste zur Ermittlung von Aussagen zu einem neuen beruflichen Handlungsfeld

aktuellen und teilweise auch zukünftigen Gegebenheiten von Arbeit und Technik im Beschäftigungssystem. Als Basis für die zu entwickelnden Lernfelder und Lernsituationen bedürfen sie einer grundlegenden und darüber hinaus fortlaufenden Untersuchung. Die Anzahl der unter dem Berufsbildungsaspekt relevanten beruflichen Handlungsfelder korrespondiert teilweise mit den an beruflichen Schulen vertretenen Fachgebieten, aber nur in der Breite des Angebotes. Die einzelnen Handlungsfelder, wie sie im Beschäftigungssystem auftreten, können in ihrer Komplexität, Art und Tiefe nur zum Teil mit den Möglichkeiten von den beruflichen Schulen erfasst werden.

Die in den verschiedenen beruflichen Schulen zur Erfassung der für den jeweiligen Beruf relevanten Handlungsfelder geleistete Arbeit ist in Hinblick auf die Ergebnisse keinesfalls gleich. Vielmehr ist sie über die Breite der Berufe in der Art der Vertiefung in die Materie sehr unterschiedlich. Sie ist insbesondere von den freien Kapazitäten und dem Engagement der Lehrkräfte, aber auch von dem jeweiligen Fachgebiet abhängig. Dabei sind die Ergebnisse häufig nicht sehr befriedigend. Dennoch sind alle Aktivitäten, die an den beruflichen Schulen zur Erfassung beruflicher Handlungsfelder erfolgen, zu begrüßen. Es ist zumin-

dest in der Breite der Berufsfelder und Berufe mehr als das, was von den Hochschulinstituten in den beruflichen Fachrichtungen bei sehr großer, aber nur sektoraler Vertiefung geleistet werden kann.

Unter den bestehenden Bedingungen und den zur Verfügung stehenden Ressourcen sind zur Erfassung aktueller Entwicklungen in den beruflichen Handlungsfeldern alle mit der Ausbildung in den hochtechnologienahen Berufen befassten Akteure einzubeziehen. Die Berufsbildungsakteure begleiten und gestalten in Zusammenarbeit mit den Sozialpartnern die dabei nötigen Prozesse. Bei den in entsprechenden Ausschüssen stattfindenden Arbeiten zu den Thematiken, Gegenständen, Prozessen und Phänomenen, die im Zusammenhang mit Berufen stattfinden, kann berufswissenschaftliche Expertise aus dem Wissenschaftsbereich dazu beitragen, die im Zusammenhang mit neuen beruflichen Handlungsfeldern auftretenden Fragen und Probleme umfassend zu erforschen. Dazu gehören insbesondere die Berufs- und Tätigkeitsinhalte, das notwendige Berufs- bzw. Fachwissen sowie die erforderlichen berufsbezogenen Qualifikationen und Kompetenzen der Berufstätigen in ihren Handlungsfeldern. Dieses kann insbesondere auch durch Modellversuche oder

die reflektierten Erfahrungen anderer mit Berufsbildung Befassten geschehen, wie es beispielsweise in der Bearbeitung der Schwerpunkthemen „Lernen in virtuellen und realen Arbeitsumgebungen“ (lernen & lehren 2010, Heft 97) oder „Energiewende – Auswirkungen auf die Facharbeit“ (lernen & lehren 2010, Heft 100) erfolgt ist.

Im Vorfeld von didaktischen Überlegungen sollten von den Berufsbildungsakteuren für die verschiedenen hochtechnologienahen Berufe folgende Themenkomplexe erarbeitet werden:

- Analysen und Ergebnisse zu (neuen) Aufgaben- und Tätigkeitsbereichen von berufs- bzw. berufsfeldbezogener, aber auch gewerke- oder branchenübergreifender Berufsarbeit,
- Analysen zu sich wandelnden Sachgebietsbereichen, die für die berufsspezifische Arbeit in einem Berufsfeld und damit für berufliches Lernen relevant sind,
- Darstellungen von Innovationsfeldern aus berufs- bzw. berufsfeldbezogenen Sach- und Arbeitsbereichen,
- gegenwärtige und zukünftige Formen sowie Entwicklungen von beruflicher Arbeit, Arbeitsprozessen und Technikbereichen in einem Beruf oder Berufsfeld,
- Bewertungs- und Gestaltungsmöglichkeiten der Arbeit, der Arbeitsprozesse und des Sachgebietes.

Mit den dabei langfristig entstehenden Ausformungen und einem Fundus der grundlegenden und der im Wandel befindlichen Arbeitsinhalte und -prozesse, wie sie in den beruflichen Handlungsfeldern auftreten, entsteht ein Wissensspeicher über Arbeit und Technik, mit dessen Hilfe die erforderliche Berufsfachlichkeit präziser bestimmt sowie berufliches Lehren und Lernen fundierter gestaltet werden können.

DIDAKTISCHE IMPLIKATIONEN DURCH NEUE ENTWICKLUNGEN BEI ARBEIT UND TECHNIK – BERUFS- UND BERUFSFELDDIDAKTISCHE UMSETZUNG

Herkömmliche Konzepte

Die in den letzten fünfzig Jahren verfolgten didaktischen Überlegungen und Ansätze einer Addition oder einer Verschränkung arbeitsbezogener und fachsystematischer Inhalte richteten sich darauf, „mittels eines klug gewählten ‚Themas‘ (Unterrichtsthemas) qualitativ unterschiedliche Bildungsziele

zu bedienen und dadurch sowohl den vermeintlich beruflichen Herausforderungen als auch den notwendigen wissenschaftlichen Standards gerecht zu werden“ (SCHÜTTE 2004, S. 120). Diese entsprechen jedoch immer weniger den Anforderungen des Gesellschafts- und Beschäftigungssystems. Auf der Ebene der Intentionen, Ziele und Ansprüche schien der theoretische Rahmen zumindest unter didaktisch-methodischer Perspektive geeignet zu sein, um die einseitigen, immer wieder erhobenen Forderungen nach funktional orientierter, technisch und wirtschaftsökonomisch determinierter beruflicher Anpassungsqualifizierung zurückzuweisen oder mit der Besinnung auf den ursprünglichen Bildungs- und Erziehungsauftrag auszugleichen.

Erst in den 1980er Jahren wurde die zuvor bestehende Gegenstandsfixierung etwas zurückgenommen und die Orientierung an den allgemeinen Didaktiken sowie an den Ingenieurwissenschaften relativiert. So wurde mit diesen Konzepten die schon damals auftretende neue Technologie – wie die rechnergestützte Facharbeit (HOPPE/ERBE 1986) – unter eher ganzheitlichen didaktischen Ansprüchen aufgearbeitet. Zuvor dominierende Reduktionsdidaktiken verloren etwas an Einfluss. Die neu entwickelten didaktischen Ansätze beruflichen Lehrens und Lernens berücksichtigten in der Folge stärker die berufliche Arbeit des jeweiligen Technikbereiches. Um derartige Konzepte zu entwickeln, war im Regelfall eine erhebliche und aufwendige Sichtung verstreut vorliegender Daten und Aussagen über berufliche Tätigkeiten erforderlich, um sie für die spezifischen Belange des jeweiligen Ausbildungsberufes nutzen zu können.

Dynamische Konzepte

Mit dem Lernfeldkonzept und der Betonung der Handlungsorientierung entwickelten sich Ansätze zu eher ganzheitlich orientierten Berufs- und Fachdidaktiken, mit denen auch mehrdimensionale Aspekte von Arbeit und Technik sowie insbesondere das berufliche Handlungsfeld aufgegriffen wurden. Die Orientierung an Wissenschaften wurde aber nicht aufgegeben (vgl. SCHWEIG 2000, S. 10). Fragen an spezialisierte Wissenschaften sind allerdings immer dann notwendig, wenn – wie es sehr häufig noch der Fall ist – die berufswissenschaftliche Forschung zu den beruflichen Handlungsfeldern noch keine entsprechenden Antworten bereit hält.

Die Dynamik im Beschäftigungssystem, die Veränderungen bei der Facharbeit in den beruflichen

Handlungsfeldern und die sprunghafte Entwicklung von neuen Technologien und Arbeitssystemen (Cyber-Physical Systems) erfordern für die Didaktiken spezifische Instrumente der Inhalts- und Themenauswahl und Konzepte, um auf die Entwicklungen dynamisch zu reagieren. Deshalb müssen im Vorfeld von Lernvorhaben die beruflichen Handlungsfelder von Zeit zu Zeit daraufhin untersucht werden, ob sie noch aktuell sind. Dabei erhält der gegenwarts- und zukunftsorientierte Blick auf die beruflichen Handlungsfelder ein besonderes Gewicht.

Mit einer möglichst umfassend angelegten Berufsdidaktik, die auf fundierten und innovativen Handlungsfeldern basiert, lassen sich die zukünftigen Fachleute auf die Anforderungen der Berufs- und Lebenswelt gezielter vorbereiten. Sie müssen dazu vielfältige Kompetenzen, die in den jeweiligen beruflichen Handlungsfeldern erforderlich sind, erwerben, so dass sie nach Abschluss der Ausbildung ihren Lebensunterhalt sichern können und erwerbsfähig sind sowie die Berufs- und Lebenswelt mitgestalten können. Eine Didaktik, die auch ihre Bedeutung für die Erwerbsfähigkeit erkennbar werden lässt, bietet den Lernenden Sinnkategorien bei der Berufsbildung an. Ein Sinn für die Lernenden kann auch bei lernförderlichen Arbeitsmitteln entstehen, deren vermehrter Einsatz prognostiziert wird. Eine der Allgemein- und Berufsbildung verpflichtete Didaktik sollte darüber hinausreichen. Unabhängig davon sollte von den Didaktikern fortlaufend die Validität der Aussagen über die beruflichen Handlungsfelder überprüft werden. Solche Ansprüche können jedoch nicht für alle Berufe eines Sachbereichs oder eines Berufsfeldes gleichermaßen eingelöst werden, da dafür die Ressourcen weder an den Hochschulen noch an den Berufsschulen vorhanden sind. Jedoch sollten, um den Bedingungen bei neuen technologischen Entwicklungen gerecht werden zu können, Didaktiker insbesondere die Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung von Themen aus Arbeit und Technik verstärkt beachten. Für Bereiche, in denen lernförderliche Arbeitsmittel vorzufinden sind oder überwiegen – wie bei der Fehlersuche an technischen Geräten – erscheint es zukünftig denkbar, dass die von Lehrkräften entwickelten dynamischen Didaktikkonzepte an Bedeutung verlieren und die Autodidaktik, die auf Erfahrungswissen basiert, Einfluss gewinnt.

Zusammenfassend kann man feststellen, dass in einem erweiterten Didaktikmodell die relevanten Fakten aus den beruflichen Handlungsfeldern, die Fachsystematik (bzw. fachwissenschaftlichen Er-

kenntnisse), Berufspragmatik (berufsbezogene bzw. auf Erfahrungswissen beruhende Arbeitspraktiken) und Berufsinhalte (bzw. Fachwissen) integriert werden müssen. Für Sachgebiete, Berufsfelder und Berufe, die einem besonderen Wandel unterworfen sind, kommt aus didaktischer Perspektive den beruflichen Handlungsfeldern eine besondere Bedeutung zu. Die Entwicklungen in den hochtechnologienahen Teilen des Beschäftigungssystems erfordern eine dynamische und offene Beruflichkeit, für die mit den Didaktiken beruflichen Lehrens und Lernens durch besondere Beachtung zukünftiger beruflicher Tätigkeiten solche Konzepte vorbereiten müssen.

Unter zukunftsorientierter Perspektive sollten die Didaktiken für die hochtechnologienahen Lernbereiche insbesondere thematisieren:

- Ganzheitliche Konzepte, mit denen das Grundsätzliche beim Umgang mit neuen Technologien und Arbeitsprozessen verstärkt herausgestellt werden kann.
- Das Exemplarische, das den Umgang mit neuen Technologien, lernhaltigen Arbeitsgeräten und lernförderlichen Arbeitsmitteln verdeutlicht.
- Bedeutung der Lernwerkzeuge zur Wissenserweiterung durch Selbstorganisation und Autonomie des Lernens.
- Arbeitskonfigurationen und Arbeitsgestaltungen von humanorientierten Mensch-Maschine-Systemen.
- Unterstützung selbstständigen Lernens, da lernförderliche Arbeitsmittel entstehen werden.
- Autodidaktische oder selbstgesteuerte Konzepte für das Arbeiten und Lernen mit lernhaltigen Arbeitsprozessen und -mitteln sowie mit Lernwerkzeugen.

Für die Berufsdidaktiken der hochtechnologienahen Beschäftigungsbereiche müssen andere Akzente gesetzt und die Erfahrungsmöglichkeiten beruflicher Handlungsfelder in den Vordergrund gerückt werden. Damit kann zu einer offenen und dynamischen, d. h. modernen Beruflichkeit beigetragen werden.

SCHLUSSFOLGERUNGEN AUS DER ENTWICKLUNG VON NEUEN BERUFLICHEN HANDLUNGSFELDERN FÜR DIE BERUFS- UND BERUFSFELDDIDAKTIKEN

Bei Arbeit, Technik und Bildung deutet sich im hochtechnologienahen Beschäftigungsbereich ein Paradigmenwechsel an. Die Zukunft hochtechnologienaher Facharbeit ist, insbesondere wenn es um die

Erfassung der Tätigkeiten und der Inhalte von beruflichen Handlungsfeldern sowie der didaktischen Aufbereitung von neuen Technologien geht, auf das Engste mit der Realisierung des Konzepts moderner Beruflichkeit verknüpft.

Die neuen und innovativen beruflichen Handlungsfelder bedürfen einer besonderen Aufmerksamkeit der mit beruflicher Bildung dieses Sektors befassten lehrenden Akteure an den beruflichen Schulen. Gerade die Lehrkräfte sind gefordert, denn es ist keineswegs ausschließlich so, dass sich Berufsstrukturen im Gefolge technologischer Innovationen quasi von selbst herausbilden und nur noch in einem abschließenden, staatlich moderierten und kontrollierten Ordnungsverfahren als Berufsbilder in eine rechtsförmige Form gebracht werden müssen. Die Inhaltlichkeit und Sinngebung von Berufen und damit auch die berufsförmig organisierte Facharbeit sind in einem hohen Maße auch durch das Engagement der Lehrkräfte bestimmt, aber auch normativ geprägt und Ausdruck einer spezifischen Industriekultur. Positive Entwicklungen in den hochtechnologienahen Bereichen sind nur dann möglich, wenn in die Qualifizierung und berufliche Bildung der Beschäftigten investiert wird, so dass in der Folge ein technologisch und ökonomisch anspruchsvolles Niveau mit verschiedenen und zugleich humanen und effizienten Formen der Arbeitsorganisation realisiert werden kann.

Für die hochtechnologienahen Berufe der Fachrichtungen „Elektrotechnik“, „Informationstechnik“, „Kraftfahrzeugtechnik“, „Metalltechnik“ und „Versorgungstechnik“ sind die Lehrkräfte bei der Untersuchung der Handlungsfelder und Ausformung der

beruflichen Didaktiken in ganz besonderer Weise gefordert, damit die zukünftigen Fachkräfte zu ganzheitlicher Aufgabenbewältigung befähigt werden. Unter solchen Voraussetzungen stiftet Facharbeit „berufliche Identität und darauf basierendes berufliches Engagement, Qualitäts- und Verantwortungsbewusstsein“ (RAUNER 2014, S. 57). Dieses ist im Zeitalter der Digitalisierung und der Informatisierung mehr denn je von Bedeutung.

LITERATUR

- BADER, R. (2004): Strategien zur Umsetzung des Lernfeld-Konzepts. In: bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online, 1/2004, S. 111–122
- HOPPE, M./ERBE, H.-H. (1986) (Hrsg.): Rechnergestützte Facharbeit. Berufliche Bildung, Bd. 7., Wetzlar
- LEHRPLAN RHEINLAND-PFALZ (2009): Lehrplan für die höhere Berufsfachschule, Fachrichtung IT-Systeme.
- lernen & lehren (2010): Schwerpunkt: Lernen in virtuellen und realen Arbeitsumgebungen. Heft 97
- lernen & lehren (2010): Schwerpunkt: Energiewende – Auswirkungen auf die Facharbeit. Heft 100
- PAHL, J.-P./HERKNER, V. (2004) (Hrsg.): Berufliches Lernen im Bereich der HSC-Technologie. Untersuchungen zum Stand in ausgewählten Ländern Europas. Dresden
- RAUNER, F. (2014): Industrielle Entwicklung – Zukunft der Facharbeit. In: CLASES, CH./DICK, M./MANSER, T./VOLLMER, A. (Hrsg.): Grenzgänge der Arbeitsforschung. Lengerich, S. 45–70
- WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT (2014): Neue Chancen für unsere Produktion. 17 Thesen des wissenschaftlichen Beirats der Plattform Industrie 4.0, Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, http://www.its-owl.de/fileadmin/PDF/Industrie_4.0, letzter Zugriff: 01.12.2014

LIEBE LESERINNEN UND LESER,

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

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

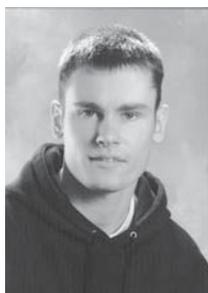
Ab dem ersten Quartal 2016 sind derzeit folgende Themenschwerpunkte geplant:

- Elektromobilität
- Beitrag der berufsbildenden Schulen zur Lehrer(aus)bildung und forschendes Lernen

Wir freuen uns auf Ihre Rückmeldung!

Herausgeber und Schriftleitung

Freischaltung und Wiederinbetriebnahme eines eigensicheren Hochvoltsystems in der Ausbildung von Kraftfahrzeugmechatrikern für PKW-Instandsetzung



HENRIK MATTHES



KLAUS JENEWEIN

Auf die Ausbildung von Kraftfahrzeugmechatrikern/-mechatronikerinnen kommen durch die Elektromobilität neue Anforderungen zu. Hohe Ströme und Spannungen treten in modernen Fahrzeugen auf, mit denen ein nicht sachgerechter Umgang lebensgefährlich sein kann. Während Hochvoltssysteme in Bahnen, Gabelstaplern etc. bislang von elektrotechnischem Fachpersonal instand gehalten worden sind, treten PKW mit Hochvoltssystemen zukünftig in Kfz-Werkstätten auf. Für Wartungs-, Inspektions- und Instandsetzungsaufgaben müssen alle beteiligten Fachkräfte mit dem sicherheitsgerechten Umgang mit Hochvoltanlagen im Fahrzeug vertraut sein. Hieraus entstehen neue Anforderungen an die Berufsausbildung.

HOCHVOLTTECHNIK IM BERUFLICHEN HANDLUNGS- FELD KRAFTFAHRZEUGMECHATRIK

Kraftfahrzeugindustrie und -handwerk sind aktuell in einer Umbruchphase. „390 Beschäftigte haben im Bildungswesen die Schulung zur Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten erhalten, um an spannungsfreien Hochvoltssystemen (HV-Systemen) mit Mess- und Sicherheitstechnik arbeiten zu können“, berichtet die Firma Audi 2011 in einem Beitrag des Autoportals auto.de.

Inzwischen sind solche Kompetenzen Bestandteil von Fachkraftprüfungen in Zusatzqualifikationen zur beruflichen Ausbildung geworden. Seit 2013 wurden entsprechende Kompetenzen im Zuge der Neuordnung in die berufliche Erstausbildung der Kraftfahrzeugmechatroniker/-innen aufgenommen, sie sind damit für Fachkräfte nicht nur der Fahrzeughersteller, sondern auch des Kraftfahrzeughandwerks relevant. Bedingt durch die wachsenden Anforderungen durch Elektromobilität und hybride Antriebssysteme wurde das Berufsbild „Kfz-Mechatroniker/-in“ in erheblichem Umfang aktualisiert. Auffällig sind die Neuaufnahme eines eigenen Schwerpunkts „System- und Hochvolttechnik“ (vgl. Abb. 1) ebenso wie neue Tätigkeiten und inhaltliche Ergänzungen in al-

len Schwerpunkten. Hiermit gehen ungewohnte Anforderungen an das Kraftfahrzeughandwerk einher: In der Werkstatt werden in Zukunft Kraftfahrzeuge stehen, an denen lebensgefährliche elektrische Spannungen auftreten (siehe Abb. 2).

Den Umgang mit hohen elektrischen Spannungen sind kraftfahrzeugtechnische Fachkräfte bislang nur

Zusatzqualifikation „Fachkraft für elektrotechnische Arbeiten an Hochvoltssystemen in Fahrzeugen“

Die zuständigen Stellen haben für Zusatzqualifikationen in der Ausbildung und für die Fortbildung berufstätiger Fachkräfte Fachkraft-Prüfungen eingeführt. Im Bereich der Zusatzqualifikationen umfassen die Rechtsvorschriften der IHK Region Stuttgart bspw. die folgenden Prüfungsbereiche: 1. Sicherheitstechnik und Arbeitsschutz, 2. Elektrotechnik Hochvolt-Systeme in Kraftfahrzeugen, 3. Praxisorientierter Arbeitsauftrag. Als Prüfungsinhalte „kommen insbesondere in Betracht: Inbetriebnahme, Freischalten; Fehlersuche mit anlagenbezogenen Diagnosegeräten an elektrischen Hochvoltkomponenten, messtechnische Feststellung der Spannungsfreiheit; Wiederinbetriebnahme von Fahrzeugkomponenten nach Änderungs- und Instandsetzungsarbeiten.“ (IHK Region Stuttgart, 2010)

Abb. 2: Zusatzqualifikation „Fachkraft für elektrotechnische Arbeiten an Hochvoltssystemen in Fahrzeugen“

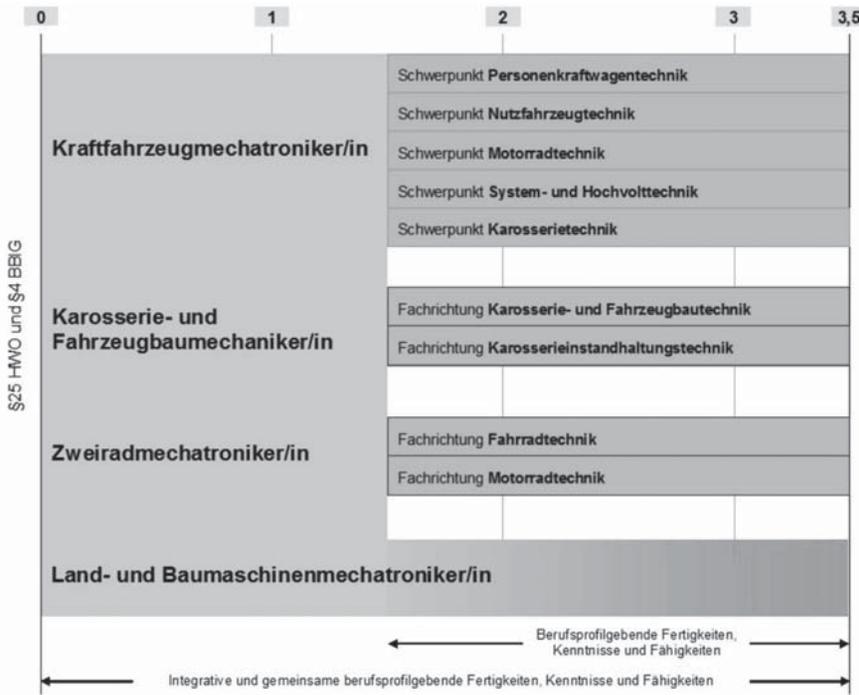


Abb. 1: Struktur der Berufsausbildung in fahrzeugtechnischen Berufen nach der Neuordnung 2013 (www.biat.uni-flensburg.de/kfz-neuordnung)

bedingt gewohnt. Zwar sind hohe Spannungen bereits über Zündanlagen von Ottomotoren bekannt, aber die jetzt eingesetzten HV-Anlagen bergen mit Spannungen von 400 V und im Leistungssport sogar 800 V und Strömen bis zu 1 kA eine akute Lebensgefährdung. Ein Verständnis für elektrische Phänomene, Gefährdungen und Messverfahren zu entwickeln und die Beherrschung der in der Elektrotechnik üblichen fünf Sicherheitsregeln werden daher für die Kraftfahrzeugmechatronik zum unabdingbaren Berufswissen.

LF	Pkw-Technik	h	Nutzfahrzeugtechnik	h	Motorradtechnik	h	System- und Hochvolttechnik	h	Karosserietechnik	h
11	Vernetzte Antriebs-, Komfort- und Sicherheits-systeme diagnostizieren und instand setzen	80	Vernetzte Antriebs-, Komfort- und Sicherheits-systeme diagnostizieren und instand setzen	80	Vernetzte Antriebs-, Komfort- und Sicherheits-systeme diagnostizieren und instand setzen	80	Vernetzte Antriebs-, Komfort- und Sicherheits-systeme diagnostizieren und instand setzen	80	Fahrzeug- und Karosserie-schäden analysieren	40
12	Fahrzeuge für Sicherheitsprüfungen und Abnahmen vorbereiten	40	Fahrzeuge für Sicherheitsprüfungen und Abnahmen vorbereiten	40	Fahrzeuge für Sicherheitsprüfungen und Abnahmen vorbereiten	40	Fahrzeuge für Sicherheitsprüfungen und Abnahmen vorbereiten	40	Beschädigte Fahrzeugkarosserie reparieren	80
13	Antriebskomponenten reparieren	80	Antriebskomponenten reparieren	80	Antriebskomponenten reparieren	80	Komponenten an Hybrid- und Elektrofahrzeugen prüfen und instand setzen	80	Karosserieoberflächen und Ausstattungsteile bearbeiten	100
14	Systeme und Komponenten aus-, um- und nachrüsten	60	Systeme und Komponenten aus-, um- und nachrüsten	60	Systeme und Komponenten aus-, um- und nachrüsten	60	Systeme und Komponenten aus-, um- und nachrüsten	60	Systeme und Komponenten aus-, um- und nachrüsten	40

Abb. 3: Übersicht der Lernfelder „Kraftfahrzeugmechatroniker/-in“ in den letzten 12 Ausbildungsmonaten (KMK 2013, S. 7)

Die Ausbildungspartner stehen damit vor neuen Herausforderungen. Im neuen Schwerpunkt „System- und Hochvolttechnik“ werden erst einmal bestimmte überbetriebliche Bildungsstätten und Bezirks- oder Landesfachklassen betroffen sein. Wenn in den Lernfeldern 11 bis 14 (siehe Abb. 3) Antriebssysteme diagnostiziert und instand gesetzt oder Systeme und Komponenten auf-, um- und nachgerüstet werden müssen, sind alle Kraftfahrzeugmechatroniker/-innen von dieser technologischen Entwicklung mit betroffen.

Kompetenzen im jeweiligen Schwerpunkt orientieren sich üblicherweise sowohl an den aktuellen als auch an den künftigen Anforderungen. So wird bspw. ein PKW- oder Karosserietechniker mit HV-Komponenten unweigerlich in Kontakt kommen, selbst wenn er keine Diagnose in solchen Systemen vornehmen muss. Das Arbeiten unter Spannung wird den System- und Hochvolttechnikern vorbehalten sein, während alle anderen Fachkräfte grundsätzlich nur an freigeschalteten Systemen arbeiten. Die Freischaltung einer HV-Anlage tritt daher in allen Schwerpunkten in den Mittelpunkt der Betrachtung, weil sie Voraussetzung für eine große Zahl von Arbeiten rund um das Fahrzeug ist.

UNTERRICHTLICHE UMSETZUNG

Schon seit vielen Jahren werden in der Berufsausbildung des Kraftfahrzeugsektors Tätigkeiten im Hinblick auf Systeme behandelt, von denen unmittelbare Gefährdungen im Berufsalltag ausgehen. Die Pyrotechnik im Airbagsystem stellt eine solche Gefährdung dar, ebenso die chemikalische Gefährdung des Kältemittels R134a einer Klimaanlage.

Hochvolttechnik

„Hochvolt“ bezeichnet im Automobilssektor Spannungen oberhalb von 60 V. Anders als in der elektrischen Energietechnik, in der diese Bezeichnung die Niederspannungsebene betrifft, hat man für Spannungen zwischen 50 und 1000 V_{eff} (bzw. 120 und 1200 V_{DC}) in der Kfz-Technik die Bezeichnung „Hochvolttechnik“ eingeführt. „Damit soll der Tatsache Ausdruck verliehen werden, dass diese Spannungs-kategorie nicht ohne zusätzliche Schutzmaßnahmen für den Menschen ungefährlich ist, wie es die 12/24 V Klasse ist“ (ZVEI 2013, S. 13). Unter HV-Spannung stehende Komponenten erhalten im Kfz die Signalfarbe Orange.

Abb. 4: Definition „Hochvolttechnik“ im Automobilssektor

Die Hochvolttechnik (siehe Abb. 4) und die damit verbundene Gefährdung durch Körperströme sind daher nicht lediglich ein weiteres System dieser Art. Kraftfahrzeugmechatroniker/-innen, die nach der neuen Ausbildungsordnung ausgebildet werden, benötigen im Gegensatz zu Altgesellen keine separate Zertifizierung für die Arbeit an HV-Systemen. Bereits die neue Kfz-Mechatroniker-Ausbildung enthält Kompetenzen der bisherigen Elektrofachkraft-Fortbildung. Insbesondere die Berufsschule muss gemeinsam mit den Ausbildungsbetrieben die nötigen fachlichen Kompetenzen entwickeln, jedoch auch das Verantwortungsbewusstsein und das sicherheitsgerechte Verhalten schulen.

Wie gefährlich diese Hochspannungssysteme sind, zeigt sich in einer Studie der Berufsgenossenschaft, in der man von ca. drei Toten jährlich ausgehen muss (WAGNER et al. 2013, S. 2). Der künftige Geselle muss neben seiner eigenen Sicherheit auch die Sicherheit anderer gewährleisten. Zweifellos besitzen moderne HV-PKW-Systeme, die grundsätzlich das Prädikat der Eigensicherheit tragen, einen äußerst ausgeklügelten Schutz vor Berührungen oder Lichtbögen durch spannungsführende Teile. Diese Eigensicherheit kann bei einem fachlich korrekten Umgang gewährleistet werden, dessen Tüchtigkeit allerdings liegt oft im Detail.

PROBLEME IM CURRICULUM?

Wie werden nun die entsprechenden Kompetenzen in der Berufsausbildung eingebunden? Wirft man einen flüchtigen Blick in den Rahmenlehrplan des Kraftfahrzeugmechatronikers, wird schnell klar, dass die Hochvolttechnik sich in einer Vielzahl von Lernfeldern wiederfindet und der Lehrplan somit spiralcurricular aufgebaut ist. In Lernfeld 3 soll die Freischaltung eines HV-Systems entsprechend der fünf Sicherheitsregeln thematisiert werden. Doch an die-

ser Stelle divergieren die Meinungen der Fachleute. Ist ein oftmals noch minderjähriger Auszubildender im ersten Lehrjahr ohne elektrotechnische Grundbildung in der Lage, bereits Arbeiten zum Freischalten mit allen weitreichenden Konsequenzen für die Eigen- und Fremdsicherung auszuführen? Zweifellos ist die praktische Handlung ein Kinderspiel. Doch wie sieht es mit der hieraus entstehenden Verantwortung aus? Warum muss man eine berufliche Teilhandlung überhaupt thematisieren, wenn doch an jede Freischaltung nach erfolgter Reparatur eine Wiederinbetriebnahme des Systems folgen muss?

Generell gelten am HV-System die in der Elektrotechnik üblichen Sicherheitsregeln, so dass ein HV-System in einem Dreischritt aus

- Freischalten,
- gegen Wiedereinschalten sichern und
- Feststellung der Spannungsfreiheit

als ungefährlich gilt. Erst dann dürfen Reparatur- und Wartungsarbeiten durchgeführt werden.

Nach der Reparatur bedarf es – bevor die Hochspannung wieder angelegt werden darf – zwei sicherheitsrelevanter Messungen. Das Hochvoltnetz ist galvanisch vom 12V-Bordnetz und der Karosseriemasse getrennt. Es kann aber, wie KERS-Unfälle in der Formel 1 bewiesen haben, zu einer Aufladung von Gehäusen der hochspannungsführenden Teile im Fahrzeug kommen. Haben bspw. der Klimakompressor und das Invertergehäuse ein unterschiedliches Potential, schafft im schlimmsten Fall der Mensch den Ausgleich. Damit der Kunde nicht beim Nachfüllen des Wischwassers „das Zeitliche segnet“, besitzt jedes Gehäuse der HV-Komponenten extra Masseverbindungen zur Karosserie. So simpel die Potentialausgleichsleiter sind, so verheerend kann es sein, wenn man unter Zeitdruck im Arbeitsalltag diese Schraubverbindung vergisst.

Eigensicherheit

Eigensicher bedeutet, dass durch technische Maßnahmen am Fahrzeug ein vollständiger Berührungs- und Lichtbogenschutz gegenüber dem HV-System gewährleistet ist. Dies wird insbesondere erreicht durch a) technisch sichere Abschaltung des HV-Systems und automatische Entladung möglicher Energiespeicher vor Erreichen unter Spannung stehender Teile, b) Kabelverbindungen über Stecker in lichtbogensicherer Ausführung und nicht über Schraubverbindungen, c) sichere Abschaltung bei Entfernen von Abdeckungen des HV-Systems (vgl. BGI / GUV-I 8686).

Abb. 5: Definition „Eigensicherheit“

Das Pendant zum Potentialausgleich bildet die Widerstandsisolationsmessung, in der die isolierende Wirkung eines HV-Leitungssystems geprüft wird. Einmal mit dem Schraubendreher abgerutscht, schon ist die schützende Isolierung defekt. An dieser Stelle wird deutlich: Die Eigensicherheit (siehe Abb. 5) einer solchen Anlage ist nur im 100% funktions-tüchtigen Zustand gegeben.

Aus diesen Gründen wird dafür plädiert, dass die Freischaltung und eine korrekte Wiederinbetriebnahme eine gemeinsame Lernsituation bilden. Verwirrenderweise wird jedoch im Lernfeld 3 eine Freischaltung und erst im Lernfeld 8 die Potentialausgleichs- und Widerstandsisolationsmessung thematisiert.

LERNSITUATION „FREISCHALTUNG UND WIEDERINBETRIEBNAHME EINES HV-SYSTEMS“

Die Vollständigkeit des Handlungszusammenhangs zur Freischaltung und Wiederinbetriebnahme soll in der hier vorgestellten Lernsituation berücksichtigt werden. Ein geeignetes Medium ist der Prüfstand „CarTrain“. Mit diesem Prüfstand können alle für die Freischaltung und Wiederinbetriebnahme erforderlichen Handlungsschritte durchgeführt werden. Der Fokus der Lernsituation liegt auf der Vollständigkeit der beruflichen Handlung, weshalb die Lernsituation dem Lernfeld 8 zugeordnet wird. Erst zu diesem Zeitpunkt verfügt der Auszubil-

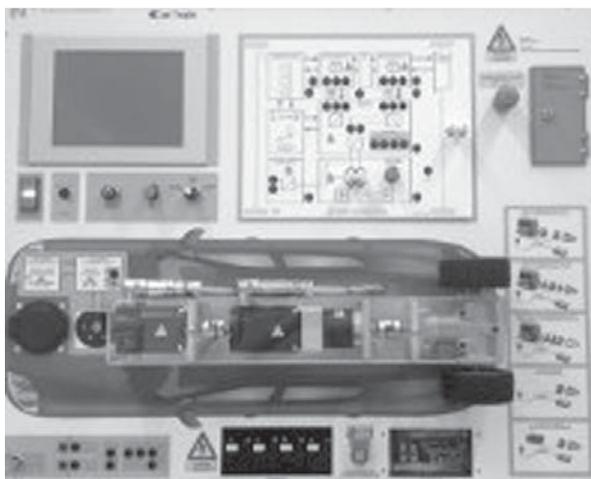


Abb. 6: Prüfstand „CarTrain Elektromobilität II“ zur Demonstration, Untersuchung und Messung an Kraftfahrzeugen mit Hybrid-, Elektro- und Brennstoffzellenantrieb (Foto: BTZ Möckern)¹

Potentialausgleich messen

Grundsätzlich gibt es in Kraftfahrzeugen, in denen ein Hochvoltssystem zum Antrieb notwendig ist, eine vollständige Isolierung der Hochspannungsseite. Neben einer Trennung von Hochvolt-Plus und Fahrzeugmasse gibt es zusätzlich eine galvanische Trennung im DC/DC Wandler gegen das normale 12V Bordnetz. Sollte der Isolationswächter einen Fehlerstrom registrieren, schaltet das Hochvolt-system automatisch ab.

Als zusätzliche Sicherheit sind alle Gehäuse der HV-Komponenten mit massiven Leitungsverbindungen untereinander und zur Fahrzeugmasse verbunden. Diese Leitungen werden als Potentialausgleich bezeichnet. Bei Isolationsfehlern leiten sie Ausgleichsströme und gleichen Potentialunterschiede zwischen den HV-Komponenten aus. Der große Kabelquerschnitt führt zu einem geringen Widerstand, damit im Fehlerfall der Kurzschlussstrom zuverlässig die Sicherung im Wartungsstecker zerstört und die Anlage somit abschaltet. Die große Gefahr besteht darin, dass der Mensch diesen Ausgleich bildet und ein lebensgefährlicher Körperstrom fließt. Sie müssen daher diese Verbindungen überprüfen bevor Sie ein Hochvoltssystem wieder in Betrieb nehmen.

Hinweis: Nicht alle Hochvoltfahrzeuge sind mit Potentialausgleichsleitungen ausgestattet. Beispielsweise die ersten Generationen der Toyota Prius Baureihe haben diesen Potentialausgleich nicht.



Das Bild rechts zeigt die Potentialausgleichsleitung eines BMW i3. Die orangenen Leitungen sind die Hochvoltleitungen des elektrischen Klimakompressors und die schwarze Leitung verbindet das Gehäuse mit der Karosserie als Potentialausgleich.

Die Messung:

Prüfen Sie zunächst das Messgerät mittels Durchgangsprüfung.

Die Messung findet zwischen Karosserie-Masse und der Gehäuse-Masse der jeweiligen Hochvolt-Komponente statt.

Die ECE-R 100 legt einen Grenzwert von 0,1Ω für den Übergangswiderstand fest.

Die Messung muss mit einem Messstrom von mindestens 0,2A erfolgen, weshalb ein Multimeter an dieser Stelle unzureichend ist.

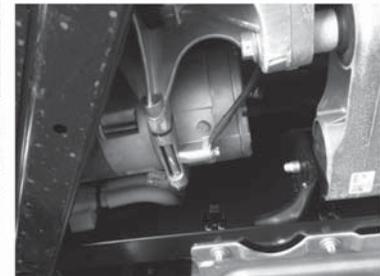


Abb. 7: Auszug aus dem Leittext „Freischaltung und Wiederinbetriebnahme eines HV-Systems“: Schülerarbeitsblatt „Potentialausgleich messen“

dende über die nötigen Kenntnisse und Fähigkeiten, um alle erforderlichen sicherheitsrelevanten Messungen durchzuführen.

Die eigentliche handlungsorientierte Lernsituation am Prüfstand „CarTrain Elektromobilität II“ (siehe Abb. 6) wird in einen einführenden Unterricht eingebettet, der wesentliche inhaltliche Bestandteile der BGI/GUV I 8686 „Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltssystemen“ enthält. An diesem Dokument führt in der Hochvolttechnik kein Weg vorbei. In der Erarbeitungsphase der Lernsituation wird als methodische Großform die Leittextmethode eingesetzt. Zum einen kann auf diesem Wege ein selbstständigkeitsförderndes Lernen erreicht werden, weshalb die Schüler/-innen sich anhand von Leittexten über die auszuführenden Schritte und alle fachlichen Besonderheiten für die Arbeit am Prüfstand informieren. Dieses Vorgehen ist von großer Bedeutsamkeit für die berufliche Handlungskompetenz im Bereich der KFZ-Mechatronik: Sich anhand von Werkstattunterlagen über neue, bisher unbekannte Handlungsabläufe zu informieren, bildet die Grundlage für die Handlungsfähigkeit im Werkstatt-

talltag. Der Anspruch liegt hierbei auf einer Nachempfindung real existierender Werkstattunterlagen mit Messwerten, Schaltplänen, Handlungsschrittfolgen und Bildmaterial.

Im Einzelnen wird durch die Auszubildenden der gesamte Handlungsprozess mit den Stufen

- Freischalten,
- gegen Wiedereinschalten sichern,
- Spannungsfreiheit feststellen,
- Isolationswiderstand messen und
- Potentialausgleich messen

bearbeitet. Die Auszubildenden sind hierbei gehalten, das Vorgehen in einem Prüfplan zu dokumentieren, für den im Rahmen der Planung die Angaben zum jeweiligen Arbeitsschritt, Prüfmittel und Sollwert sowie ggf. ergänzende Bemerkungen zur Durchführung festgehalten und in der Durchführungsphase um die jeweils gemessenen Istwerte und deren Bewertung (Messwert „in Ordnung“ vs. „nicht in Ordnung“) ergänzt werden.

Im Rahmen einer Abschlusspräsentation müssen die Auszubildenden zudem nicht nur die Vorgehensweise bei der Bearbeitung der Lernsituation dokumentieren, sondern auch zu den Aufgaben und Grenzen einer „fachkundigen Person“ gem. Abschnitt V der BGI/GUV I 8686 (DGUV 2012) Erläuterungen formulieren.

IMPLIKATIONEN FÜR DIE BERUFLICHE DIDAKTIK DER KFZ-MECHATRONIK

Es ist gut zu erkennen, dass im Bereich der Kfz-Mechatronik neue Anforderungen auf die berufliche Didaktik zukommen. Einerseits ist unabdingbar, dass Kfz-Mechatroniker/-innen in Zukunft über erweiterte elektrotechnische Fachkenntnisse verfügen müssen und bspw. in der Lage sind, bei der Messung des Isolationswiderstandes auf Grundlage von Messergebnissen Berechnungen im elektrischen Stromkreis durchzuführen und über ein mögliches Gefährdungspotential zu entscheiden. Es ist darüber hinaus von Bedeutung, dass die Fachkräfte eine Vorstellung von verschiedenen Gefährdungen haben, die generell in HV-Systemen und speziell in eigensicheren Fahrzeugen auftreten können und dass sie in der Lage sind, Auswirkungen von elektromagnetischen Feldern einzuschätzen und gefährdungsvermeidende Maßnahmen bspw. des Potentialausgleichs verstehen und vornehmen zu können. Vor allem kommt für das Berufsbild neu hinzu, dass Kfz-Mechatroniker/-innen eine Verantwortung für die elektrische Sicherheit des Systems übernehmen, indem sie im Rahmen üblicher Fahrzeugwartungen etwa HV-Leitungen und

Wichtige Literatur zum neuen Thema

- DGUV (2012): Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltssystemen (BGI/GUV-I 8686, April 2012). Berlin: Deutsche gesetzliche Unfallversicherung
- IHK Region Stuttgart (2010): Rechtsvorschriften für die Prüfung in der „Zusatzqualifikation Elektrotechnische Arbeiten an Hochvolt-Systemen in Fahrzeugen“ für Auszubildende im Ausbildungsberuf Kraftfahrzeugmechatroniker/Kraftfahrzeugmechatronikerin vom 08.11.2010
- ZVEI (2013): Spannungsklassen in der Elektromobilität. Zentralverband der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V., Kompetenzzentrum Elektromobilität (Hrsg.). Frankfurt/M.

Abb. 8: Literaturhinweise „Elektrotechnische Fachkenntnisse“ im Automobilsektor

Isolationen visuell beurteilen, messtechnisch prüfen und über deren Auswechslung oder Reparatur entscheiden.

Sind somit für den Ausbildungsberuf Kraftfahrzeugmechatroniker/-in neben neuen Kompetenzen auch neue didaktische Konzepte notwendig? Für diese neu entstehenden Aufgaben ist das offensichtlich; wobei grundsätzliche Entscheidungen mit dem aktuellen Neuordnungsverfahren bereits gefallen sind, deren Umsetzung kommt sowohl auf die auszubildenden Betriebe als auch auf die Schulen zu. Für die Lehrkräfte ergeben sich bspw. durch den Einsatz von Experimentaleinrichtungen wie CarTrain neue Anforderungen. Normalerweise sichert sich die Lehrkraft in der Entscheidungsphase der Lernsituation über den Prüfplan ab, so dass für die Auszubildenden bei der Prüfstandsarbeit kein Sicherheitsrisiko besteht. Man sollte sich aber vor Augen führen, dass in jedem eigensicheren PKW-HV-System eine sogenannte Pilotlinie verbaut ist, die bei der Öffnung eines Gehäuses oder dem Ziehen des Wartungssteckers eine Relais-sicherheits-schaltung auslöst, die die HV-Anlage spannungslos schaltet. Über solch eine Pilotlinie verfügt der Prüfstand aus didaktischen Gründen nicht, was unmittelbar zu Folge hat, dass hier bei demontierter Wartungsklappe die Hochspannung am Messpunkt anliegt. Auf solche zentralen Aspekte der Labor- und Werkstattarbeit hat die Lehrkräfteausbildung vorzubereiten.

ANMERKUNG

- 1) Die Autoren danken dem Bildungs- und Technologiezentrum des Kfz-Gewerbes GmbH (BTZ) Möckern für die Unterstützung bei der experimentellen Arbeit mit dem Prüfstand „CarTrain II“ (siehe dazu Lucas Nuelle GmbH (2014): CarTrain Elektromobilität II).

LITERATUR

KULTUSMINISTERKONFERENZ (KMK), Hrsg. (2013): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Kraftfahrzeugmechatro-

niker und Kraftfahrzeugmechatikerin, Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 25.04.2013

WAGNER, H./MEIER, R./SCHUBERT, J. (2013): Alternative Antriebe – E-Mobilität. Konstanz

Lernunterstützung im Arbeitsprozess durch Web 2.0-Technologien



TIM RICHTER



GEORG SPÖTTL

Das Lösen von technischen Problemen an hoch komplexen Anlagen wie es beispielsweise Kraftfahrzeuge sind, ist heute in vielen Fällen ein Vorgang, in welchem mehrere Partner, die nicht mehr vor Ort sind, einbezogen werden. Die damit gegebene räumliche Distanz schränkt einerseits das Erfahren des Gegenstandes ein, erfordert jedoch andererseits, dass sich alle Beteiligten mittels Lernprozess die Problemlage erschließen, um Beiträge zur Problemlösung leisten zu können. Ein Weg dafür ist die Verlagerung der Problemfälle auf eine Web 2.0-basierte Kommunikationsplattform, um Community-Mitgliedern eine Chance zu geben, sich an der Problemlösung zu beteiligen. Wie dieses Realität werden kann, wird am Beispiel der Diagnosetechnik an Kraftfahrzeugen aufgezeigt.

NEUE ANFORDERUNGEN AN DIE FACHKRÄFTE DER Kfz-DIAGNOSEARBEIT

Die zentrale Herausforderung der Kfz-Diagnose besteht in der kausalen Erklärung von Symptomen bzw. Kundenbeanstandungen. Das heißt, Fahrzeugzustände sind von der Fachkraft zu bewerten sowie Störungsursachen anhand von erfassbaren Symptomen und Kontextinformationen zu identifizieren, um zielführende Maßnahmen für den nachfolgenden Reparaturprozess bestimmen zu können.

Mithilfe von Diagnosegeräten können die Ereignisspeicher eigendiagnosefähiger Fahrzeugsysteme ausgelesen, hinterlegte Einträge angezeigt sowie Kontextinformationen zu den allgemeinen Umgebungsbedingungen zum Zeitpunkt des Störungsauftritts abgerufen werden. Darüber hinaus stehen die Algorithmen der computergestützten Diagnose zur Klassifikation von Störungen zur Verfügung. Dem Einsatz solcher geführten Fehlersuchprogramme

liegt die Annahme zugrunde, dass Störungen durch ein vom Expertensystem vorgegebenes Suchschema auf eine Ursache zurückzuführen sind. Das seitens der Automobilhersteller verfolgte Ziel ist es, durch den Einsatz dieses technischen Hilfsmittels die technische Komplexität der Fahrzeuge soweit zu reduzieren, dass eine effiziente Bewältigung der Arbeitsaufgaben in den Kfz-Werkstätten gewährleistet ist. Doch zeigen empirische Untersuchungen, dass diese rechnergeführte Diagnose häufig keine zielführenden Lösungen anbietet (vgl. u. a. BIAT/ITB 2012).

Als erfahrungsbasierte Diagnose wird dagegen ein selbstorganisiertes Handeln des Individuums unter den arbeitsplatzgebundenen Bedingungen in einer Kfz-Werkstatt bezeichnet (vgl. BECKER 2005, S. 480). Zu dem handlungsrelevanten Wissen zählt neben dem Wissen um die Bedingungen des Einsatzes von Werkzeugen sowie deren Handhabung sowohl ein strategisches Wissen zur Organisation des Diagno-

seprozesses als auch ein ausgeprägtes kfz-systemisches Wissen. Damit ist ein domänenspezifisches (Sach-)Wissen über den physikalischen Aufbau und die Funktionsweise einzelner Komponenten sowie ihrer Anordnung und funktionalen Relation im Gesamtsystem gemeint. Dadurch wird der Handelnde u. a. in die Lage versetzt, Angaben des Diagnosegerätes zu interpretieren und Istzustände eines Instandsetzenden Fahrzeuges zu verstehen.

LERNEN IM ARBEITSPROZESS MIT WEB 2.0-INSTRUMENTEN

In Kfz-Werkstätten hat sich in den letzten zwei Jahrzehnten ein grundlegender Wandel mit hoher Geschwindigkeit vollzogen, der sich in der technischen Komplexität moderner Fahrzeuge manifestiert, die durch die Verschmelzung unterschiedlicher Technologien (Mechanik, Elektrik, Mikroelektronik und Softwaretechnik) zu begründen ist. Damit verknüpft ist ein erheblicher Zuwachs an Informationen infolge der Innovationsdynamik. Weitere Faktoren sind breite Modell- und Variantenspektren der Automobilhersteller, wodurch die Chancen des Kfz-Instandsetzungspersonals, spezifische Erfahrungen mit identisch ausgestatteten Fahrzeugen zu sammeln, begrenzt sind. Diese Parameter stellen aus der Perspektive der Fachkräfte erschwerte Bedingungen dar, ihr Wissen auf einem aktuellen Stand zu halten.

Eine Möglichkeit, der Bedeutung der andauernden Anforderungen an Weiterbildung und Kompetenzaufbau Rechnung zu tragen, ist die Verankerung des Lernens in den Arbeitsprozessen. Die Konfrontation mit den realen Arbeitsaufgaben, die es von der Fachkraft zu meistern gilt, ist eine grundsätzliche Bedingung der Entwicklung von der Novizin/vom Novizen zur Expertin/zum Experten. Der berufliche Arbeitsprozess beinhaltet insbesondere im Umgang mit technisch komplexen Systemen Herausforderungen, die von der Fachkraft nicht durch „bloßes“ Handeln bewältigt werden können. Vielmehr sind die Arbeitenden mit Anforderungssituationen konfrontiert, die durch Unbestimmtheit und Komplexität geprägt sind. Die erfolgreiche Bearbeitung von Kfz-Diagnosefällen erfordert daher ein kritischexploratives und reflektierendes Vorgehen. Durch den Bezug zur Arbeit und die Orientierung an konkreten Arbeitsprozessen ist es daher möglich, handlungsrelevantes Wissen und Können aufzubauen.

Mit den technologischen Rahmenbedingungen von Web 2.0-Instrumenten verbindet sich die Möglichkeit, soziale, virtuelle Lernräume zu schaffen, in

denen Lernen selbstorganisiert, zeitlich flexibel und bedarfsgerecht erfolgt. Eine Form dieser Interaktion sind Online-Communitys, die sich auf Web 2.0-basierten Kommunikationsplattformen organisieren. Online-Communitys definieren sich nach ZINKE wie folgt:

„Online-Communities beschreiben informelle Personengruppen oder -netzwerke, die aufgrund gemeinsamer Interessen und/oder Problemstellungen über einen längeren Zeitraum hinweg internetgestützt miteinander kommunizieren, kooperieren, Wissen und Erfahrungen austauschen, neues Wissen schaffen und dabei voneinander lernen“ (ZINKE 2003, S. 10).

Solche Social-Media-Plattformen, die sich an Fachkräfte richten, bieten den Nutzerinnen und Nutzern eine Möglichkeit, ihre Anliegen, die sich aus dem beruflichen Arbeitsprozess heraus ergeben, zu dokumentieren und kollaborativ zu erarbeiten. Die nachstehende Tabelle zeigt eine Auswahl einschlägiger Internetforen, die sich vorwiegend an Kfz-Fachkräfte richten.

Name	URL
Bosch Innovation Plattform (OIP)	https://auto-repair-ideas.bosch.com/
Dieselschrauber Community	http://www.dieselschrauber.de
VCDS-Forum	http://www.vagcomforum.de
do-it-auto	http://www.forum.doitauto.de
OBD-2-Forum	http://www.obd-2.de
FCD.eu	http://www.fcd.eu

Abb. 1: Auswahl kfz-spezifischer Internetforen

Im Projekt „Kollaboratives Diagnosenetzwerk für die Kfz-Diagnosearbeit“ (KODIN-Kfz)¹ wurde das Ziel verfolgt, auf der Basis von Web 2.0-Technologien ein Expertennetzwerk zur gegenseitigen Unterstützung bei der Kraftfahrzeugdiagnose sowie zum Lernen im Arbeitsprozess zu entwickeln und zu erproben. Durch die entwickelte, internetbasierte Anwendung wurden die Voraussetzungen zur Vernetzung der Kfz-Facharbeiter/-innen, zur gemeinschaftlichen Erarbeitung herausfordernder Diagnosefälle sowie zur gezielten Reflexion von Symptom-Ursache-Beziehungen und des Handelns im Kfz-Diagnoseprozess geschaffen. Durch die Verschriftlichung eines Diagnosefalles wird das Diagnosegeschehen von der Werkstattebene auf die Internetplattform verlagert und die ortsübergreifende Mitwirkung anderer Fachkräfte ermöglicht. Lösungswege werden dokumen-

tiert, gespeichert und sind zu einem späteren Zeitpunkt für die Gemeinschaft der Teilnehmer/-innen verfügbar.

Durch die Anwendung der kollaborativen Diagnose und die Nutzung der im Internetportal gespeicherten Informationen lassen sich auf konzeptueller Ebene unterschiedliche Impulse zur Initiierung von Lernprozessen aufzeigen.

UNTERSTÜTZUNG DES LERNENS IM BERUFLICHEN ARBEITSPROZESS – AUSBILDUNGS- UND UNTERRICHTSPRAKTISCHES KONZEPT MIT MEDIEN

Die Bewältigung eines problemhaltigen Kfz-Diagnosefalles ist prinzipiell nicht nur als diagnostischer Prozess, sondern auch als Lernprozess zu verstehen, da das Verhalten der Fachkraft auf die Erweiterung der individuellen kognitiven Voraussetzungen gerichtet ist. Aufgrund des Aspektes der gemeinschaftlichen Erarbeitung von beruflichen Herausforderungen kommt der Ansatz Konzepten wie dem situierten oder dem problembasierten Lernen entgegen:

Anregung von Lernprozessen durch Reflexion anhand der Erstellung einer Anfrage an die Community

Durch die Erstellung eines neuen Kfz-Diagnosefalles im Internetportal wird der Handlungsfluss des Diagnoseprozesses unterbrochen. Zur systematischen Dokumentation werden die Fachkräfte durch Leitfragen angehalten. Diese wurden ausgehend von der Analyse des Handelns von Kfz-Diagnoseexperten entwickelt und dienen der Anwenderin/dem Anwender als Hilfestellungen zur systematischen Reflexion des bisherigen Diagnosehandelns und situativen Verständnisses des Sachverhaltes. Das Anlegen eines neuen Kfz-Diagnosefalles erfolgt durch die Angabe der Daten zur Fahrzeugidentifikation sowie durch die Verschriftlichung der Kundenbeanstandung, der von der Fachkraft erfassten Symptome, der vorgenommenen Handlungen, der ermittelten Messergebnisse und der gewonnenen Erkenntnisse zur Identifizierung der Störungsursache. Durch die Dokumentation anhand der Leitfragen wird über die primäre Handlung, dem diagnostischen Prozess, „eine sekundäre etabliert, die die primäre ‚reflektiert‘“ (ALTRICHTER 2000, S. 209). Durch die distanzierte Betrachtung können neue Erkenntnisse zum gegebenen Fall gewonnen und weitere Informationen berücksichtigt werden, durch die das Handeln im Kfz-Diagnoseprozess fortgesetzt werden kann. Die Funktion der Leitfragen ist es, dem Handelnden Defizite sowohl in

seiner subjektiven Interpretation der diagnostischen Daten als auch in seinem Vorgehen zur Eingrenzung der Störungsursache zugänglich zu machen. Darüber hinaus sind die entwickelten Fragestellungen auch als Analyseinstrument zu verstehen. Die Fachkraft wird indirekt angeleitet, ausgewählte Aspekte eines Kfz-Diagnosefalles zu berücksichtigen, um die Störungsursache ermitteln zu können. Das heißt, die Anwender/-innen werden darin unterstützt, eine effektive Vorgehensweise zur Bewältigung der Arbeitsaufgaben zu entwickeln.

Anregung von Lernprozessen durch die Integration von Hilfestellungen aus der Community in den eigenen Diagnoseprozess

Lernprozesse werden angeregt, wenn die Fachkraft Lösungsvorschläge anderer Teilnehmer/-innen in den eigenen Diagnoseprozess integriert. Diese Lösungsvorschläge können Ergebnis einer erfolgreichen Recherche im Fallarchiv sein oder als Antwort auf einen zuvor selbst angelegten Diagnosefall aus der Community eingehen. Das Wissen der anderen Teilnehmer/-innen wird als Hinweis genutzt, um den eigenen Diagnoseprozess weiterzuführen. Vermutungen zur Fehlerursache werden nicht von der Fachkraft generiert, sondern es werden externe und als plausibel befundene Lösungsansätze auf die Situation angewandt. Durch diese Hilfestellungen wird eine bislang vom Handelnden nicht berücksichtigte Beziehung zwischen ausgewählten Anhaltspunkten aufgezeigt, die ein modifiziertes Verständnis der Gegebenheiten ermöglicht. Der Vorteil dieser kollaborativen Erarbeitung liegt in der Nutzung der Wissensressourcen anderer Community-Mitglieder, wodurch es der Fachkraft ermöglicht wird, nicht nur in Bezug auf die Bewältigung der konkreten Arbeitsaufgabe zu profitieren. Durch die Verarbeitung der fallspezifischen Angaben in den verfassten Beiträgen kann der eigene Wissensstand erweitert werden. Zur Förderung der Handlungskompetenz in der Kfz-Diagnosearbeit ist sicherzustellen, dass die Ursache-Wirkungsverkettung im vorliegenden Fall verstanden wird und nicht auf einer Ebene regelhaften Handelns verbleibt. Zu diesem Zweck bietet die kollaborative Diagnose die Möglichkeit, eingebrachte Lösungsideen zu reflektieren. Damit wird auf die gemeinsame Erarbeitung kfz-systemischen Wissens gezielt.

Abbildung 2 zeigt die Verschriftlichung einer Problemstellung sowie die identifizierte Lösung mit der Beschreibung der kausalen Zusammenhänge. Die Problemstellung ist hier sehr klar formuliert und es

Fahrzeug hat keine Leistung bei schnellem Gasgeben



Zur Suche Zu Favoriten hinzufügen



27.08.2014, 14:11 Uhr
Fachkraft A

Antworten: 5 / Besucher: 22 ✓ gelöst

Fahrzeug hat bei schnellem Gasgeben keine Leistung und Drehzahl geht nur bis 2800-3200 U/min hoch, bei langsamen Gasgeben ist alles i.o., ebenso wenn im fehlerfall ein schneller Gaswechsel eingeleitet wird. Der fehlerspeicher des Fahrzeugs ist leer, und es erfolgt kein eintrag. Folgende Prüfungen bereits erfolgt: Sämtliche sensoren und aktoren elektronisch auf funktion geprüft, bzw. durch quertausch ausgeschlossen. Unterdruckverschlauchung geprüft auf richtige verlegung und dichtheit. Turbolader neu. Abgasanlage geprüft. AGR geprüft. Neuteile: LMM ; Magnetventile ; Saugrohrdruckgeber ; Gaspedalmodul Hatte jemand schoneinmal so einen fall, oder eine idee? Schonmal danke in voraus.

Lösungsansatz: Problem ist gefunden Jetzt zum Fehler. Problemteil ist der Turbolader, ansich ist der Turbolader Top und Neu. Problem ist das der Verstellbereich des Gestanges für die Leitschrauben zu groß ist. Er wurde von einer anderen Werkstatt ersetzt. Bei einem unterdruck von 0,8 bar wird das Gestänge zu weit gezogen. Bei einem vergleichsfahrzeug wurde bei 0,55 bar der Maximalanschlag erreicht, der "neue" hat eine verstellbare Anschlagsschraube die falsch eingestellt ist. somit erreicht das gestänge erst bei ca. 0,75 bar den anschlag. Da die Dose im Leerlauf voll gezogen ist, ist er außerhalb des Regelbereiches und hat somit keine Leistung. Bei Gasstoß wird die Dose fast voll mit Frischluft beaufschlagt, das Gestänge gelangt in den Regelbereich und Funktioniert nun bis wieder im Leerlauf gefahren wird. Ganzschön gemein dieser Fehler!!! Scheinen aber Laut diverser Foren mehrere das Problem zu haben bei Austauschturboladern, Deshalb diese Lösung mal Online gestellt. Von wegen voreingestellt geliefert und solche Späße.

Abb. 2: Fallbeschreibung und entsprechende Lösungsdarstellung im Diagnosenetzwerk KODIN-Kfz

wird benannt, welche Überprüfungen bis dahin ohne Erfolg stattgefunden haben. Sehr überzeugend fällt dann auch der Lösungsbeitrag aus, in welchen die Zusammenhänge aufgezeigt werden. Auf die vollständige Darstellung der Fallbeschreibung wird verzichtet².

Anregung von Lernprozessen durch die aktive Unterstützung mittels der Community bei der Bewältigung einer Diagnoseherausforderung

Durch die Verschriftlichung einer Diagnoseherausforderung wird eine Repräsentation der Sachlage erstellt. Die zentrale Herausforderung von räumlich distanzierten Teilnehmerinnen und Teilnehmern am kollaborativen Diagnoseprozess ist es, anhand der gegebenen Daten eine angemessene interne Repräsentation der Situation zu konstruieren, welche die Ableitung von Lösungsansätzen und die Erstellung von Beiträgen ermöglicht. Die am Fahrzeug handelnden Experten/-innen setzen diese Angaben in entsprechende Mess- und Prüfhandlungen am Fahrzeug um und veröffentlichen das Ergebnis als Feedback.

Die externen Bedingungen, die sich im Rahmen der Bearbeitung in einer Kfz-Werkstatt durch die Eigen-

schaften des Arbeitsgegenstandes (das instand zu setzende Fahrzeug) konkretisieren, werden im Diagnosenetzwerk durch die Menge der fall-spezifischen Angaben repräsentiert. Die zentrale Herausforderung besteht nach wie vor in der Verknüpfung diagnostischer Daten zu einer plausiblen Kausalhypothese zur Identifizieren der Störungsursache. Daher sind auch im Rahmen der Mitwirkung an Web 2.0-basierten Kfz-Diagnoseprozessen Fähigkeiten und kfz-systemisches Wissen gefragt, wie es für das aufgabengerechte Handeln an konkreten Fahrzeugen erforderlich ist (vgl. Abb. 3). Die Ebene des aktuellen Verhaltens wird durch die dokumentierten Lösungsansätze der sich in den kollaborativen Prozess einbringenden Community-Mitglieder repräsentiert. Es werden eindeutige Lösungsansätze für ein in Frage stehendes Problem gegeben.

BEWERTUNG DER LERNUNTERSTÜTZUNG

Das kollaborative Diagnosenetzwerk ermöglicht mit einem Web 2.0-basierten Ansatz die gemeinschaftliche Lösung herausfordernder Diagnosefälle, deren Dokumentation sowie die Anregung und Unterstützung von Lernprozessen, bei denen die gemeinschaftliche Lösung betrieblicher, problembehafteter Arbeitsaufgaben im Mittelpunkt steht. Durch die an die Anforderungen der beruflichen Domäne angepasste Gestaltung der Anwendung sowie durch die

The screenshot shows a forum thread with the following content:

- Post 1:** Fachkraft C, 26.08.2014, 09:05 Uhr. "Hallo, bitte die Kraftstoffördernge prüfen, weiterhin die Tandempumpe prf (Interne Dichtheit) Druckverhalten und Druckaufbau." (1 Kommentar)
- Post 2:** Fachkraft A, 26.08.2014, 11:11 Uhr. "Hallo Fachkraft C, die Kraftstoffördernge ist in Ordnung auch die interne Dichtheit haben wir bereits geprüft. I.O., Folgendes Verhalten stellt sich während der Probefahrt dar: Man fährt los gibt vollgas. Fahrzeug hat keine Leistung geht man kurz vom Gas und gibt erneut Vollgas hat das Fahrzeug volle Leistung. Nimmt man den Gang heraus und lässt das Fahrzeug im Leerlauf ein paar Meter rollen wiederholt sich das ganze Schauspiel. Vom Phänomen her ist es als wenn man beim Diesel die Bremse und gas voll durchtritt dann kurz vom gas geht und wieder drauf. Bremspedalschalter wurde allerdings schon ausgeschlossen." (1 Kommentar)
- Post 3:** Fachkraft B, 23.08.2014, 19:35 Uhr. "Hallo Fachkraft A ich nehme an, daß der Motorcode AVB lautet. Ich würde mir mal die Kraftstoffseite angucken, hier verbrennen gerne die Kontakte des Kraftstoffpumpenrelais." (1 Kommentar)
- Post 4:** Fachkraft A, 25.08.2014, 07:16 Uhr. "Hallo Fachkraft B. Danke für die Antwort! Ja, es handelt sich um AVB Motor. Habe mir die Kontakte angeschaut, sind alle i.o. und das Relais arbeitet normal." (1 Kommentar)

Abb. 3: Auszug aus dem dokumentierten Prozess einer kollaborativen Erarbeitung einer Diagnoseherausforderung

Beiträge der Nutzer/-innen können Anlässe für individuelle und kooperative Lernprozesse initiiert und Rahmenbedingungen für ein Lernen als soziales und kommunikatives Geschehen geschaffen werden.

Dabei ist der effektive Nutzen eines solchen Ansatzes an Bedingungen geknüpft, die mit der Nutzung von Web 2.0-Instrumenten im Allgemeinen sowie mit dem spezifischen Anwendungskontext verbunden sind. So ist nicht nur die Bereitschaft zum Wissensaustausch, sondern auch die regelmäßige Aktivität der Teilnehmer/-innen sowie die Qualität der Beiträge ein entscheidendes Kriterium.

Durch die Verlagerung der Gegebenheiten eines Kfz-Diagnosefalles auf eine Web 2.0-basierte Kommunikationsplattform werden die tatsächlichen Bedingungen der Anforderungssituation in ihrer Komplexität und Vielfalt reduziert sowie in der Färbung der subjektiven Wahrnehmung der Fachkraft dargestellt. Es handelt sich um ein Modell der tatsächlichen Sachlage, welche zum Diagnosegegenstand der Online-Community wird. Damit ist einzuwenden, dass Merkmale von Kfz-Diagnosefällen, die über mehrere Sinneskanäle der menschlichen Wahrnehmung aufgenommen und verarbeitet werden (bspw. das Fahrverhalten und ungleichmäßige Geräusch eines Motors mit Verbrennungsaussetzern), nicht bzw. nur eingeschränkt und medial vermittelt zugänglich sind. Zudem erfolgt im Rahmen des Web 2.0-basierten Kfz-Diagnoseprozesses das Handeln der unterstützenden Community-Mitglieder nicht am konkreten Arbeitsgegenstand. Am Instand zu setzenden Fahrzeug handelt ausschließlich die Fachkraft, die die Dokumentation des Kfz-Diagnosefalles erstellt hat. Diese Aspekte sind insbesondere bezüglich des Einsatzes von derartigen Kommunikationsplattformen im Arbeitsprozess zu relativieren, da die Gruppe der Nutzenden, die sich aus Fachkräften einer beruflichen Domäne rekrutiert, an ihrem jeweiligen Arbeitsplatz in der Kfz-Werkstatt mit vergleichbaren externen Bedingungen konfrontiert sind. Daher ist eher anzunehmen, dass die Anwender/-innen von den dokumentierten prozessrelevanten Informationen profitieren.

FAZIT

Es bleibt zu resümieren, dass sich durch die Nutzung digitaler Medien zur Unterstützung der Kompetenzentwicklung in der beruflichen Domäne der Kfz-Diagnose positive Effekte erzielen lassen. Diese sollen und können nicht zu der Annahme führen, dass dadurch das Handeln am Fahrzeug unter Einbezug

kfz-spezifischer Werkzeuge ersetzt und der Prozess der Kompetenzentwicklung in einen vom Arbeitsgeschehen isolierten Raum verlagert werden kann. Vielmehr können Rahmenbedingungen geschaffen werden, um Nutzer/-innen im Arbeitsprozess zur Reflexion des eigenen Handelns und ihrer subjektiven Vorstellungen von technisch komplexen Systemen und Prozessen anzuhalten. Insofern sind solche Web 2.0-Anwendungen als Ergänzung des bestehenden Angebotes von Lernmedien zu betrachten.

ANMERKUNGEN

- 1) Das Vorhaben KODIN-Kfz wurde mit Mitteln des BMBF (Bundesministeriums für Bildung und Forschung) und des ESF (Europäischen Sozialfonds) gefördert. Weitere Informationen unter www.kodin-kfz.de.
- 2) Bei den Fallbeschreibungen handelt es sich um Originaldokumente der Mitglieder des Diagnosenetzwerkes. Eine Korrektur der Texte hat nicht stattgefunden.

LITERATUR

- ALTRICHTER, H. (2000): Handlung und Reflexion bei DONALD SCHÖN. In: NEUWEG, G. H. (Hrsg.): Wissen – Können – Reflexion. Ausgewählte Verhältnisbestimmungen. Innsbruck/Wien/München, S. 201–222
- BECKER, M. (2005): „Intelligente“ Diagnosesysteme im Serviceeinsatz – Gestaltungskriterien und Grenzen automatisierter Diagnosemechanismen. In: PISCHINGER, S./WALLENTOWITZ, H. (Hrsg.): 14. Aachener Kolloquium Fahrzeug- und Motorentechnik. Aachen: FKA, S. 469–484
- BIAT/ITB (2012): KODIN-Kfz. Ergebnisse der Analysephase (Powerpoint-Präsentation): Workshop zu KODIN-Kfz, 31.01.2012 im Institut Technik und Bildung der Universität Bremen
- ZINKE, G. (2003): Lernen in der Arbeit mit Online-Communities – Chance für E-Learning in kleinen und mittelständischen Unternehmen. In: BiBB (Hrsg.): Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (BWP), 1/2003, S. 9–13

Implikationszusammenhang zwischen Entwicklungen im Handlungsfeld „Instandsetzen von technischen Systemen“ und der Didaktik der beruflichen Fachrichtung Metalltechnik



JÜRGEN LEHBERGER

Im vorliegenden Beitrag werden ausgehend von einem konkreten Unterrichtsbeispiel Entwicklungsperspektiven des beruflichen Handlungsfelds „Instandsetzung technischer Systeme“ (Industriemechanikerinnen/Industriemechaniker) beispielhaft aufgezeigt. Zu diesem Zweck werden mögliche Veränderungen innerhalb der Bearbeitung der Lernsituation beschrieben, die sich am Zukunftsbild „Industrie 4.0“ orientieren, wie es vom Arbeitskreis Industrie 4.0 und in den entsprechenden Veröffentlichungen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung beschrieben wird.

AUSGEWÄHLTE INNOVATIONEN

Mit dem Zukunftsbild „Industrie 4.0“ ist die Vorstellung eines Internets der Dinge und Dienstleistungen verknüpft, durch das eine sowohl betriebsinterne als auch weltweite Vernetzung von Anlagen, Maschinen, Werkzeugen und sogar einzelnen Bauteilen über das Internet möglich ist. Auf diese Weise sind Betriebsmittel und Bauteile – in die kleine Computer mit Sensoren und Aktoren eingebettet sind – in der Lage, Informationen auszutauschen, Aktionen auszulösen und sich auf diese Weise gegenseitig selbstständig und dezentral zu steuern. So entstehen Smart Factories, in denen eine völlig neue Produktionslogistik zu beobachten ist, die sich aufgrund der Verwendung intelligenter Produkte ergibt:

Die mit Funk-Chips bestückten Betriebsmittel und Bauteile sind eindeutig identifizierbar, jederzeit und überall lokalisierbar und kennen ihre Entwicklungsgeschichte. Sie kennen ihren aktuellen Zustand und sind in der Lage, alternative Wege zum gewünschten Endzustand zu beschreiten.

Die beschriebenen Veränderungen eröffnen bzw. erfordern alternative Formen der Mensch-Maschine-Interaktion, um die verfügbaren Möglichkeiten ausschöpfen zu können. Welche Daten werden wie abgegriffen, welche Entscheidungen trifft die Fachkraft aufgrund der vielfältigen Information, z. B. bei unvorhergesehenen Ereignissen, und wie werden diese Entscheidungen, z. B. an ein automatisiertes Montagesystem, übergeben? Die Brisanz dieser Fragen wird insbesondere vor dem Hintergrund deutlich, dass Prozessoptimierungen – dem Zukunftsbild entsprechend – unmittelbar im laufenden

Fertigungsprozess erfolgen sollen. Von der Fachkraft werden dabei Entscheidungen erwartet, die nicht frei von Zielkonflikten sind, die sich aufgrund der Abwägung zwischen funktionalen, wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Aspekten ergeben. Die Rolle der Fachkräfte verlagert sich weg von Routine-tätigkeiten hin zu mehr Kreativität und eigenverantwortlichen Entscheidungen. Dieser sozio-technische Gestaltungsansatz erfordert eine lernförderliche Arbeitsorganisation und eine situationsorientierte Berufsausbildung. Zu diesem Zweck sind kompetenzförderliche Arbeitssituationen und -prozesse mit berufswissenschaftlichen Methoden sehr genau zu bestimmen und zu analysieren.

UNTERRICHTLICHES UMSETZUNGSBEISPIEL ALS TEIL EINES UNTERRICHTSENTWURFS

Mit der hier gewählten Lernsituation ist ein qualitativer Anspruch an die authentische Arbeitssituation verknüpft, der sich sowohl am Bildungsziel als auch an den für das berufliche Lernen relevanten Lerntheorien orientiert. Als Mittler zwischen Bildungsziel und Bildungsprozess wird das KOMET-Kompetenzmodell der Forschungsgruppe I:BB (Universität Bremen) genutzt. Demnach soll die Lernsituation einen eher großen Gestaltungsspielraum abstecken, gestaltungsoffen angelegt sein und eine vollständige Arbeitshandlung sowie Aufgabenlösung herausfordern. Wegen des gestaltungsoffenen Charakters der Lernsituation wird ein Lösungsraum angegeben, der sich auf die acht Indikatoren einer vollständigen Aufgabenlösung bezieht und in dem denkbare Auf-

weiter auf Seite 67

KURZ NOTIERT

TRÖL: Neue Ausgabe des Standardwerks ab sofort erhältlich

Das Institut für Wärme und Oeltechnik (IWO) hat eine neue, komplett überarbeitete Ausgabe des Fachbuchs „Technische Regeln Ölanlagen“ (TRÖL) veröffentlicht. Das Standardwerk bietet eine Zusammenstellung der Vorschriften und Rahmenbedingungen für die Errichtung von Ölheizungsanlagen und liefert alle Informationen, die für Planung, Errichtung, Betrieb, Instandhaltung und Befüllung einer Ölanlage benötigt werden. Auch die neue TRWS 791 „Heizölverbraucheranlagen“ Teil 1 ist komplett abgedruckt. Erhältlich ist die 450 Seiten starke „TRÖL 2.0“ im Buchhandel oder direkt unter www.troel.de. Ganz neu: Das Fachbuch kann auch als mobile Ausgabe in eBook-Form geordert werden.

KMK erhöht Attraktivität der Berufsschulen

Die Kultusministerkonferenz aktualisiert die „Rahmenvereinbarung über die Berufsschulen“. Diese Vereinbarung bildet die Basis für die Ausbildungs- und Prüfungsordnungen in den 16 Ländern und dient der notwendigen Einheitlichkeit im Bildungswesen. Mit dem Beschluss leisten die Länder ihren Beitrag für eine zukunftssichere und attraktive Berufsschule. „Durch Zusatzqualifikationen an den Berufsschulen machen wir die Auszubildenden fit für den Arbeitsmarkt“, sagte die Präsidentin der Kultusministerkonferenz, Sachsens Kultusministerin Brunhild Kurth. Dazu zählt der ausbildungsbegleitende Erwerb der Fachhochschulreife. Um auf die Anforderungen einer globalisierten Arbeitswelt besser reagieren zu können, wurden die Möglichkeiten von Auslandsaufenthalten während der Ausbildung deutlich verbessert. Dazu zählen fremdsprachliche Unterrichtsangebote, die an die erworbenen Kenntnisse der allgemeinbildenden Schule anknüpfen und berufs-spezifisch erweitert werden. Durch die Teilnahme an einer Prüfung können interessierte Auszubildende ein Zertifikat erwerben, das das erreichte Sprachniveau nach den Vorgaben des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprache (GER) dokumentiert.

INTRO

Wie in der letzten Ausgabe von „lernen&lehren“ angedeutet, hat das erste Werkstattgespräch zur Weiterentwicklung der beruflichen Bildung in Bremen – tatsächlich – stattgefunden. Die eigentliche Idee der neuen Veranstaltungsreihe, mit einer überschaubaren Teilnehmer/-innenzahl Problemstellungen der Bremer Berufsbildung zu identifizieren und mögliche Lösungskonzepte zunächst auf einer doch eher internen Ebene anzudiskutieren, wurde leider konkretisiert.

Im Vorfeld des Werkstattgesprächs muss sich wohl das Anliegen dieser Veranstaltung in den entsprechenden Behörden und Institutionen herumgesprochen haben, so dass letztlich am Tisch mehr ungeladene als geladene Gäste saßen; Bremen ist halt ein Dorf. Und so wurde es denn eine Veranstaltung, wie es derer so viele in Deutschland gibt: die Vertreter/-innen aus Behörden und Berufsbildungsinstitutionen gaben profunde Positionsmeldungen ab, ohne sich jedoch auf eine etwas tiefere Problemanalyse einzulassen.

Positiv bleibt zu berichten, dass sich aus dieser Veranstaltung ein enger Kontakt zwischen einem schon fast vergessenen Berufsschulzentrum im Bremer Norden und einem Institut der Universität Bremen ergab, der sich nun zu einer feinen, inhaltlichen Zusammenarbeit entwickelt hat. Das lässt hoffen.

Michael Sander

BIBB-Leitfaden – Qualität der betrieblichen Ausbildung

Der Leitfaden richtet sich in erster Linie an Ausbildungsverantwortliche in Betrieben und an Auszubildende. Auch für Bildungspersonal in Schulen, überbetrieblichen Bildungseinrichtungen und Institutionen im Feld der beruflichen Ausbildung kann der Leitfaden Ansätze zur Qualitätsverbesserung liefern. Download unter <http://www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/download/id/7503>

Flächendeckende Fachkräftengpässe bei technischen Berufen im Jahr 2030

Wenn sich die bisherigen Trends in der Zukunft fortsetzen, kommt es im Bereich der technischen Berufe, die meist einen Berufsabschluss voraussetzen, bis 2030 zu Fachkräftengpässen in allen Regionen. Dies zeigen erstmals regionale Ergebnisse der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufs-

feldprojektionen, die am Dienstag vom Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) und dem Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) veröffentlicht wurden. Gleichzeitig kommt es den Projektionen zufolge bis 2030 zu einem flächendeckenden Überangebot an Arbeitskräften im Bereich der kaufmännischen Dienstleistungsberufe, der lehrenden Berufe, der Kaufleute im Warenhandel und der rechts- und wirtschaftswissenschaftlichen Berufe.

Die BIBB-IAB-Berufsfeldprojektionen werden gemeinsam vom IAB mit dem Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) unter Mitwirkung des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Informationstechnik (FIT) und der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung (GWS) durchgeführt. Die Studie ist im Internet abrufbar unter doku.iab.de/kurzber/2015/kb0915.pdf. Weitere Informationen zu den Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen sind unter www.qube-projekt.de zu finden.

WAS UND WANN?

Wissensberufe transnational: Geschlechterkulturen, Lernkulturen, Professionskulturen – Technische Universität Berlin

18.06.2015 bis 20.06.2015 in Berlin

1. Dortmunder Symposium der Empirischen Bildungsforschung „Bedingungen und Effekte guten Unterrichts“, Technische Universität Dortmund

25.06.2015 in Dortmund

PROTOKOLL DER MITGLIEDERVERSAMMLUNG

Protokoll der ordentlichen Mitgliederversammlung der Bundesarbeitsgemeinschaften für Berufsbildung in den Fachrichtungen Elektrotechnik, Informationstechnik, Metalltechnik und Fahrzeugtechnik e.V. im Rahmen der Hochschultage Berufliche Bildung 2015 am 19.03.2015 in Dresden

Ort: Technische Universität Dresden Trefftz-Bau, Zellescher Weg 16, Hörsaal Raum 204
Beginn: 17:50 Uhr, Ende: 19:25 Uhr
Anwesende: 33 Mitglieder lt. Anwesenheitsliste
Protokoll: Uli Neustock

Tagesordnung

1. Formalia
2. Wahl des Protokollführers
3. Grundsätze der Tätigkeit und Bericht des Vorstandes
4. Bericht des Schatzmeisters, Bericht der Kassenprüfer
5. Entlastung des Vorstandes
6. Neuwahl des Vorstandes, Bestellung besonderer Vertreter und Wahl der Beiräte gemäß §§ 6 und 7, Berufung der Landesvertreter gemäß §8
7. Entwicklung und Zukunft der BAG Elektro-, Informations-, Metall und Fahrzeugtechnik e.V. Anträge
8. Verschiedenes

TOP 1 Formalia

Der Vorsitzende der BAG Elektro-, Informations-, Metall und Fahrzeugtechnik e.V., Herr Ulrich Schwenger, begrüßt die Anwesenden, eröffnet die Mitgliederversammlung und stellt die Beschlussfähigkeit fest. Das Protokoll der letzten Mitgliederversammlung vom 29.05.2013 wird einstimmig ohne Enthaltungen angenommen.

TOP 2 Wahl des Protokollführers

Die Mitgliederversammlung wählt einstimmig bei einer Enthaltung Uli Neustock zum Protokollführer der anstehenden Sitzung.

TOP 3 Grundsätze der Tätigkeit und Bericht des Vorstandes

Herr Schwenger gibt zunächst einen Überblick über die Entwicklung der Mitgliederzahlen. Hierbei sind bei 35 Austritten und 43 Neueintritten ein Plus von 8 Mitgliedern zu verzeichnen. Insgesamt umfasst die BAG damit derzeit 521 Mitglieder. Anschließend berichtet Herr Schwenger über die Tätigkeiten des Vereins im zurückliegenden Geschäftsjahr (siehe dazu auch Anlage 2 im Anhang):

- 14.-15.03.2014 BAG-Fachtagung in Kassel
Die Fachtagung wurde gemeinsam mit der Max-Eyth-Schule in Kassel durchgeführt. Das Thema lautete „Arbeitsprozesse, Lernwege und berufliche Neuordnung“. 101 Teilnehmer hatten sich angemeldet, 96 waren erschienen; 6 Sponsoren konnten angeworben werden; 14 Artikel aus Beiträgen dieser Tagung wurden im bwp@ Spezial 8 Feb 2015 veröffentlicht. Der Nettoüberschuss der Fachtagung betrug 1.829,18 €
- Arbeitskreis Versorgungstechnik
Ursprüngliche Planung: Auflösung des Arbeitskreises mit dem Rückzug von Manfred Hoppe Ende 2014; jedoch: in 2014 Neuordnung der SHK-Berufsausbildung mit der Überarbeitung der Ausbildungsordnung. Auf Wunsch der Expertenrunde beim BIBB Mitwirkung des AK VT: Plan der AK-Auflösung wurde vorerst fallen gelassen. (Näheres in den Heften 8, 9, 10, u. 11/2014 der Branchen-Zeitschrift Sanitär + Heizungstechnik (SHT))
- Arbeitskreis Kfz-Technik
– Lehrerfortbildungen für alle Lehrkräfte der Länder Saarland und Baden-Württemberg im Nachgang zur Neuordnung Kfz-Mechatroniker/-innen (Prof. M. Becker); – Mitwirkung in Niedersachsen im Rahmen des Verbundprojektes „ZiLE“ (ein Schaufenster-Projekt Elektromobilität); – Mitwirkung bei den „kosmetischen“ Neuordnungen bei den Ausbildungsberufen „Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen“, „Zweiradmechatroniker/-innen“ sowie bei den nunmehr nur noch zwei Berufen „Karosserie- und Fahrzeugbautechniker/-innen“ und „Karosserieinstandhaltungstechniker/-innen“
- Bundesarbeitskreis Fachschule für Technik
Der BAK FST setzt sich nachdrücklich für eine berufliche Weiterbildung auf allen Ebenen der DQR-Deskriptoren ein. Unterstützung der vielfältigen Möglichkeiten, in der Berufsbildung erworbene Kompetenzen für ein Studium anerkennen zu lassen. Mitwirkung bei der Entwicklung eigenständiger berufliche Wege (siehe: Forderungen der Trierer Erklärung vom 25.11.2014)
- lernen & lehren
Es gibt Akquise-Probleme bei Praxis-Artikeln. Herr Schwenger bittet hierbei alle Mitglieder mit Nachdruck noch einmal, Kolleginnen und Kollegen an den Schulen anzusprechen und zu ermuntern, etwas zu veröffentlichen. Seit Heft 117 erfolgt die Auslieferung bereits zur Quartalsmitte. Nach wie vor großer Beliebtheit erfreut sich der Downloadbereich von www.lernenundlehren.de. Aktuelle Download-Statistik (21.01.-03.03.2015): 4.871 Downloads, davon 88 bekannte Server.

TOP 4: Bericht des Schatzmeisters, Bericht der Kassenprüfer

- Herr Schwenger legt stellvertretend für Herrn Sander den Kassenbericht für das vergangene Geschäftsjahr vor. Der ausführliche Kassenbericht ist als Anlage 3 beigefügt.
- Herr Schlausch und Herr Maschmann haben den Bericht nach eigenen Angaben sehr intensiv geprüft und kommen zu dem Ergebnis, dass er sehr sauber und korrekt geführt wurde.

TOP 5: Entlastung des Vorstandes

- Es wird der Antrag gestellt den Schatzmeister und den Vorstand zu entlasten. Der Vorstand und der Schatzmeister werden mit 29 Ja-Stimmen bei 4 Enthaltungen entlastet.

TOP 6: Neuwahl des Vorstandes, Bestellung besonderer Vertreter und Wahl der Beiräte gemäß §§ 6 und 7, Berufung der Landesvertreter gemäß §8

- Herr Schwenger deutet an in absehbarer Zeit nicht mehr als Vorstandsvorsitzender zu Verfügung zu stehen. Die Frage der Nachfolge soll in einer Findungskommission bearbeitet werden. Als Mitglieder werden hier Peter Krüß, Thomas Vollmer, Harald Strating, Sven Mohr, Michael Tärre und Martin Frenz vorgeschlagen.
- Zur Wahl des neuen Vorstandes wird Herr Maschmann als Wahlleiter gewählt. Herr Schwenger übergibt dem Wahlleiter eine Vorschlagsliste. Hiernach ergibt sich folgendes Wahlergebnis:
- Wahl des Vorstandes

Funktion	Name	Ergebnis
Erster Vorsitzender	OStD a.D. Ulrich Schwenger	32 Ja, 0 Nein, 1 Enthaltung
Erster Stellvertreter (ET/IT)	StD Reinhard Geffert	32 Ja, 0 Nein, 1 Enthaltung
Stellvertr. Stellvertreter (ET/IT)	Prof. Dr. Martin Hartmann	32 Ja, 0 Nein, 1 Enthaltung
Zweiter Stellvertreter (MT/FT)	Prof. Dr. Thomas Vollmer	32 Ja, 0 Nein, 1 Enthaltung
Stellvertr. Stellvertreter (MTTFT)	StD Ulrich Neustock	32 Ja, 0 Nein, 1 Enthaltung
Schatzmeister	Michael Sander	33 Ja, 0 Nein, 0 Enthaltung
Erster Kassenprüfer	Prof. Dr. Reiner Schlausch	32 Ja, 0 Nein, 1 Enthaltung
Zweiter Kassenprüfer	Alexander Maschmann	32 Ja, 0 Nein, 1 Enthaltung

Ferner wurden die besonderen Vertreter der einzelnen Arbeitskreise, die Beiräte für I&I sowie die Landesvertreter gewählt bzw. bestätigt.

- Bestätigung der besonderen Vertreter

Funktion	Name	Ergebnis	Bestätigung der Beiräte Funktion	Name	Ergebnis
BAK FST	Wolfgang Hill	32 Ja, 0 Nein, 1 Enth.	Ständiger Beirat für die Herausgabe von Schriften	Prof. Dr. Georg Spöttl	33 Ja, 0 Nein, 0 Enth.
AK KFZ	Prof. Dr. Matthias Becker	33 Ja, 0 Nein, 0 Enth.	Ständiger Beirat für die Herausgabe von Schriften	Prof. Dr. Ralf Dreher	33 Ja, 0 Nein, 0 Enth.
AK VT	Eckehard Stein	33 Ja, 0 Nein, 0 Enth.			

- Berufung der Landesvertreter gem. §8

Die Berufung der Landesvertreterin und der Landesvertreter erfolgte als Listenwahl. Die unten stehende Liste [siehe nächste Seite] wurde mit 33 Ja-Stimmen bei keiner Gegenstimme und keiner Enthaltung angenommen.

TOP 7: Entwicklung und Zukunft der BAG Elektro-, Informations-, Metall und Fahrzeugtechnik e.V.; Anträge

1. Antrag

Um die Vereinsarbeit noch weiter zu vereinfachen und die Kosten für die Einladungen zu den Mitgliederversammlungen weiterhin gering zu halten, beantragt Herr Schwenger folgende Satzungsänderung:

§ 9 Mitgliederversammlung; (1) ...

alt: ... Die Einladung hat schriftlich zu erfolgen.

neu: ... Die Einladung hat als Bekanntgabe in der Mitgliederzeitschrift „lernen & lehren“ oder schriftlich zu erfolgen.

Die Versammlung stimmte mit 33 Ja-Stimmen ohne Enthaltung der Satzungsänderung zu.

2. Antrag

Für die Veröffentlichung der Beiträge zu den Fachtagungen stehen derzeit drei Modi zur Diskussion:

- bwp@
- bwp@ + books on demand (BoD)
- wbv + Instituts-Sponsoring

Herr Jenewein und Herr Dreher erläutern hierzu die Hintergründe, dass es für eine wissenschaftliche Arbeit und Ausbildung an den Hochschulen wichtig ist, nicht nur online-Exemplare zu veröffentlichen, sondern darüber hinaus auch Buchexemplare zumindest in den einschlägigen Hochschulbibliotheken einstellen zu können. Er macht den Vorschlag, die kommenden Veröffentlichungen zunächst als gedrucktes Buch herauszugeben und nach 2 Jahren das ganze Buch (open access) zum Download freizugeben. Herr Schwenger bietet an, diesen Weg mit 1.000,00 € aus den hierfür rückgestellten Tagungseinnahmen zu unterstützen, der Rest der benötigten Summe, wird von der Universität Siegen und der Universität Magdeburg getragen. Herr Jenewein bittet andere Hochschulstandorte, sich zukünftig in ähnlicher Weise an den Veröffentlichungskosten zu beteiligen.

Hierzu wurden Abstimmungen durchgeführt:

- Veröffentlichung über bwp@ wie bisher: 1 Ja-Stimme
- Veröffentlichung in Buchform, danach Download möglich: 22 Ja-Stimmen, 10 Enthaltungen

PROTOKOLL DER MITGLIEDERVERSAMMLUNG

TOP 8: Verschiedenes

Herr Jenewein informiert die Mitgliederversammlung über die sich abzeichnende Herausgeberstruktur. Jörg Pahl befindet sich bereits im Ruhestand, Georg Spöttl geht demnächst in den Ruhestand, will aber vielleicht noch weiter machen. Willi Petersen denkt ebenfalls an Ruhestand. Herr Jenewein gibt als Anregung darüber nachzudenken, die Schriftleitungsarbeit verstärkt an neue Kolleginnen und Kollegen heranzutragen. Gegebenenfalls könnte auch der Herausgeberkreis etwas verkleinert werden.

Herr Hoffmann berichtet ebenfalls von Akquise-Schwierigkeiten in Bayern auf Landesebene und regt an, bei dieser Frage auf Landesebene stärker u. a. mit den Lehrerverbänden zusammenzuarbeiten, zum Beispiel auch mit dem Ziel, um Doppelveröffentlichungen zu vermeiden.

Herr Pahl lobt Herrn Schwenger ausdrücklich für die Vorstandsarbeit und das Engagement für lernen & lehren über den Zeitraum seiner Amtsschaft von nun mehr als 14 Jahren.

Kassel, 30.03.2015, Uli Neustock

In der nächsten Ausgabe von BAG Aktuell finden Sie den Bericht zur 25. Fachtagung der BAG Elektrotechnik, Informationstechnik, Metalltechnik und Fahrzeugtechnik e. V. vom 19. und 20. März 20153 im Rahmen der 18. Hochschultage berufliche Bildung in Dresden: „Bedeutungsverlust oder Imagegewinn? - Wandel der elektro- und metalltechnischen Aus- und Weiterbildung“ .

BAG IN IHRER NÄHE: LANDESVERTRETER GEM. § 8

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

Hinweis für Selbstzahler:

Bitte auf das
Konto Nr. 809 487 14
bei der Sparkasse Bremen,
BLZ 290 501 01, überweisen!

IBAN:
DE30290501010080948714
SWIFT-/BIC-Code:
SBREDE22XXX

BAG-MITGLIED WERDEN

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

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

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

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

IBAN: DE30290501010080948714
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 21/218-66 301
kontakt@bag-elektrometall.de

Redaktion Michael Sander
Layout Brigitte Schweckendieck
Gestaltung Winnie Mahrin

gabenlösungen zu verorten sind. Die Erfahrungen zeigen, dass ein bis zwei Lernsituationen notwendig sind, um die Bearbeitung aller Indikatoren herauszufordern. Die Indikatoren wurden von der Bremer Forschungsgruppe auf der Grundlage des Bildungsziels, den Kriterien zur Überprüfung der Berufsfähigkeit im beruflichen Prüfungswesen und anhand von Aufgabenbewertungen durch Experten entwickelt. Die Bearbeitung der Lernsituation bietet den Lernenden die Möglichkeit, tragfähige Aufgabenlösungen auf unterschiedlichen Niveaus zu entwickeln und zu begründen. Dies setzt voraus, dass die Lernsituation

ein passendes Lernpotential für die Lernenden aufweist, d. h. Herausforderungen bereithält, die sie bisher noch nicht bewältigt haben.

Beschreibung der Lernsituation

Mit einer Situationsbeschreibung soll der Bezug zu bedeutsamen und charakteristischen beruflichen Arbeitssituationen hergestellt werden. Damit sie ihr kompetenzförderndes Potential entfalten kann, darf sie keine Spezifikationen oder fragengeleiteten Hilfestellungen beinhalten, d. h., sie ist gebrauchswertorientiert – aus „Kundensicht“ – zu formulieren (siehe Abb. 1).

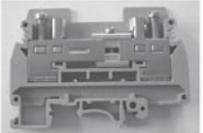
Instandsetzung eines Montageautomaten

Situationsbeschreibung

Der Bediener eines Montageautomaten zur Herstellung von Reihenklemmen für den Einbau in Schaltschränken mittels Hutprofil-Tragschienen bemerkt, dass unvollständig montierte Teile den Automaten verlassen. Nach der Analyse des Fertigungsprozesses stellt er fest, dass ein speziell angefertigter Greifer an der Handhabungsstation Nr. 4 gebrochen ist. Es sind keine Ersatzteile für diese Station verfügbar. Der Maschinenbediener informiert den für die Instandsetzung zuständigen Industriemechaniker bzw. die zuständige Industriemechanikerin.



Montageautomat





Reihenklemme
Greiferpaar
gebrochener Greifer

Auftrag

Erstellen Sie vollständige Unterlagen zum Nachweis der geplanten Arbeiten, die zur fachgerechten Bewältigung der beschriebenen Situation durchzuführen sind. Falls Sie noch zusätzliche Fragen, z. B. an die/den Maschinenbedienerin/Maschinenbediener oder andere Fachkräfte haben, schreiben Sie diese bitte zur Vorbereitung von Abstimmungsgesprächen auf. Begründen Sie Ihren Lösungsvorschlag umfassend und detailliert.

Arbeits- und Hilfsmittel

Zur Bearbeitung der Aufgabenstellung stehen Ihnen sämtliche Hilfsmittel, wie z. B. eigene Mitschriften, Tabellenbücher, Internet usw., zur Verfügung.

Lösungsraum (nur für die Lehrperson)

Indikator 1: Anschaulichkeit / Präsentation

Es liegen differenzierte Darstellungen zum Nachweis der durchgeführten Ursachenanalyse und entsprechende Arbeitspläne für die Neufertigung des Greifers vor. Die Lösung ist für den Maschinenbediener sowie für weitere Fachleute verständlich dargestellt.

Indikator 2: Funktionalität

Der Lösungsvorschlag wurde nach anerkannten technischen Regeln und Normen (Fertigungszeichnung und Arbeitsplan mit Technologiedaten) erstellt.

Die Funktion ist gewährleistet und Maßnahmen zur Schadensvermeidung ergriffen.

Indikator 3: Gebrauchswert

Die Lösung führt zu sachgerecht montierten Reihenklemmen. Der Wunsch des Maschinenbedieners nach Prozesssicherheit ist gewährleistet.

Indikator 4: Wirtschaftlichkeit

Die Verwendung von Normteilen wurde bedacht und die Konstruktion fertigungsgerecht gestaltet. Eine hohe Prozesssicherheit führt zu hohen Instandsetzungszyklen und ist damit wirtschaftlich.

Indikator 5: Arbeits- und Geschäftsprozess

Es erfolgte eine Befragung der/des Maschinenbedienerin/Maschinenbedieners hinsichtlich der Einstellung von Prozessparametern am Montageautomaten. Weiterhin wurden die Mitarbeiter befragt, die die zugeführten Einzelteile fertigen und die Mitarbeiterinnen/Mitarbeiter der Qualitätssicherung.

Indikator 6: Sozialverträglichkeit

Die Arbeitssicherheit ist gewährleistet, z. B. bei der maschinellen Fertigung des neuen Greifers. Es wurden Maßnahmen zur Vermeidung von Haut- und Augenkontakt mit dem eingesetzten Kühlschmierstoff geplant.

Indikator 7: Umweltverträglichkeit

Der umweltverträgliche Einsatz von Kühlschmierstoffen und Schneidölen ist innerhalb der Planungsentscheidungen berücksichtigt.

Indikator 8: Kreativität

Eine Lösungsidee wurde entwickelt.

Die möglichen Alternativen mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen werden aufgezeigt.

Abb. 1: Lernsituation „Instandsetzung eines Montageautomaten“

Arbeits- und Lernprozess zur Bearbeitung der Lernsituation

Im Folgenden geht es um die Darstellung eines Lehr-Lern-Prozesses, der es den Lernenden ermöglicht, sich individuell und selbstständig mit der Lernsituation auseinander zu setzen. Die in der folgenden Prozessstruktur angegebenen Anlagen¹ werden in diesem Beitrag nicht dargestellt, weil dies den verfügbaren Rahmen sprengen würde. Die Anlagen verweisen jedoch auf die weiteren notwendigen Pla-

nungsentscheidungen zur Konkretisierung des Lehr-Lern-Prozesses (siehe Abb. 2).

IMPLIKATIONEN FÜR DIE DIDAKTIK DER BERUFLICHEN FACHRICHTUNG METALLTECHNIK

Werden die Möglichkeiten genutzt, die das Internet der Dinge bietet, verändern sich auch die Instandsetzungsarbeiten an dem hier betrachteten Montageautomaten. Insbesondere die Ursachenanalyse und die Betrachtung des Geschäftsprozesses, in den die Reihenklemmenfertigung eingebunden ist (s. Lösungs-

Sachstruktur	Verlaufsstruktur	Sozialform/ Medien/ Methode
<p><i>Übergabe der Lernsituation</i> Der für Instandhaltung und Instandsetzung in der Reihenklemmenfertigung zuständige Industriemechaniker wird mit der Lernsituation „Instandsetzung eines Montageautomaten“ (siehe Abb. 1) konfrontiert. Eine erfahrene Fachkraft leitet aus der Situationsbeschreibung und dem Auftrag z. B. die folgenden Aufgaben ab:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ausfallursache ermitteln, - Entscheidungen bzgl. Prozess- und Bauteilveränderung treffen und - Ersatzteilbeschaffung bzw. -fertigung planen. 	<p>Die Lehrperson sorgt in dieser Phase des Unterrichts dafür, dass sich die Lernenden die Lernsituation zu Eigen machen. Zu diesem Zweck haben sie –individuell– zunächst zu klären, in welcher Rolle sie angesprochen werden, ob sie die Situation und den Auftrag verstanden haben und ob er aus ihrer Sicht realisierbar ist. Anschließend geht es für die Lernenden darum, dem Auftrag schrittweise in Form von Aufgabenstellungen zu spezifizieren. An dieser Stelle des Unterrichts hat die Lehrperson darüber zu entscheiden, ob prozessbezogene Hilfen notwendig sind oder die Lernenden mit der Bearbeitung der selbstgestellten Aufgaben beginnen können.</p> <p><i>Anmerkung: Auf der Grundlage der angefertigten Spezifizierungen zeigt sich, inwieweit es einzelnen Lernenden in einem ersten Schritt gelingt oder nicht gelingt, die Auftragsbearbeitung fachgerecht anzugehen, d. h. die Lernsituation zu übernehmen.</i></p>	<p>Plenum bzw. Einzelarbeit/ Beamer- oder Dokumentenkameraprojektion der Lernsituation</p>
<p><i>Entwickeln und Festlegen von Bewertungskriterien</i> Gemeinsam mit den Lernenden ist Transparenz darüber herzustellen, welche Anforderungen von Seiten der Lehrperson hinsichtlich eines Ergebnisses sowie eines Arbeits- und Lernprozesses gestellt werden. Dabei geht es um die Kriterien zur Bewertung der</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aufgabenlösung (Gebrauchswert für den Kunden, vollständige Aufgabenlösung, Abwägung alternativer Lösungen u. ä.), - Vorgehensweise (Fragen klären, z. B.: Situationsbeschreibung in Aufgabenstellungen übersetzt? An welchen Stellen reichte das Vorwissen nicht aus? Auf welche Hilfen wurde zurückgegriffen?), - Aneignen neuer Kompetenzen (Fragen beantworten, z. B.: Auf welche Arbeitserfahrung und auf welches Wissen konnte zurückgegriffen werden? Welches Wissen musste neu angeeignet werden? Wie erfolgte der Zugriff auf das neue Wissen?). 	<p>Die Lehrperson sorgt in dieser Phase des Unterrichts dafür, dass den Lernenden sehr genau bewusst wird, worauf es bei der Bearbeitung der Lernsituation ankommt.</p> <p><i>Anmerkung: Da die angegebenen Bewertungskriterien nicht nur die Anforderungen an die Ergebnisqualität beschreiben, sondern die Lernenden auch herausfordern, den Arbeits- und Lernprozess in den Blick zu nehmen, sind sie auch eine gute Grundlage für die Selbstreflexion der Vorgehensweise und des Lernzuwachses. Forschungsergebnisse belegen, dass die Festlegung transparenter Bewertungskriterien den Lernerfolg erhöht.</i></p>	<p>Unterrichtsgespräch/ gemeinsam mit den Lernenden entwickelte Bewertungsbögen, strukturierte Hilfen zur Arbeits- und Lernprozessdokumentation</p>
<p><i>Aufgaben bearbeiten und Ergebnispräsentation vorbereiten</i> Die im Rahmen der Spezifizierung von den Lernenden individuell festgelegten Aufgaben sind mit einer Zielsetzung zu verknüpfen und in Anbetracht der festgelegten Bewertungskriterien zu bearbeiten. Dabei ist das Vorgehen zur Aufgabenlösung vorläufig und unter Einsatz der bereits vorhandenen Kompetenzen festzulegen und anschließend umzusetzen. Im Ergebnis geht es um die kreative Ausschöpfung des Gestaltungsspielraums, der durch den Lösungsraum eröffnet wird (s. Anlage 1: Beispiele von tragfähigen und vollständigen Aufgabenlösungen hinsichtlich der selbstgestellten Aufgaben). Auf das Lernen bezogen geht es insbesondere darum, die Stellen zu identifizieren, an denen die vorhandenen Kompetenzen nicht ausreichen, um die Arbeitsprozesse fortzuführen. Diese Stellen als Lernproblematik zu begreifen, die über selbstgesetzte Lernprozesse zu bewältigen ist, soll die Lernenden in die Lage versetzen, den Arbeitsprozess fortzuführen. Die Tragfähigkeit der Arbeitsergebnisse ist abschließend selbst zu bewerten (Selbstbewertung) und ggf. für notwendig erachtete Korrekturen vorzunehmen. Hier geht es auch darum, die Ergebnisse so darzustellen, dass sie hohen formalen Standards genügen, sodass sie vor „Kunden“ im Klassenplenum präsentiert werden können.</p>	<p>Die Lehrperson sorgt durch eine entsprechend gestaltete Lernumgebung in dieser Phase des Unterrichts dafür, dass die Lernenden sich selbstständig mit der Aufgabenbearbeitung auseinandersetzen können und die notwendigen Lernprozesse zu realisieren sind. Falls Hilfen von Seiten des Lehrenden notwendig sind, sollten sie prozess- und nicht produktbezogen sein (z. B.: Was genau ist Ihnen unklar? Was wäre als erstes zu tun?).</p> <p><i>Anmerkung: Das kooperative Lernen sollte situationsadäquat und flexibel eingesetzt werden. Lernende mit vergleichbaren</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Lernproblematiken sollten die Möglichkeit erhalten, sich über ihre Lernergebnisse und Lernprozesse auszutauschen. - Bearbeitungsniveaus haben die Möglichkeit, ihre Ergebnisse auszutauschen und zu bewerten. - u. ä. <p><i>Die Möglichkeit der niveaudifferenzierten Aufgabenbearbeitung kann den Anspruch der Lernenden nach individueller Förderung einlösen. Natürlich beinhaltet dieses Vorgehen auch die Option, dass die Stärkeren den Schwächeren helfen und die Förderung von Sozialkompetenzen, wenn die Arbeitsprozesse anschließend reflektiert und die Erkenntnisse in allgemeiner Form festgehalten werden.</i></p>	<p>Phasen von Einzel- und Gruppenarbeit/ Beschreibung der Lernsituation, erstellte Materialien zur Ergebnisbewertung und Prozessbeobachtung, verfügbare Medien, z. B.: Fachbuch, Tabellenbuch, Internet/ Technik des kooperativen Lernens (Think, Peer, Share)</p>

Sachstruktur	Verlaufsstruktur	Sozialform/ Medien/ Methode
<p><i>Arbeits- und Lernprozess reflektieren</i> In dieser Phase des Unterrichts geht es um das Reflektieren und Systematisieren der Arbeits- und Lernerfahrungen. Zu diesem Zweck ist das Vorgehen zur Bearbeitung der Aufgabenstellung von den Lernenden in Gedanken noch einmal zu reproduzieren, um sich die dabei gemachten Erfahrungen zu vergegenwärtigen. Es sind insbesondere die Erfahrungen von Bedeutung, die im Zusammenhang mit den Vorgehensweisen gemacht wurden, die – aus Sicht der Lernenden – zu tragfähigen und vollständigen Lösungen bezogen auf die neuen Herausforderungen geführt haben (s. Anlage 2: Beispiel für ein Arbeitsprozesswissen – in den Dimensionen des handlungsleitenden, handlungserklärenden und handlungsreflektierenden Wissens, das zu tragfähigen und vollständigen Aufgabenlösungen geführt hat (s. Anlage 1)).</p>	<p>Die Lehrperson unterstützt den für die Lernenden meist ungewohnten und anspruchsvollen Reflexionsprozess durch Nachfragen oder einen Fragenkatalog – der den Lernenden ausgehändigt wird – zur selbstständigen Konkretisierung dieses Prozesses. <i>Anmerkung: Für die Kompetenzentwicklung der Lernenden ist es von ganz entscheidender Bedeutung zu erfahren, wie sie bei der Aufgabenbearbeitung tatsächlich vorgegangen sind. Dieses handlungsleitende Wissen gilt es zu sichern, denn gerade dieses Wissen ist es, das ggf. weiter zu entwickeln ist.</i></p>	<p>Phasen von Einzel- und Plenumsarbeit/ schriftliche Dokumentationen der Lernenden, Fragenkatalog zur Reflexion/ Elaboration mentaler Modelle („Ablauflassen“ von Vorgängen vor dem geistigen Auge)</p>
<p><i>Aufgabenlösungen, Arbeits- und Lernprozesse sowie Lernergebnisse präsentieren und bewerten</i> Die präsentierten Aufgabenlösungen (produktbezogene Präsentation) werden von den Mitlernenden und der Lehrperson auf der Grundlage des Auftrags und der vereinbarten Bewertungskriterien aus der Kundenperspektive heraus hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit bewertet (Fremdbewertung). Bei der Präsentation der Arbeits- und Lernprozesse (prozessbezogene Präsentation) geht es um das Lernen und die Kompetenzentwicklung. Hier geht es auch um die Vollständigkeit der Aufgabenlösung, ergänzende Erklärungen, Begründungen und die Abwägungen zwischen alternativen Lösungen. Weiterhin geht es um ungeklärte Fragen und die Antwort auf die Fragestellung: Was habe(n) ich/wir gelernt?</p>	<p>In dieser Phase des Unterrichts kommt es zunächst darauf an, dass die Mitlernenden, die Kundenrolle einnehmen und die vorgestellten Ergebnisse aus dieser Perspektive heraus bewerten. Die Lehrperson muss aufgrund der Qualität der Bewertungen entscheiden, ob sie inhaltlich oder steuernd eingreift. Geht es um die Darstellung der Arbeits- und Lernprozesse werden die Mitlernenden und die Lehrperson in der Rolle von Experten angesprochen. Hier geht es auch darum, dass die Lernenden die Besonderheiten beruflicher Lernkonzepte erfahren. <i>Anmerkung: Werden tragfähige Arbeits- und Lernkonzepte offengelegt, gilt es diese zu sichern und zu verallgemeinern. Handelt es sich dagegen um problematische Konzepte, muss es darum gehen, diese weiter zu entwickeln, d. h. die Lernenden individuell zu fördern. Hier ist auch der Ort, wo theoretisches Wissen – als handlungsbegründendes oder handlungsreflektierendes Wissen – sich als bedeutsam zu erweisen hat.</i></p>	<p>Plenumsarbeit/ Präsentationen/ produktbezogene und prozessbezogene Präsentation</p>
<p><i>Lernergebnisse systematisieren und verallgemeinern</i> Jetzt gilt es, die gemachten Erfahrungen von der konkreten Lernsituation abzukoppeln, um sie allgemein und damit für folgende „Kundenaufträge“ verfügbar zu machen. Im konkreten Fall geht es z. B. um die systematische Einordnung des Gelernten (Ursachenermittlung durch Prozessanalyse, begründete Abwägung zwischen alternativen Lösungsansätzen anhand der Indikatoren einer vollständigen Aufgabenlösung) in das Bedeutungsfeld des Konzepts „Fehlerrisikoprüfung in technischen Systemen“ (s. Anlage 3).</p>	<p>Der Lehrperson muss es in dieser Phase gelingen, den Lernenden bewusst zu machen, dass das in dieser Lernsituation entwickelte Arbeitskonzept und die damit verbundenen Fachbegriffe zu verknüpfen sind mit bereits bekannten Konzepten und Fachbegriffen. Nur so ist eine professionsbezogene Erweiterung handlungsrelevanter Konzepte im entsprechenden Bedeutungsfeld zu erreichen. <i>Anmerkung: Eigene Erfahrungen belegen, dass beim Ausbleiben oben beschriebener Verknüpfungen, das Gelernte nur bei adäquaten Situationen zum Einsatz kommt. Dadurch werden die folgenden „Kundenaufträge“ nicht im Lichte der vorausgegangenen Erfahrungen betrachtet, sondern als gänzlich neue Herausforderung.</i></p>	<p>Plenumsarbeit/ bereits angelegte Bedeutungsfelder</p>

Abb. 2: Darstellung des Lehr-Lern-Prozesses

raum), vereinfachen sich erheblich. Ist das Bauteil „Greifer“ mit einem Chip ausgestattet, der die Vernetzung mit dem Internet der Dinge herstellt, sind z. B. Informationen gespeichert: Rohmaterial und deren Qualität, Fertigungsqualität, auftretende Kräfte beim Greifen und Greifposition am Bauteil „Reihenklammer“. Natürlich wird der Schaden am Greifer nicht erst dadurch erkannt, dass die Reihenklammermontage unvollständig ist, sondern bereits bei ersten Abweichungen, z. B. hervorgerufen durch ungewöhnliche Verformungen am Greifer selbst. Diese Verformungen würden der Prozesssteuerung mitgeteilt und parallel ein Auftrag zur Ersatzteilmontage erteilt, um im Zukunftsbild „Industrie 4.0“ zu bleiben. Die Verfügbarkeit der Daten erlaubt ein schnelles und selbstständiges Reagieren auf Prozessstörungen

durch das Bauteil selbst. Spätestens an dieser Stelle wird ein Zielkonflikt deutlich, der insbesondere dann entsteht, wenn der beschriebene Schaden häufiger auftritt. Die selbstständige Entscheidung den Greifer neu zu fertigen und dann im Rahmen eines geplanten Systemstillstandes (präventive Instandhaltung) zu wechseln, sichert die Verfügbarkeit des Montageautomaten. Aber ist diese Entscheidung unter den oben beschriebenen Bedingungen auch wirtschaftlich? Dieser Zielkonflikt ist nicht vom System, sondern von der zuständigen Fachkraft zu lösen. Sie hat abzuwägen zwischen den Kosten zur Sicherstellung der Verfügbarkeit über die Beschaffung eines Ersatzteils oder die Kosten für eine Prozess- und/oder Bauteiloptimierung, die zu einer höheren Standzeit des Greifers führen könnte. An diesem Beispiel wird

die Bedeutung des Gestaltungsansatzes, der dem KOMET-Kompetenzmodell zugrunde liegt, deutlich. Das Bildungsziel der Mitgestaltung der Arbeitswelt in sozialer und ökologischer Verantwortung fordert von den Fachkräften genau die Abwägung der miteinander konkurrierenden Kriterien bei der Bearbeitung beruflicher Aufgabenstellungen ein, d. h. eine vollständige (holistische) Aufgabenlösung, wie sie das KOMET Kompetenzmodell vorsieht und im Zukunftsbild „Industrie 4.0“ beschrieben wird. Im Sinne der neuen sozialen Infrastruktur der Arbeit sind den Fachkräften erweiterte Entscheidungs- und Beteiligungsspielräume einzuräumen. Dies deckt sich mit der Forderung, Lernsituationen gestaltungsoffen anzulegen. Die Fachkräfte, die ihre Spielräume ausschöpfen und mitgestalten, müssen ihre Entscheidungen selbst verantworten können. Dazu ist es erforderlich, dass sie ihr berufliches Handeln auch fachlich begründen und inhaltlich verstehen können. Deshalb sind die Indikatoren der vollständigen Aufgabenlösung in den unterschiedlichen Dimensionen

des Arbeitsprozesswissens zu entfalten. Damit soll sichergestellt werden, dass eine Fachkraft nicht nur weiß, was zu tun ist, sondern auch begründen kann, warum sie es so tut und vor allem, warum sie es so tut und nicht anders, d. h. ihre Entscheidung unter Abwägung aller relevanten Aspekte einer Aufgabenlösung trifft. Eine weitere Implikation für die Fachdidaktik besteht darin, die Erkenntnisse und Methoden der berufswissenschaftlichen Forschung in ihren Bezugsrahmen einzubinden, um als Didaktik einer beruflichen Fachrichtung – insbesondere unter den Bedingungen des Zukunftsbildes „Industrie 4.0“ – den für Bildung und Qualifizierung notwendigen Bezug zur beruflichen Arbeit und zum Arbeitsprozess herstellen zu können.

ANMERKUNG

1) Die Anlagen können beim Autor angefordert werden.

Einbettung industrieller IT-Qualifizierungsangebote in die berufliche Erstausbildung



MICHAEL LOTTER

Seit November 2012 findet sich in regelmäßigen Abständen ein bundesweiter Arbeitskreis – bestehend aus Lehrkräften beruflicher Schulen¹ – zusammen, um die Einbettung des CCNA²-Curriculums in die berufliche Erstausbildung im dualen System voranzutreiben. Didaktische Überlegungen, wie das CCNA-Curriculum für Berufsschüler in den IT-Ausbildungsberufen angeboten werden kann, gibt es seit Beginn der Bildungsinitiative. Bisher ist es jedoch nicht gelungen die länderspezifischen Lehr- und Lösungsansätze zu koordinieren bzw. die Hürden des Bildungsföderalismus zu überwinden, so dass die Arbeitsergebnisse von gegenseitigem Nutzen sind. Das Bedürfnis hier eine länderübergreifende Brücke zu schlagen, wurde vor allem mit der Einführung der didaktischen Jahresplanung als Planungsinstrument für einen kompetenzorientierten Unterricht wiederbelebt.

EINLEITUNG

Die Einführung der „Neuen IT-Berufe“ in Deutschland im Jahr 1997 wurde stets durch Bildungsangebote namhafter IuK-Hersteller begleitet. Die IT-Qualifizierungsoffensive „Bildungsinitiative Networking“ ist die deutsche Umsetzung eines nichtkommerziellen Bildungsprogramms, jedoch unter Federführung eines führenden Netzwerkgeräteherstellers³, das auch anderen Unternehmen und Institutionen die Beteiligung ermöglicht, um die Bandbreite der IT-Bildung in beruflichen Schulen zu bereichern. Der Start der

„Bildungsinitiative Networking“ wurde ab 1999 in Form einer Public-privat-Partnership durch Rahmenvereinbarungen zwischen den Kultusministerien der einzelnen Bundesländer und der Geschäftsleitung des Unternehmens Cisco Systems Deutschland besiegelt. Seither hat sich die Bildungsinitiative in beruflichen Schulen etabliert und leistet einen nachhaltigen und in der Breite anerkannten Beitrag zur Qualifizierung von Fachkräften in der Informationstechnologie.

Das Bildungsangebot bedient in seinem Kern das Segment der Netzwerktechnik und möchte den Lernenden auf die Zertifizierung nach Industriestandards vorbereiten. Neben der reinen Nutzung des sehr umfangreichen Bildungsangebots durch Schülerinnen und Schüler/Auszubildende und Lehrkräfte, sind die Möglichkeiten der aktiven Beteiligung und Einflussnahme wesentliche Faktoren, die zur Akzeptanz der Bildungsinitiative Networking beitragen. Auf Bundesebene werden durch den Verein IT-Bildungsnetz (<http://www.it-bildungsnetz.de/>) regionale Aktivitäten mit der Bildung, Betreuung und Koordination von Arbeitskreisen gefördert und überregionale Veranstaltungen zum Informationsaustausch organisiert.

ERWEITERTES QUALIFIKATIONSPORTFOLIO INNERHALB DER BERUFLICHEN ERSTAUSBILDUNG

Im Kontext der dualen beruflichen Erstausbildung ist die Industriezertifizierung der Bildungsinitiative Networking als Zusatzqualifikation zu betrachten, die Arbeitsmarkt- und Karrierechancen verbessert. Gerade auf internationaler Ebene sind Industriezertifikate Bestandteil eines Qualifikationsportfolios, die Unternehmen eine zielgenaue Rekrutierung von Arbeitnehmern ermöglichen und ohne die eine Beschäftigungsfähigkeit oft eingeschränkt ist. Auch national sind IT-Zertifizierungen Bestandteil eines Ausbildungsangebots einer Berufsschule, da die Marktrelevanz gesehen wird.

Es ist Ziel des Arbeitskreises, die Zusatzqualifikation so weit wie möglich in den Unterricht der Berufsschule einzubetten, da nach Ansicht des Arbeitskreises die allgemeingültigen und herstellerunabhängigen Inhalte der CCNA-Module zu einem hohen Anteil die Lernfelder 7 (Vernetzte IT-Systeme) und 9 (Öffentliche Netze) des Ausbildungsberufs Fachinformatiker/-in in der Fachrichtung Systemintegration (KMK 2015) abdecken. Die aktuelle Version 5 des CCNA Curriculums kommt den Rahmenbedingungen der Berufsschule sehr entgegen, um ausgewählte Inhalte in den regulären Unterricht einzubetten. Zu den vorteilhaften Neuerungen der Version 5 zählt vor allem der wahlfreie Modul-Zugriff, d. h. je nach didaktischem Fahrplan kann im Einklang mit den klassischen Zielen der dualen beruflichen Erstausbildung zum Fachinformatiker/zur Fachinformatikerin eine erste Industriezertifizierung ermöglicht werden. Das passende Qualifizierungsangebot wird als CCENT⁴-Zertifikat bezeichnet und ist ein Einstiegszertifikat für Mitarbeiter des Supports.

BERUFLICHE HANDLUNGSKOMPETENZEN ALS ORIENTIERUNGSRAHMEN FÜR EINE WIRKSAME EINBETTUNG

Ein didaktischer Fahrplan setzt die Beschreibung einer Kompetenzentwicklung voraus. Die geforderten Kompetenzen sollen in berufsrelevanten Lernsituationen erworben werden. Die curriculare Analyse der gültigen Lehrplanrichtlinien für Fachinformatiker/-innen, deren Grundlage der Rahmenlehrplan und die Ausbildungsverordnung aus dem Jahr 1997 sind, konnte im Wesentlichen dazu beitragen, Zeitrichtwerte abzugleichen. Den Anspruch eine Entwicklung beruflicher Handlungskompetenzen zu erfassen, um eine gezielte Entwicklung zu fördern, erfüllen nur die neuesten Lehrplanrichtlinien, wie z. B. die aktuelle bayerische Lehrplanrichtlinie (ab 2013/14) für die Kfz-Mechatroniker/-innen. Für z. B. den Ausbildungsberuf Fachinformatiker/-in sind vor allem die Lehrkräfte selbst gefordert, curriculare Entwicklungsarbeit zu leisten.

Der Arbeitskreis startete daher mit der curricularen Entwicklungsarbeit. Die Orientierung am VQTS-Modell erschien dabei sinnvoll (VQNET 2015). Das VTQS-Modell verwendet das Format einer Matrix zur strukturierten Beschreibung arbeitsbezogener Kompetenzen. Dieses Format ist u. a. geeignet die stufenweise Entwicklung von Kompetenzen innerhalb eines Kompetenzbereichs (Kernarbeitsaufgabe) darzustellen. Im Zusammenhang mit den formulierten Absichten des Arbeitskreises sehen die Mitglieder im Wesentlichen folgende Sinnhaftigkeit in der Entwicklung und Bereitstellung einer Kompetenzmatrix:

- Entwicklungsinstrument für Lernsituationen und Lernpfade,
- Instrument zur Auswahl von Inhalten, Lehr- und Lernmaterialien u. a. aus dem fachsystematisch strukturierten CCNA-Curriculum,
- Unterstützungsangebot für die didaktische Jahresplanung,
- didaktischer Filter für die Auswahl von Lehrmethoden sowie Prüfungsverfahren,
- Kommunikationsinstrument für Bildungspartner im dualen System, um arbeitsteilige didaktische Bemühungen zu vereinbaren,
- Positionierung des CCNA-Curriculums als begleitender Beitrag zur beruflichen Kompetenzentwicklung in der dualen Erstausbildung,
- Instrument zur Fremd- und Selbstevaluation,
- Grundlage für ein ePortfolio.

UNTERSTÜTZUNG DURCH DAS EUROPEAN E-COMPETENCE FRAMEWORK

Weil es für den europäischen Arbeitsmarkt bereits einen sektorspezifischen Kompetenzrahmen im Bereich der Informations- und Telekommunikationstechnologie gibt, der u. a. auch für die Bildungsinstitutionen empfohlen wird, wurde der Versuch unternommen, diese Kompetenzbeschreibungen aufzugreifen und anzupassen. Mit der Verwendung des European e-Competence Framework (e-CF)⁵ (DIN 2015; European e-Competence Framework 2015; IG Metall 2010) möchte die Arbeitsgruppe auf die bestehenden Arbeitsergebnisse einschlägiger Experten⁶ aus dem ITK-Bereich zurückgreifen.

Damit ist beabsichtigt

- die Vereinbarkeit mit dem e-CF,
- die Aktualität der Handlungsfelder,
- die berufliche Relevanz,
- die gezielte Entwicklung beruflicher Kompetenzen
- und die Verbindung zum europäischen Qualifikationsrahmen

sicher zu stellen.

Um jedoch handlungsfähig zu sein, Lernsituationen für Fachinformatiker/-innen zu entwickeln, musste der e-CF eingegrenzt und spezifiziert werden.

- Die 40 e-Kompetenzen (e-CF v3.0) aus den 5 Kompetenzbereichen des ITK Sektors wurden auf 9 e-Kompetenzen reduziert.
- Die Progression im Anforderungsniveau wurde erweitert.
- Die Förderung und Entwicklung beruflicher Kompetenzen im Unterricht oder in der Ausbildung wurde fokussiert.

Bei der Anpassung des e-CF hat sich die Arbeitsgruppe auf folgende Regeln verständigt:

- Einschränkung der Dimension 1 und 2 im e-CF auf A6, B1-5, C1, C3 und E2, da diese Kompetenzbereiche für die Geschäfts- und Arbeitsprozesse im Umfeld der Fachinformatiker/-innen in der Fachrichtung Systemintegration relevant sind.⁷
- Spezifizierung der Kompetenzbeschreibung (Dimension 2) und der Kompetenzentwicklung (Dimension 3) auf das Arbeitsumfeld eines Fachinformatikers/einer Fachinformatikerin bzw. auf die ITK-Wissensgebiete Netzwerktechnik und Systemintegration durch Beispiele, Ergänzungen oder Umformulierung.

– Erweiterung des Anforderungsniveaus nach unten, um vor allem die Entwicklung und nicht nur den Endzustand einer Kompetenz in der beruflichen Erstausbildung zu beschreiben, d. h. es wurde nach unten um die Niveaustufen eins, zwei und vereinzelt auch die Niveaustufe drei des EQF erweitert (e-CF 1 = EQF 3).

– Berücksichtigung des Unterrichts- und Ausbildungsbezugs, d. h. der Transfer z. B. in geeignete Lernsituationen soll trotz der holistischen Beschreibung gut möglich sein.

Die Anpassung des e-CFs an den Ausbildungsberuf Fachinformatiker/-in in der Fachrichtung Systemintegration ergibt in der ersten Dimension die vier Kompetenzfelder Planen (A), Erstellen (B), Durchführen (C) und Steuern (E). Die relevanten 9 e-Kompetenzen der zweiten Dimension sind Anwendungsspezifikation (A6), Design- und Entwicklung (B1), Systemintegration (B2), Testen (B3), Lösungsimplementierung (B4), Entwicklung technischer Dokumentationen (B5), Anwenderbetreuung (C1, ausführliche Darstellung siehe Abb. 1), Service-Administration und Projekt- und Portfoliomanagement (E2).

Das erste Ergebnis ist eine Kompetenzmatrix, die versucht die Entwicklung profiltypischer Tätigkeiten eines Fachinformatikers/einer Fachinformatikerin in der Fachrichtung Systemintegration abzubilden. Der Fokus liegt dabei auf dem didaktischen Jahresplan für die Lernfelder 7 und 9 mit der Möglichkeit lernfeldübergreifende Anknüpfungsmöglichkeiten zu bieten. Mit dem e-CF kann die Arbeitsgruppe auf ein Rahmenwerk des CEN ICT Skills Workshops mit steter Weiterentwicklung und hoher Aktualisierungsrate zurückgreifen. Seit der Version 1 aus dem Jahr 2008 wurde der e-CF zweimal überarbeitet. Diese Aktualisierungsrate begünstigt die Erfassung aktueller Veränderungen der Arbeitswelt im ITK-Sektor schon bei der Unterrichtsplanung.

Mithilfe dieser Kompetenzbeschreibungen verfügt der Arbeitskreis neben dem Lehrplan, den Erfahrungswerten mit der IHK-Abschlussprüfung und dem Lehr- und Lernmaterial des CCNA-Curriculums über ein zusätzliches Instrument zur Gestaltung von Unterricht.

FÖRDERUNG EINER BERUFLICHEN KOMPETENZENTWICKLUNG AUF GRUNDLAGE DER KOMPETENZMATRIX

Der Umfang vorhandener Lehr- und Lernmaterialien und der Zuwachs neuer Technologien und Verfahren im ITK-Wissensgebiet der Netzwerktechnik fordern

Dimension 1	C - Durchführen			
Dimension 2	C1 - Anwenderbetreuung			
	Reagiert auf Nutzeranfragen und -probleme; hält relevante Informationen fest. Behebt Vorfälle oder reicht sie weiter und optimiert die Systemleistung. Überwacht Lösungen oder Ergebnisse und die daraus folgende Kundenzufriedenheit.			
Dimension 3	EQR-Level 1	EQR-Level 2	EQR-Level 3	EQR-Level 4
	<p>Er/Sie kann einfache und vorstrukturierte schriftliche Supportanfragen (Formular) von Nutzern auswerten, die Priorität auf Grundlage von vorgegebenen Kategorien einschätzen und mit Hilfe einer Dokumentation einfache Netzwerkprobleme (z.B. physikalische Probleme im Access-Layer) lösen.</p> <p>Er/Sie kann innerhalb seines Kompetenzbereichs nicht gelöste Supportanfragen protokollieren, qualifiziert an zuständige Kompetenzbereiche weitergeben und Kunden zum Status informieren.</p>	<p>Er/Sie kann mündliche Supportanfragen von Kunden/Nutzern freundlich und sachgerecht annehmen, und lenkt das Gespräch, um das technische Problem des Kunden vollständig zu erfassen.</p> <p>Er/Sie kann die Bedeutung des technischen Problems für den Kunden ermessen.</p> <p>Er/Sie kann im Rahmen seiner fachlichen Kompetenz und seiner Selbsteinschätzung Lösungswege aufzeigen bzw. organisiert den Problemlösungsprozess für den Kunden/Nutzer bis zur Lösung eines Problems.</p>	<p>Er/Sie kann mit Nutzern über vielfältige Kommunikationssysteme (Trouble-Ticket-Systeme, E-Mail, Live-Support, Telefon, Fernwartung) routiniert kommunizieren, setzt dabei Produktwissen und technische Fertigkeiten ein, um auf Nutzeranfragen und -probleme zu reagieren.</p> <p>Er/Sie kann überschaubare Vorfälle (First-Level-Support) unter Befolgung von vorgeschriebenen Verfahren (Lösungsdatenbank, Formulare, Eskalationsstrategie, zu Hilfenahme des Second-Level-Supports) lösen.</p>	<p>Er/Sie kann systematisch bei der Analyse von Nutzerproblemen handeln.</p> <p>Er/Sie kann Fragetechniken anwenden, um die zugrunde liegenden Probleme zu klären und zu verstehen.</p> <p>Er/Sie kann Fehlersymptome in Bezug zu bekannten Lösungen bringen und pflegt die Lösungsdatenbank, um das Wissen für den First-Level Support nutzbar zu machen.</p> <p>Er/Sie kann komplexe oder ungelöste Vorfälle an erfahrene Mitarbeiter (z. B. Third Level Support) weiterreichen</p> <p>Er/Sie kann Probleme von Beginn bis zum Abschluss bearbeiten und protokollieren.</p>

Abb. 1: (C1) Ausschnitt aus der im Arbeitskreis entwickelten Kompetenzmatrix

die didaktische Reduktion für den Berufsschulunterricht und die Fokussierung der beruflichen Kompetenzentwicklung in der Erstausbildung. Dies trifft vor allem zu, wenn Lehr- und Lernmaterialien aus Herstellerhand genutzt werden. Übertragen auf das Angebot des CCNA-Curriculums hat die Entwicklung des Programms zu einem starken Anstieg des Umfangs und des Anforderungsniveaus geführt. Auch Fachhochschulen und Universitäten nehmen das Angebot von Cisco in ihre Ausbildungsprogramme auf. Es kann daher nicht förderlich sein, die Lernpfade des CCNA-Curriculums eins zu eins in den didaktischen Fahrplan des Berufsschulunterrichts zu übernehmen.

Nach Ansicht des Arbeitskreises ist mit der Entwicklung einer Kompetenzmatrix die Grundlage für die Weiterarbeit geschaffen, so dass mit der Gestaltung von Lernsituationen und der gezielten Auswahl von Inhalten aus dem CCNA-Curriculum begonnen werden konnte. Hier beginnt letztlich die Herausforderung, derer sich Berufsschullehrkräfte mit Leidenschaft widmen, haben sie doch den Anspruch, ihre

Adressatengruppe stets nach dem Stand der Technik und mit Berufsrelevanz zu fördern.

Der Ausschnitt folgender Lernsituationsbeschreibung soll eine mögliche Umsetzung einer Lernsituation umreißen, wie sie im Arbeitskreis entwickelt wurde.

Einstiegsszenario

... Ein Heimnetzwerk soll aktuellen und künftigen Anforderungen der Nutzer gerecht werden. Erstellen Sie auf Grundlage der vorhandenen Informationen eine Ist-Analyse des bestehenden Netzwerks und eine Bedarfsanalyse, um auch künftige Entwicklungen zu berücksichtigen. Die Ergebnisse sind nach den Erfordernissen Ihres Unternehmens nachvollziehbar zu dokumentieren

Damit der Beitrag der Lernsituation zu einer Kompetenzentwicklung im Überblick deutlich wird, ist die Kompetenzmatrix (siehe Abb. 2) in der Lernsituationsbeschreibung eingefügt. Die Ausprägung des Anforderungsniveaus im jeweiligen Kompetenzbereich ist eingefärbt.

		Anforderungsniveau					
		EQF 1	EQF 2	EQF 3	EQF 4	EQF 5	EQF 6
A. Planen	A6						
B. Erstellen	B1						
	B2						
	B3						N.A.
	B4						N.A.
	B5						N.A.
C. Durchführen	C1						N.A.
	C3					N.A.	N.A.
E. Steuern	E2						

Abb. 2: Matrix mit Bezug auf das Anforderungsniveau der Lernsituation

Als Bestandteil der Metadaten einer Lernsituation erfüllt die Kompetenzmatrix folgende Aufgaben:

- Die Entwickler einer Lernsituation legen fest, welche Kompetenzbereiche in der Lernsituation in welchem Anforderungsniveau angesprochen werden und dokumentieren eine gezielte Kompetenzentwicklung (didaktischer Jahresplan).
- Das Lehrerteam gewinnt einen schnellen Eindruck von der Lernsituation und kann sich orientieren.
- Entwicklern und Anwendern dient die Matrix als Kommunikationsinstrument.

Die lernsituationsbezogenen Teilkompetenzen werden aus den Beschreibungen der entwickelten Matrix abgeleitet. Folgende Teilkompetenzen beziehen sich auf die exemplarische Lernsituation:

- Er/Sie kann einem Kunden gezielte Fragen zu seinen Bedürfnissen im Umgang mit seiner Netzwerkkumgebung stellen und diese für eine strukturierte Dokumentation festhalten.
- Er/Sie fertigt mithilfe eines Formulars eine Bestandsaufnahme für ein kleines Netzwerk an.
- Er/Sie gewinnt über Teamarbeit Informationen, die zur Vorbereitung auf ein Kundengespräch notwendig sind und bringt sein Wissen im Team ein.

- Er/Sie fertigt auf Grundlage der Bestandsaufnahme eine Geräteliste und einen logischen Netzwerkplan an.

- ...

Hervorzuheben ist an dieser Stelle die Gebrauchstauglichkeit der holistischen Kompetenzbeschreibungen der Matrix auf der Metaebene. Dieser Vorteil ist einerseits durch relevante Handlungsfelder aus dem e-CF gegeben, zum anderen aber auch darauf zurückzuführen, dass die Auseinandersetzung und Anpassung des e-CFs und die Entwicklung von Lernsituationen von den Mitgliedern einer Arbeitsgruppe vorgenommen wurden. Ebenso in der Lernsituationsbeschreibung enthalten ist der Bezug zum Lehr- und Lernmaterial des CCNA-Curriculums, bzw. es wird die Auswahl aus einer fachsystematischen Strukturierung der Herstellermaterialien für eine kompetenzorientierte Aufgabenstellung deutlich. Alle notwendigen Informationen zur Bewältigung der Lernsituation können aus dem CCNA-Curriculum bezogen werden, das Kundennetzwerk kann teilweise mit dem Laborequipment des Cisco-Labs nachgestellt werden und eine passende Packet Tracer⁸-Übung eignet sich für Dokumentationsaufgaben.

FAZIT UND AUSBLICK

Die Herangehensweise bzw. die entwickelte Struktur hat sich für den Arbeitskreis als geeignet herauskristallisiert, um Lehrkräfte bei der Einbettung industrieller Qualifizierungsangebote in den Unterricht zu unterstützen. Basierend auf dem e-CF gelingt es den Arbeitskreismitgliedern sehr gut, eine stufenweise und zielgerichtete Entwicklung von Kompetenzen innerhalb eines Kompetenzbereichs abzuleiten und diese für die Entwicklung neuer und Einordnung bestehender Lernsituationen nutzbar zu machen. Lehr- und Lernmaterialien aus dem eher fachsystematisch strukturierten CCNA-Curriculum können so als Beitrag zu Lernsituationen ausgewählt werden.

Die Anwendung und Gebrauchstauglichkeit der entwickelten Kompetenzmatrix wird von den Arbeitskreismitgliedern über die Unterrichtspraxis und regelmäßige Arbeitskreissitzungen kontinuierlich reflektiert. Erkenntnisse und Ergebnisse der Experten des einschlägigen CEN-Workshops stützen den Anspruch, Veränderungen innerhalb beruflicher Handlungsfelder oder gar neue Handlungsfelder zu erfassen. Die Vernetzung der Arbeitsgruppe mit dem DIN-Gremium „Kompetenzen in der IKT-Branche“ (DIN 2014), welches die Arbeit des CEN-Workshops im Wesentlichen spiegelt, ist ein weiterer Gelingensfaktor.

Die Verfügbarkeit bereits entwickelter Lernsituationen ist derzeit auf Anfrage gegeben. Für teilnehmende Bildungseinrichtungen in Deutschland sollen die Lernsituationen künftig zusätzlich im Lernmanagementsystem Cisco Netspace (<https://www.netacad.eu/de>) bereitgestellt werden. Die Aktivitäten des Arbeitskreises beruhen auf der freiwilligen Teilnahme interessierter Personen. Die Vernetzung und Erweiterung des Arbeitskreises ist ausdrücklich erwünscht. Als Ansprechpartner des Arbeitskreises steht Ihnen der Autor dieses Beitrags gerne zur Verfügung.

ANMERKUNGEN

1) Arbeitskreismitglieder: OSZIMT Berlin; Staatl. Technikerschule, Berlin; Staatl. BS, Kempten; FH Niederrhein; Berufsbildende Schulen Lingen; Pädagogisches Landesinstitut, Speyer RP; Multimedia Berufsschule Hannover; Gewerblich-Technische Schule Offenburg; Städtische Berufsschule für Informationstechnik München; Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung, Dillingen By.

- 2) CCNA: Cisco Certified Network Associate. Hierbei handelt es sich um das dem Material zugrunde liegende IT-Industriezertifikat.
- 3) Cisco Deutschland.
- 4) CCENT: Cisco Certified Entry Network Technician; das CCENT-Zertifikat ist als ein schneller Karriere-start in die Netzwerkwelt konzipiert, um einfache Basisnetze zu errichten und zu pflegen. Es ist eine Einstiegszertifizierung für Mitarbeiter des Support Level 3. siehe <http://www.it-bildungsnetz.de/CCENT-Zertifikat.140.0.html?&type=>
- 5) e-CF: European e-Competence Framework, ein europäischer Kompetenzrahmen für ITK Fach- und Führungskräfte; <http://www.ecompetences.eu/de/>
- 6) CEN/PC 428 „Projekt-Komitee – e-Kompetenzen und ITK-Berufe, Spiegelgremium im DIN NA 043-02-02 AA; <http://www.nia.din.de/>
- 7) In Anlehnung an „Die deutschen IT Aus- und Weiterbildungsberufe im europäischen e-Competence Framework“.
- 8) Der Cisco Packet Tracer ist ein Netzwerksimulationsprogramm.

LITERATUR

- DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V. (2014): Neues Arbeitsgremium „Kompetenzen in der IKT-Branche“ bei DIN gegründet. <http://www.nia.din.de> (zuletzt aufgerufen am 12.01.2015)
- DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V. (2015): e-Competence Framework – ein europäischer IKT Kompetenzrahmen auf dem Weg zur Standardisierung. <http://www.nia.din.de> (zuletzt aufgerufen am 12.01.2015)
- EUROPEAN E-COMPETENCE FRAMEWORK (2015): Ein gemeinsamer europäischer Rahmen für ITK Fach- und Führungskräfte in allen Branchen. <http://www.ecompetences.eu/de/> (zuletzt aufgerufen am 12.01.2015)
- IG METALL (2010): European e-Competence Framework – ein europäischer Kompetenzrahmen für ITK Fach und Führungskräfte, <http://www.globe-pro.de/de> (zuletzt aufgerufen am 12.01.2015)
- IG METALL (2010): Die deutschen IT-Aus- und Weiterbildungsberufe im europäischen e-Competence Framework, <http://www.globe-pro.de/de> (zuletzt aufgerufen am 12.01.2015)
- KMK (1997): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Fachinformatiker/Fachinformatikerin, S. 3. <http://www.kmk.org/fileadmin/pdf/Bildung/BeruflicheBildung/rlp/Fachinformatiker97-04-25.pdf> (zuletzt aufgerufen am 12.01.2015)
- VQNET (2015): Results of VQTS II project: <http://www.vocationalqualification.net/> (zuletzt aufgerufen am 12.01.2015)

Photovoltaikanlagen

– neue Anforderungen an Elektroinstallationen



MICHAEL TÄRRE

Mit der Errichtung von Photovoltaikanlagen sind neue Anforderungen im Bereich der Elektroinstallation entstanden. Umgebungs- und Witterungsbedingungen, bisher wenig bekannte Komponenten mit kurzer Entwicklungszeit, AC- und DC-Installationen innerhalb des Gesamtsystems sowie spezifische Sicherheitshinweise eines sich fortentwickelnden Normen- und Regelwerks müssen beherrscht werden, um Anlagensicherheit und möglichst große Energieerträge zu erzielen. Daraus entstehen auch neue Anforderungen an die Berufsausbildung im Elektrohandwerk.

NETZGEKOPPELTE PHOTOVOLTAIKANLAGE (PV-ANLAGE)

Photovoltaik gilt als wichtige Energietechnik der Zukunft, deutschlandweit existieren derzeit ca. 1,4 Millionen PV-Anlagen. Photovoltaikanlagen nutzen die Sonne als Energiequelle und erzeugen sogenannten sauberen Strom und tragen somit zur Verminderung von CO₂-Emissionen bei. Neben den Herstellerunternehmen und den Unternehmen des Produktionsanlagenbaus sind für die Installation der Anlagen insbesondere Handwerksbetriebe verantwortlich, die damit ein neues Geschäftsfeld hinzugewonnen haben.

Grundsätzlich können „Inselanlagen“ und „netzgekoppelte Anlagen“ unterschieden werden. Eine Inselanlage ist nicht an das öffentliche Stromnetz angeschlossen. Sie müssen daher auf jeden Fall über einen Energiespeicher verfügen. Die meisten PV-Anlagen werden als netzgekoppelte Anlagen betrieben. Mit Hilfe von Solarzellen wird die Lichtenergie direkt in elektrische Energie umgewandelt. Da die Leistung einer einzelnen Solarzelle gering ist, werden Solarmodule aus vielen Zellen zusammengeschaltet. PV-Module gibt es in unterschiedlichen Größen und für unterschiedliche Leistungen. In netzgekoppelten Anlagen werden vor allem PV-Module ab ca. 100 W verwendet. PV-Module geben Gleichspannung ab, die durch Wechselrichter in Wechselspannung umgewandelt werden muss. Über den Einspeisezähler werden die Energieerträge erfasst und anschließend direkt ins öffentliche Stromnetz eingespeist. Die Energieerträge werden nach den Festlegungen im

EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz) vom Energieversorger bzw. Netzbetreiber vergütet.

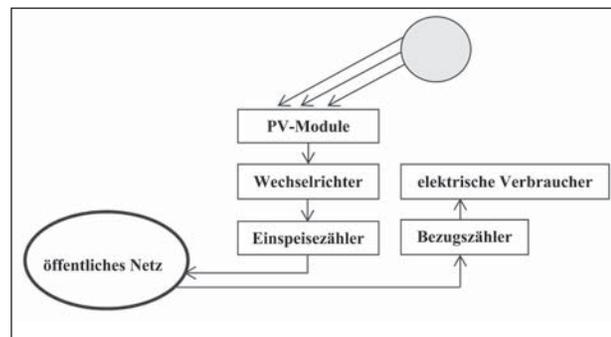


Abb. 1: Prinzipskizze einer netzgekoppelten PV-Anlage

PV-INSTALLATION IM BERUFLICHEN HANDLUNGSFELD „ENERGIETECHNISCHE ANLAGEN“

Die wesentlichen Komponenten PV-Module, Leitungen, Generatoranschlusskasten und Wechselrichter müssen aufeinander abgestimmt werden, damit ein optimales Ergebnis erzielt werden kann, also Anlagensicherheit und möglichst große Energieerträge.

Defekte in stromleitenden Komponenten einer PV-Anlage können zu Lichtbögen und infolgedessen zu einem Brand führen. In einem Forschungsprojekt untersuchten daher der TÜV RHEINLAND und weitere kompetente Projektpartner abgebrannte Photovoltaik-Anlagen. Fehlerhafte Komponenten oder Installationsmängel waren Auslöser für verschmorte Stellen oder Brände. Zusammenfassend zeigen die Untersuchungsergebnisse:

Installationsmängel sind die häufigste Fehlerursache. Teilweise sind sie so massiv, dass man von fehlender Sachkenntnis der Installateure ausgehen muss. Des Wei-

teren zeigen festgestellte starke Unterschiede zwischen den Herstellern im Umfang und der Beschreibungstiefe der Installationsanleitungen, dass diese allein häufig nicht zur technisch korrekten Errichtung einer PV-Anlage ausreichen (vgl. TÜV RHEINLAND u. a. 2015, S. 20, 57).

Neben der Untersuchung, wie die Entstehung von Lichtbögen vermieden werden kann, wird auch an der Entwicklung von Detektoren gearbeitet, die frühzeitig Alarm geben, wenn ein kleiner Lichtbogen entsteht.

Bei der Installation der Anlagen ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen der Verkabelung für den Gleichstrom von den PV-Modulen bis zum Wechselrichter und der Wechselstromverkabelung vom Wechselrichter bis hin zum Einspeisepunkt. Die Querschnitte hängen von der Leistung der PV-Module und des Wechselrichters sowie der Länge der Kabel ab. Wichtig ist, dass der Leiterquerschnitt ausreichend dimensioniert wird. Er wird i. d. R. so ausgelegt, dass die Leitungsverluste kleiner als 1 Prozent der installierten Leistung sind. Das Brandentstehungsrisiko wird im PV-Generatorbereich deutlich höher eingeschätzt als im Wechselstrom (AC)-Bereich. Gründe dafür sind, dass die Komponenten auf der DC-Seite der Witterung ausgesetzt und eine Vielzahl von elektrischen Verbindungen herzustellen sind. Auf der AC-Seite stehen darüber hinaus bewährte Betriebsmittel mit langer Entwicklungszeit zur Verfügung, die AC-Installation wird meist in witterungsgeschützten Räumen errichtet und jede Elektrofachkraft verfügt über eine gute Ausbildung für AC-Installationen (vgl. TÜV RHEINLAND u. a. 2015, S. 58).

Die von den PV-Modulen gelieferte Gleichspannung, die üblicherweise bis zu 1000 Volt auf der Gleichspannungsseite betragen kann, wird vom Wechselrichter in einphasige Wechselspannung mit 230 Volt oder Dreiphasen-Wechselspannung mit 400 Volt umgewandelt. Hinsichtlich der Energieeffizienz und Zuverlässigkeit einer PV-Anlage übernimmt der Wechselrichter noch weitere Funktionen. Durch das sogenannte MPP (Maximum Power Point)-Tracking wird die Eingangsspannung des Wechselrichters an die optimale Spannung (MPP-Spannung) der angeschlossenen Solarmodule angepasst, womit insgesamt eine Optimierung der Leistung der PV-Anlage erreicht wird. Da der Wechselrichter das Bindeglied zwischen der PV-Anlage und dem öffentlichen Niederspannungsnetz ist, müssen Wechselrichter jederzeit vom Netz getrennt werden können. Als Sicherheitsschnittstelle zwischen der PV-Anlage und dem Niederspannungsnetz wird die Einrichtung zur Netz-

überwachung mit zugeordneten allpoligen Schaltorganen (abgekürzt ENS) verwendet. Durch die ständige Überwachung von Frequenz, Spannung und Netzimpedanz werden Fehler umgehend erkannt, so dass im Fehlerfall eine Trennung der PV-Anlage vom Netz erfolgt.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Fachkräfte des Elektrohandwerks bei der Installation von PV-Anlagen mit komplexen sowie komplizierten Komponenten, wie z. B. dem Wechselrichter, konfrontiert werden, die aus ihrem bisherigen Arbeitsumfeld nicht bzw. wenig bekannt sind. Dies gilt auch für DC-Installationen, die in der Ausbildung bzw. im bisherigen Berufsleben i. d. R. gegenüber AC-Installationen weniger zur Anwendung kamen. Bei der Kundenberatung sind ökonomische, ökologische, rechtliche und sicherheitstechnische Aspekte darzulegen, wobei die Planung von PV-Anlagen relativ große Gestaltungsspielräume beinhaltet. Großen Einfluss auf die Planung haben Umgebungs- bzw. Witterungsbedingungen. Des Weiteren müssen besondere Sicherheitshinweise bei der PV-Installation beachtet werden (siehe Abb. 2).

Zu beachten ist:

- PV-Module lassen sich nicht spannungsfrei schalten, denn sie erzeugen bei Lichteinfall immer eine Gleichspannung.
- Die Kurzschluss-Stromstärke liegt nur ca. 20 Prozent über der Bemessungsstromstärke, da der Innenwiderstand von PV-Modulen sehr groß ist. Bei Sicherungen oder RCD-Schutzeinrichtungen ist daher insbesondere auf die Gleichstromtauglichkeit für PV-Anlagen zu achten. Hierin liegt ein wesentlicher Unterschied zur üblichen Wechselstrom-Gebäudeinstallation.
- Es können Lichtbögen entstehen, wenn Kontakte unter Last getrennt werden. Diese verlöschen bei Gleichstrom nicht selbsttätig. Verbrennungen und Verblitzungen können die Folge sein.
- Die Einwirkzeit bei einem elektrischen Schlag durch Berühren von frei liegenden Kontakten kann lang sein, da der Stromfluss durch keine Sicherung unterbrochen wird.
- Die Fachkraft haftet für die komplette Elektroinstallation der PV-Anlage, auch wenn die gleichstromseitige Montage nicht von der Fachkraft durchgeführt wurde. Die gleichstromseitige Montage kann von jeder unterwiesenen Person durchgeführt werden.

Das Befolgen der Hinweise dient der passiven Sicherheit bei der Montage von PV-Modulen.

Zu beachten ist:

- PV-Anlage bei allen DC-seitigen Arbeiten mit dem Gleichstromhauptschalter lastfrei schalten.
- Keine elektrisch leitenden Teile in Stecker und Buchsen einführen.
- Die PV-Module nicht mit nassen Werkzeugen, Steckern und Buchsen montieren.
- Nur einadrige und doppelt isolierte Kabel zum Verschalten der PV-Module verwenden.
- Alle Arbeiten an den Kabeln mit äußerster Vorsicht durchführen und isolierte Werkzeuge sowie Handschuhe verwenden.
- Vor Inbetriebnahme der Anlage noch einmal sorgfältig die Verschaltung der PV-Module überprüfen (vgl. Dzieia u. a. 2009, S. 283).

Abb. 2: Sicherheitshinweise bei der PV-Installation

LERNSITUATION „PHOTOVOLTAIKANLAGE PLANEN“

Bei der Lernsituation steht die Auftragsplanung der Photovoltaikanlage unter Berücksichtigung folgender Planungsaspekte im Vordergrund:

- Anlagengröße ermitteln und PV-Module auswählen,
- Installationsort und Installationsumgebung analysieren,
- Dimensionierung und Auswahl des Wechselrichters,
- Leitungsdimensionierungen der Modulanschlussleitungen und der Wechselstromanschlussleitungen,
- DC-Hauptschalter auswählen,
- Blitzschutz, Erdung und Überspannungsschutz analysieren,
- Netzeinspeisepunkt, Netzanschluss festlegen.

Die Bearbeitung der Arbeitsaufträge erfolgte in Kleingruppen (2 bzw. 3 Lernende pro Gruppe). Nach der Bearbeitung des ersten Arbeitsauftrages erfolgte eine intensive Reflexionsphase im Klassenplenum, in der die Ergebnisse präsentiert, verglichen, gegebenenfalls korrigiert sowie ergänzt wurden. Die Fragen an den Kunden dienten zur weiteren Konkretisierung der Ausgangssituation. Hierbei zeigte sich, dass die Lernenden vorwiegend auf unmittelbar technische Aspekte zu sprechen kamen, z. B. einzuhaltender Leistungsverlust der DC-Leitung. Fragen nach der

Dachbeschaffenheit, z. B. Zugänglichkeit, nutzbare Fläche, Lage von Schornstein und möglicher Satellitenanlage etc., bzw. den Umgebungs- bzw. Witterungsbedingungen wurden hingegen deutlich weniger gestellt. Üblicherweise werden diese Aspekte bei einer Besichtigung unmittelbar „einsichtig“, jedoch sollten die Auszubildenden frühzeitig für diese Planungsdaten sensibilisiert werden. Die Brandursachenanalysen haben gezeigt, dass Planungsfehler einen großen Einfluss auf die möglichen Folgen eines Brandes haben können. Hängt ein Wechselrichter z. B. an einem Balken oder steht er auf einer Holzplatte, kann daraus ein Gebäudebrand entstehen.

Der Wechselrichter stellt die komplexeste Einzelkomponente eines Photovoltaiksystems dar. Komponenten wie Stecker, Klemmverbindungen, Schalter und Leitungen kommen innerhalb eines Wechselrichters vor, ergänzt durch passive, elektronische und leistungselektronische Komponenten. Je nach Ausstattungsmerkmalen eines Wechselrichters sind bis zu mehrere hundert Einzelteile zusammengefügt. Der Inhalt von Datenblättern und Beschriftungen für Wechselrichter sind in der Norm DIN EN 50524 geregelt, insbesondere Spannungs- und Stromkennwerte auf Eingangs- und Ausgangsseite sowie der Wirkungsgrad, der als gewichteter europäischer Wirkungsgrad angegeben wird (vgl. TÜV RHEINLAND u. a. 2015, S. 16, 94). Der zweite Arbeitsauftrag stellt daher den Wechselrichter in den Mittelpunkt. Eine Internetrecherche empfiehlt sich, da Datenblätter und

auch Installationsanleitungen der Hersteller im Internet zur Verfügung stehen. Einerseits wird damit die Zielsetzung verfolgt, elektronische Informationsquellen zu nutzen, da Hersteller aus Kostengründen zunehmend dazu übergehen, Produktinformationen ausschließlich in elektronischer Form über die unternehmens-eigene Homepage zur Verfügung zu stellen. Andererseits müssen Fachkräfte hersteller-spezifische Datenblätter bzw. Produktinformationen analysieren können. Es hat sich gezeigt, dass Auszubildende des Elektrohandwerks häufig Probleme beim Analysieren von technischen Datenblät-

Lernsituation „Photovoltaikanlage planen“

Herr Müller hat Interesse an der Installation einer Photovoltaikanlage auf dem Dach seines Einfamilienhauses. Erste Informationen hat er durch Recherchen im Internet eingeholt. Nach dieser Orientierung möchte er nun weitere Informationen einholen und bittet daher um eine Kundenberatung und ein Kundengespräch. Die Leistung des PV-Generators soll ca. 2,8 kWp betragen. Beim Dach handelt es sich um ein Schrägdach (Neigung 42 Grad) mit Deckung Frankfurter Pfanne. Der Sparrenabstand der Holzunterkonstruktion beträgt 0,8 Meter. Nutzbare Dachdurchführungen für die Kabel stehen nicht zur Verfügung.

Blackschaltbild der geplanten Photovoltaikanlage

PV-Generator

DC-Hauptschalter

Strangwechselrichter

LS-Schalter

Einspeisemähler

öffentliches Netz

Arbeitsauftrag 1: Kundenberatung vorbereiten

- Informieren Sie sich bitte zur Vorbereitung des Kundengesprächs über die Funktionsweise der oben dargestellten Komponenten einer PV-Anlage.
- Halten Sie wesentliche Informationen auf Karteikarten schriftlich fest.
- Geben Sie Normen an, die zu beachten sind, um eine PV-Anlage elektrisch betriebssicher zu errichten.
- Notieren Sie Fragen an den Kunden, die für die folgende Planung der PV-Anlage zwingend beantwortet werden müssen.

Arbeitsauftrag 2: Wechselrichter auswählen

Im Internet finden Sie zahlreiche Unternehmen, die Wechselrichter für PV-Anlagen anbieten.

- Führen Sie bitte eine Internetrecherche durch und wählen Sie einen Wechselrichter aus.
- Begründen Sie die Auswahl des Wechselrichters.
- Drucken Sie das Datenblatt des gewählten Wechselrichters aus und kennzeichnen Sie im Datenblatt die markanten technischen Daten, die zu der Auswahl geführt haben. Erläutern Sie die markanten technischen Daten.
- Halten Sie wesentliche Informationen auf Karteikarten schriftlich fest.

Abb. 3: Arbeitsblatt zur Lernsituation „Photovoltaikanlage planen“

tern haben und häufig relevante Daten nicht identifizieren bzw. zuordnen können.

Mittlerweile liegen eine Vielzahl von Normen, Vorschriften und Richtlinien vor, die einerseits allgemein gültig und damit auch auf PV-Anlagen zu beziehen sind. Andererseits wurden speziell für PV-Anlagen Regelwerke entwickelt bzw. werden aufgrund zunehmender Erfahrungen mit PV-Anlagen weiter entwickelt. Folgende Normen sollten auf jeden Fall im Unterricht thematisiert werden:

- DIN VDE 0100-712, Errichtung von Niederspannungsanlagen: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art, Solar-Photovoltaik-Stromversorgungssysteme,
- DIN VDE V 0126-1-1, Netzanschluss mit selbsttätig wirkender Freischaltstelle,
- DIN VDE 0298-4, Strombelastbarkeit von Leitungen,
- DIN VDE 0185-3, Blitz- und Überspannungsschutz,
- DIN EN 61277, Terrestrische photovoltaische (PV-) Stromerzeugungssysteme – Allgemeines und Leitfaden,
- DIN EN 61727, Photovoltaische (PV) Systeme – Eigenschaften der Netzschnittstelle.

In Solarmodulen sind Solarzellen zur Erhöhung der Spannung in Reihe und zur Erhöhung der Stromstärke parallel geschaltet. Ergänzend zu den o. g. Arbeitsaufträgen haben die Lernenden daher auch mit Solarzellenmodellen kleiner Leistung Grundschaltungen (Reihen- und/oder Parallelschaltung) aufgebaut. Die Sonnenstrahlen wurden bei ungünstigen Wetterverhältnissen mithilfe von Lichtquellen simuliert. Somit konnten die Lernenden die Stromspannungs-Charakteristik sowie den Einfluss des Neigungswinkels nachvollziehen und eine Vorstellung davon entwickeln, wie die komplexen Solarmodule schaltungstechnisch aufgebaut sind.

PROBLEME MIT DEM CURRICULUM?

– IMPLIKATIONEN FÜR DIE BERUFLICHE DIDAKTIK

Beim Analysieren des Lernfeldes 11 des Ausbildungsberufes Elektroniker/Elektronikerinnen in der Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik (siehe Abb. 4) wird deutlich, dass die Lehrkräfte die inhaltliche Ausgestaltung und Konkretisierung der offen gehaltenen Lehrpläne übernehmen müssen. Die fett dargestellten Textstellen können dabei als „Vorgaben“ angesehen werden, die im Kontext „Photovoltaikanlage planen“ zu berücksichtigen sind.

Der Wechselrichter als komplexeste Einzelkomponente wird im Lernfeld lediglich benannt. Zweifels- ohne darf man unterstellen, dass die Lehrkräfte wissen, dass die Auswahl eines Wechselrichters vor dem fachlichen Hintergrund von Planungsbedingungen und technischen Auswahlkriterien im Unterricht zu thematisieren ist. Damit ist allerdings noch nicht die Frage beantwortet, was muss bzw. aus der Bil-

Lernfeld 11 EG: Energietechnische Anlagen errichten, in Betrieb nehmen und in Stand setzen

3. Ausbildungsjahr, Zeitrichtwert: 80 Stunden

Zielformulierung:

Die Schülerinnen und Schüler prüfen Möglichkeiten der Bereitstellung von Elektroenergie unter den Aspekten Versorgungs- und Zukunftssicherheit. Dazu **analysieren sie** Netze, dezentrale Energieversorgungssysteme sowie **regenerative Energiequellen. Sie beraten die Kunden über die Möglichkeiten ihrer Nutzung unter ökonomischen und ökologischen Aspekten.**

Die Schülerinnen und Schüler errichten Energieversorgungssysteme, nehmen diese unter Beachtung von sicherheitstechnischen Vorschriften in Betrieb und **erstellen die Dokumentation.** Sie übergeben den Kunden die Anlage, weisen sie in die Nutzung ein, **erläutern Leistungsmerkmale und weisen auf Gewährleistungsansprüche hin.**

Die Schülerinnen und Schüler führen in Energieeinspeisungssystemen unter Berücksichtigung von Sicherheitsvorschriften Schalthandlungen sowie Wartungs- und Instandsetzungsmaßnahmen durch.

Inhalte:

Netzformen, Aufbau und Schaltgruppen von Drehstromtransformatoren, **Vorschriften für Schalthandlungen und das Errichten von Energieeinspeisungssystemen**, Schaltgeräte, **Fotovoltaik**, Kraft-Wärme-Kopplung, Brennstoffzelle, **Wechselrichter**, Unterbrechungs- und störungsfreie Stromversorgung, Kompensation (vgl. KMK 2003, S. 21).

Abb. 4: Lernfeld 11 des Ausbildungsberufes „Elektroniker/Elektronikerinnen“ Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik

dungsperspektive betrachtet sollte eine Elektrofachkraft Wissen, um einen Wechselrichter auswählen und installieren zu können. Das Studium einschlägiger Lehrbücher zeigt eine große Bandbreite zwischen den Polen „Blackbox“ und „Detailaufbau“. Bei der Blackbox-Betrachtung begnügen Autoren sich z. B. damit, dass der Wechselrichter den in den Photovoltaikzellen erzeugten Gleichstrom in netzkonformen Wechselstrom umwandelt. Bei einigen Detailbetrachtungen wird dagegen sogar z. T. der Halbleiteraufbau der elektronischen Schalter physikalisch erklärt und viele Auszubildende fragen sich höchstwahrscheinlich beim Lesen, warum sie über dieses Wissen verfügen sollen. Die oben dargestellten Extreme der Behandlung eines Wechselrichters im Unterricht können nicht mit richtig bzw. falsch

beantwortet werden, sondern nur im Gesamtzusammenhang des jeweiligen schuleigenen Curriculums beantwortet werden. Auf diese Curriculararbeit hat die Lehrkräfteausbildung vorzubereiten.

LITERATUR

DZIEJA, M. u. a. (2009): Elektrotechnik Gesamtband. Braunschweig

KULTUSMINISTERKONFERENZ (KMK) (Hrsg.) (2003): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Elektroniker/Elektronikerin. Beschluss der KMK vom 16.05.2003. Berlin

TÜV RHEINLAND u. a. (Hrsg.) (2015): Bewertung des Brandrisikos in Photovoltaik-Anlagen und Erstellung von Sicherheitskonzepten zur Risikominimierung. Köln

Zukünftige Bedeutung von CFK

für metalltechnische Berufe – Mögliche Szenarien künftiger Facharbeit und daraus resultierende berufliche Kompetenzen



FLORIAN SCHMIDT



STEPHAN REPP

Der rasante technologische Fortschritt der heutigen Zeit führt dazu, neue Technologien auf deren berufliche Relevanz zu überprüfen und gegebenenfalls in die berufliche Bildung zu übertragen. Ziel ist es, die berufliche Handlungsfähigkeit zukünftiger Facharbeiter zu gewährleisten. Die zukunftsweisende Technologie der Faserverbundwerkstoffe als Konstruktionswerkstoffe hat in den

letzten Jahren eine zentrale Bedeutung in den Ingenieurwissenschaften eingenommen. Dies ist im Besonderen auf die gesamtgesellschaftliche Notwendigkeit des Strebens nach Energieeffizienz zurückzuführen. Im folgenden Artikel werden die wesentlichen Szenarien zukünftiger Facharbeit in Bezug auf den betreffenden Werkstoff beschrieben, die einem metalltechnischen Facharbeiter im Berufsalltag begegnen können. Weiterhin werden die auf dieser Grundlage abgeleiteten konkreten Kompetenzen dargestellt.

Einleitung

Die voranschreitende Globalisierung fordert innovative technologische Ansätze, welche die Auswirkungen der wachsenden Mobilität wie die Reduzierung der Emissionen beherrschbar machen. Faserverbundwerkstoffe stellen aufgrund ihres hohen Leichtbaupotentials in Kombination mit einer erstklassigen mechanischen Performance eine innovative Möglichkeit dar, dem Anspruch gerecht zu werden (vgl. ALTSTÄDT 2013). Carbonfaserverstärkte Kunststoffe (kurz: CFK) können für diese Werkstoffklasse als eine der wichtigsten Vertreter angesehen werden. Der Trend zum Leichtbau bietet diesem Werkstoff eine Reihe zukünftiger Verwendungszwecke. Es kann berechtigt angenommen werden, dass der Werkstoff CFK zukünftig einen großen Einfluss auf etablierte metalltechnische Tätigkeitsfelder ausüben wird. Die

sich daraus ergebenden technischen Herausforderungen für die metalltechnischen Berufe führen zur Notwendigkeit, die entsprechenden Inhalte hinsichtlich ihrer Relevanz zu überprüfen und im Sinne der Förderung einer umfassenden Handlungsfähigkeit gegebenenfalls in die berufliche Bildung zu integrieren. Die veränderten überfachlichen Anforderungen des Facharbeiters in der gegenwärtigen Arbeitswelt führen zu der bildungstheoretischen Forderung, neue berufliche Inhalte in das Konstrukt der Kompetenzorientierung zu übertragen. Das hat zur Folge, dass die Aufgabe nicht nur darin besteht, neue Inhalte auf deren Relevanz für die berufliche Verwertbarkeit zu überprüfen und daraus schließlich Lernziele zu entwickeln, sondern im Sinne der Handlungsorientierung konkrete berufliche Kompetenzen zu erarbeiten, welche die berufliche Handlungsfähigkeit eines Facharbeiters beschreiben und sicherstellen.

PROGNOSEN ZUM WERKSTOFF CFK

CFK zählt wegen den hervorragenden Leichtbaueigenschaften bei gleichzeitig sehr guten mechanischen Eigenschaften zu den zukunftsweisenden Konstruktionswerkstoffen. Aufgrund des globalen Strebens nach Energieeffizienz durch Gewichtsreduzierung und den immer geringer werdenden Herstellungskosten dieses Werkstoffes steigen der Bedarf und damit auch die Anzahl der Anwendungsbereiche. Dabei stützen sich die positiven Marktprognosen des CFK-Ausbaus nach Angaben des Kompetenznetzwerks Carbon Composites e. V. (CCeV 2013) vor allem auf die Bereiche der Windenergie, Luftfahrt- und Raumfahrtindustrie sowie der Automobilindustrie. Demnach prognostizieren Experten ein überproportionales Wachstum des globalen CFK-Bedarfs mit einer jährlichen Wachstumsrate von ca. 13 Prozent bis zum Jahre 2020. Einige Experten der CFK-Branche sagen bis zu diesem Zeitraum eine Verdreifachung des Bedarfs an Kohlenstofffasern für die Luft- und Raumfahrt voraus (siehe Abb. 1). In der gleichen Zeit soll sich der Bedarf bei Industrie und Windkraft sogar vervierfachen. Auch in der Automobilindustrie ist nach derzeitigen Prognosen von einem enormen Anstieg des CFK-Bedarfs auszugehen (vgl. LENKEIT 2011, S. 2). Diese Prognosen lassen die Folgerung zu, dass der Einfluss von CFK auf etablierte metalltechnische Berufe in den nächsten Jahren stark zunehmen wird.

MÖGLICHE SZENARIEN KÜNFTIGER FACHARBEIT

Um die grundlegenden beruflichen Tätigkeiten bezüglich des Werkstoffes CFK zu beleuchten, werden zunächst Szenarien beschrieben, die zukünftige betriebliche Alltagssituationen darstellen. Die Konstruktion von solchen betrieblichen Szenarien folgt den Ansätzen der Handlungsorientierung. So wird durch die Beschreibung von konkreten betrieblichen



Abb. 1: Globaler Bedarf an Kohlenstofffasern in Tonnen von 2008 bis 2020 (Quelle: Carbon Composites e. V. in K-Zeitung Online)

Problemstellungen ein Situationsbezug hergestellt, der bei der Entwicklung der zu erwartenden beruflichen Anforderungen für den Facharbeiter einen zentralen Aspekt darstellt. Auf dieser Grundlage können anschließend die für die Berufsbildung wichtigen konkreten Kompetenzen entwickelt werden.

Bei einer Betrachtung der grundsätzlichen Tätigkeitsbereiche metalltechnischer Facharbeiter lassen sich mehrere Situationen ableiten, die beim verstärkten Einsatz von CFK im beruflichen Arbeitsalltag auftreten könnten. Demnach ist mit großer Wahrscheinlichkeit abzusehen, dass dem zukünftigen Facharbeiter die Aufgabe zukommen wird, Bauteile aus herkömmlichen Metallwerkstoffen gegen CFK-Bauteile zu ersetzen. Eine solche betriebliche Tätigkeit könnte sowohl im Kfz-Bereich als auch im Maschinen- und Anlagenbau einem metalltechnischen Facharbeiter begegnen. Ein Ersatz von metallischen Werkstoffen gegen CFK ist gerade bei dynamisch bewegten Teilen sinnvoll, da hier eine deutliche Gewichtseinsparung erreicht werden kann, die zu einer effizienten Energiereduzierung führt. Dynamisch bewegte Teile finden sich im Maschinen- und Anlagenbau vor allem bei voll- oder teilautomatisierten Montageanlagen. Auch in der Robotertechnik bietet sich demnach der Einsatz von CFK an. In diesem Zusammenhang sind insbesondere Verkleidungselemente zu nennen. Im Automobilsektor ist gerade im Karosseriebau von einer deutlichen Steigerung des CFK-Bedarfs auszugehen. Zukünftig könnten auch hier verstärkt Karosserieteile aus metallischen Werkstoffen gegen CFK ausgetauscht werden. Um in solchen betrieblichen Situationen eine fachgerechte Montage sicherzustellen, muss der Facharbeiter über die nötigen Kenntnisse des Werkstoffes verfügen. Er muss demnach beurteilen können, ob der Einsatz von CFK an der entsprechenden Montagestelle sinnvoll ist. Im Gegen-

satz zu metallischen Werkstoffen hat CFK eine geringere chemische und thermische Beständigkeit, was eine Montage an hochtemperierten oder chemisch belasteten Stellen somit ausschließt. Außerdem eignen sich bei CFK-Bauteilen in vielen Fällen Klebverfahren zu einer fach- und funktionsgerechten Montage. Auch hierzu sind Kenntnisse über die wesentlichen Werkstoffeigenschaften und -voraussetzungen dringend notwendig.

Aufgrund der aufwändigen Herstellung von CFK-Bauteilen, die wegen der speziellen Anlagentechnologien in externen Unter-

nehmen durchgeführt wird, werden die Hauptaufgaben für zukünftige Facharbeiter hauptsächlich in der Nachbearbeitung liegen. Es ist derzeit nicht davon auszugehen, dass die entsprechenden Bauteile vom Hersteller exakt für die Endmontage vorgefertigt sind. Eine solche Nachbearbeitung dient in Form von spanenden Verfahren zur Vollendung der Werkstückgeometrie oder als wesentlicher Arbeitsschritt bei der Instandhaltung zur Ausbesserung von Bauteilschädigungen. Um beispielsweise eine passgenaue Montage zu ermöglichen, muss der Facharbeiter also in der Lage sein, kleinere Bearbeitungsaufgaben bzw. Korrekturen durchzuführen. Dabei stehen vor allem die aus der Metallverarbeitung bekannten spanenden Bearbeitungsverfahren Bohren, Fräsen und Sägen im Mittelpunkt. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Modelle der Metallbearbeitung aufgrund der deutlich veränderten Werkstoffbedingungen nicht auf die Zerspanung des Werkstoffes CFK übertragen werden können. Hinsichtlich der CFK-Zerspanung werden daher deutlich veränderte Bearbeitungsprozesse angewendet.

Zu den grundlegenden Tätigkeitsbereichen metalltechnischer Facharbeiter gehört auch das Instandhalten bzw. Instandsetzen von beschädigten Bauteilen. An industriellen Maschinen- und Anlagenteilen, die aus CFK bestehen und im Betrieb höchsten Belastungen ausgesetzt sind, können beispielsweise kleinere strukturelle Schäden auftreten, die von einem qualifizierten Facharbeiter begutachtet und gegebenenfalls instandgesetzt werden müssen. Grundlage hierfür stellen die bereits erwähnten spanenden Verfahren dar, mit denen die entsprechenden Schadstellen abgetragen werden. Anschließend werden diese Teile mit den sogenannten Flicken- oder Patchverfahren ausgebessert. Der Facharbeiter muss nach wirtschaftlichen und technischen Kriterien beurteilen können, ob und welches Verfahren angewendet wird. Die Instandhaltung muss vom Facharbeiter schließlich fach- und funktionsgerecht ausgeführt werden, weshalb er die dazu nötigen Arbeitsschritte kennen und fachgerecht durchführen muss.

KONKRETE ANFORDERUNGEN AN DEN FACHARBEITER

Aus den vorgestellten Szenarien gehen die wesentlichen Anforderungen hervor, die auf einen metalltechnischen Facharbeiter zukommen könnten. Demnach muss der Facharbeiter die spanenden Bearbeitungsverfahren Bohren, Fräsen und Sägen anwenden können und über Kompetenzen zu den wesentlichen Verfahren zur Ausbesserung von Schädigungen an

CFK-Bauteilen verfügen. Eine weitere und dringend notwendige Anforderung stellt die Beachtung sicherheitstechnischer Aspekte bei der CFK-Bearbeitung dar. Bei der spanenden Bearbeitung entstehen feinste Stäube, die sich aus kleinsten Faserbruchstücken und Matrixpartikeln zusammensetzen. Diese Staubpartikel liegen beim Fräsen und Sägen im Mikrometerbereich und beim Bohren im Zehntel- bis Hundertstelmillimeterbereich. Die Entsorgung dieser feinen Partikel stellt eine wesentliche Bedingung für die Arbeitssicherheit des Facharbeiters dar, da die entstehenden Stäube vor allem die Gesundheit des Maschinenbedieners bzw. Facharbeiters gefährden. Dabei wurde zwar bisher keine chemische oder molekulare Toxizität nachgewiesen, jedoch wurden die in den CFK-Stäuben enthaltenen splitterförmigen Faserbruchstücke als Fasern mit kritischen Abmessungen identifiziert, die wegen ihrer Einwirkungen auf das Lungengewebe als stark gesundheitsgefährdend anzusehen sind (vgl. KÖNIGSREUTHER 2012). Aus diesen Gründen wird bei der Zerspanung von CFK dringend auf einen technischen Arbeitsschutz hingewiesen. Dies betrifft vor allem das Erfassen bzw. Absaugen der Stäube am Entstehungsort (vgl. TRGS 900 2013, S. 4). Dabei muss der Facharbeiter die vorliegenden Arbeitsbedingungen selbstständig analysieren und die zum Arbeitsschutz notwendigen Sicherheitsmaßnahmen ergreifen können.

KOMPETENZEN

Die aus dem jetzigen Kenntnisstand und den beschriebenen Szenarien ableitbaren beruflichen Anforderungen für den zukünftigen Facharbeiter werden nach den bildungstheoretischen Forderungen für eine Anwendung in der beruflichen Bildung in Form konkreter fachlich-methodischer Kompetenzen beschrieben. Im Sinne der Kompetenzorientierung müssen Kompetenzen so formuliert sein, dass in ihnen immer eine Handlung steckt. Kompetenzen beschreiben somit Handlungsdispositionen, die zur erfolgreichen Bewältigung von problemhaltigen Handlungssituationen notwendig sind.

Die aus den vorgestellten Szenarien und den daraus ableitbaren Anforderungen identifizierten Kompetenzen lassen sich übersichtlich darstellen (siehe Abb. 2).

FAZIT

Der rasante technologische Fortschritt der heutigen Zeit führt dazu, dass sich die Anforderungen an die Facharbeiter stetig ändern. In diesem Beitrag wur-

Konkrete fachliche Kompetenzen für den zukünftigen metalltechnischen Facharbeiter	
1	Beurteilung von Gefahren bei der spanenden Bearbeitung von CFK sowie Konzeption zur Gestaltung von gesundheitsschützenden Arbeitsumgebungen für das CFK-Zerspanen unter Berücksichtigung sicherheitstechnischer Maßnahmen
2	Erstellung eines Handlungskonzeptes zum fachgerechten Bohren/Fräsen/Sägen von Bauteilen aus dem Werkstoff CFK unter Berücksichtigung werkstoffspezifischer Einflussfaktoren
3	Planung der fachgerechten Umsetzung von geeigneten Verfahren zur Instandhaltung struktureller Schädigungen von Bauteilen aus dem Werkstoff CFK mit Hilfe geeigneter Klebverbindungen

Abb. 2: Konkrete fachliche Kompetenzen für den zukünftigen metalltechnischen Facharbeiter (eigene Darstellung)

den die notwendigen Kompetenzen eines Facharbeiters in Bezug auf die Verarbeitung des Werkstoffes CFK beschrieben. Die dargestellten Prozesse werden in den zukünftigen Arbeitsalltag metalltechnischer Facharbeiter einziehen. Mit der Entwicklung der oben beschriebenen Kompetenzen soll somit eine breitere berufliche Handlungsfähigkeit erreicht werden.

LITERATUR

- ALTSTÄDT, V. (2013): Faserverbundwerkstoffe und deren Verarbeitung. http://www.konline.de/cipp/md_k/custom/content,oid,20325_lang,1/ticket (Zugriff am 03.09.2013)
- CCeV (2013): Carbon Composites e. V.: Stark steigender Absatz von CFK erwartet. <http://www.carbon-composites.eu>, 2013 (Zugriff am 14.11.2013)
- KÖNIGSREUTHER, P. (2012): Staub-Absaugproblematik erfordert rasches Handeln. <http://www.maschinenmarkt.vogel.de/themenkanaele/produktion/zerspanungstechnik/article> (Zugriff am 14.11.2013)
- LENKEIT, D. (2011): Zukunftswerkstoff CFK mit starkem Aufwind. CFK-Cluster Förderung stärkt Standort Deutschland. http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=543902.html&channel=premi_channel_gtai_1 (Zugriff am 06.11.2013)
- TRGS 900 (2013): Technische Regeln für Gefahrstoffe. TRGS 900 – Arbeitsplatzgrenzwerte. <http://komnet.nrw.de/ccnxtg/frame/ccnxtg/danz?zid=public&did=13809&lid=DE&bid=BAS> (Zugriff am 14.11.2013)

Kompetenzerwerb für die Instandhaltung von Biogas-Blockheizkraftwerken

Vor dem Hintergrund der Energiewende sind in den letzten Jahren bundesweit sehr viele Biogasanlagen entstanden. Insbesondere die Instandhaltung der mit Biogas betriebenen Blockheizkraftwerke (BHKW) setzt entsprechend qualifizierte Fachkräfte voraus. Da kein passgenauer Ausbildungsberuf für diese Tätigkeit existiert, wird in dem Beitrag untersucht, welche Ausbildungsberufe eine hohe Affinität haben und wie gegebenenfalls eine Zusatzqualifikation „Servicefachkraft für Biogas-BHKW“ ausgestaltet werden sollte.



HANS-PETER JENSEN



REINER SCHLAUSCH

ENTWICKLUNGEN BEI BIOGASANLAGEN

In Deutschland existieren gegenwärtig ca. 8.000 Biogasanlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von etwa 4 GW. Die Zahl der Anlagen hat sich in den letzten 20 Jahren von 186 (1994) auf das heutige Niveau erhöht. In den „Boomjahren“ 2009 bis 2011 ist der

Bestand jährlich um etwa 1.000 neue Anlagen gewachsen. Ferner stieg die durchschnittliche elektrische Leistung der Biogasanlagen in den letzten Jahren kontinuierlich auf heute durchschnittlich ca. 450 KW an. Die Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) hat die hohe Entwicklungsdynamik beim Zubau von Biogasanlagen der

vergangenen Jahre sehr stark gebremst, da mit dem neuen EEG die hohe Vergütung für Strom aus nachwachsenden Rohstoffen (z. B. Mais) wegfällt. Dadurch soll der Ausbau der Biogaserzeugung zukünftig auf den Einsatz kostengünstiger Biomasse, vor allem auf Rest- und Abfallstoffe, gelenkt werden. Experten der Biogasbranche prognostizieren für 2015 lediglich eine sehr geringe Anzahl von Neuanlagen. Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen, dass sich der Gesamtbestand an Biogasanlagen in Deutschland zukünftig nur noch geringfügig erhöhen wird. Dies hat Auswirkungen auf die Beschäftigungssituation der Branche, die jetzt stärker im Export ihrer Anlagen die Zukunft sieht.

Während die Montage und Inbetriebnahme von neuen Biogasanlagen hierzulande zukünftig also wahrscheinlich keine große Rolle mehr spielen wird, gibt es für die hohe Zahl der bestehenden Biogasanlagen auch zukünftig einen enormen Bedarf an Instandhaltung. Insbesondere die BHKW, die das Biogas i. d. R. durch Verbrennungsmotoren und Generatoren in Strom und Wärme wandeln, müssen regelmäßig gewartet, inspiziert und instand gesetzt werden. Auf die Ausführung dieser anspruchsvollen Tätigkeiten bereitet kein staatlich anerkannter Ausbildungsberuf speziell vor. Der seit Jahren wachsende Bedarf an Fachkräften in diesem Segment wird von den Instandhaltungsbetrieben überwiegend aus affinen Berufen wie z. B. Kfz-Mechatroniker/-in bzw. Kfz-Mechaniker/-in oder Mechaniker/-in für Land- und Baumaschinentechnik bzw. Landmaschinenmechaniker/-in gedeckt. Aufgrund fehlender formaler Qualifizierungsmöglichkeiten werden diese Fachkräfte überwiegend durch betriebliche Einarbeitung und Herstellerlehrgänge auf die spezifischen Anforderungen dieser Instandhaltungsfacharbeit vorbereitet. Während im Bereich der Windenergie das Thema einer geeigneten beruflichen Qualifizierung bereits Eingang in die Berufsbildungsforschung gefunden hat (z. B. GRANTZ u. a. 2013), besteht im Segment der Biogas-BHKW grundlegender Forschungsbedarf. Dieser Beitrag bietet eine erste Bestandsaufnahme und Diskussion über eine Möglichkeit zur Qualifizierung von Servicefachkräften im Bereich Biogas-BHKW. Für Klein- oder Mikro-BHKW, die zukünftig verstärkt

in Gewerbebetriebe und Wohnhäusern z. B. mit Erdgas betrieben werden, gelten die folgenden Ausführungen nur im eingeschränkten Umfang. In diesem Zusammenhang sei auf die Ergebnisse des im Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) durchgeführten Forschungsprojekts „DifTech“ (Diffusion neuer Technologien. Veränderungen von Arbeitsaufgaben und Qualifikationsanforderungen) verwiesen.

INSTANDHALTUNG VON BIOGAS-BHKW

Bei Biogas handelt es sich nicht um einen Brennstoff mit definierten Eigenschaften wie bei den fossilen Brennstoffen Erdgas oder Heizöl. Das auf Grundlage anaerober Gärprozesse hergestellte Gas variiert in Menge und Zusammensetzung. Diese Schwankungen sind im Wesentlichen verursacht durch die unterschiedlichen Qualitäten der Einsatzstoffe und die Güte der biologischen Prozessführung. Für die Verwendung von Biogas werden Standard-Verbrennungsmotoren anlagentechnisch modifiziert. Ebenso wird das Betriebsverhalten der Motoren in der Weise optimiert, dass die Qualitätsschwankungen des Gases möglichst wenig negativen Einfluss haben. Eine weitere Besonderheit bei Biogas ist das Vorhandensein einer Reihe von unerwünschten Begleitstoffen. Sofern diese nicht nahezu vollständig durch eine vorgeschaltete Gasreinigungsanlage eliminiert werden, muss mit einem deutlich erhöhten Bauteilverschleiß gerechnet werden. Ausgeführt wird ein Biogas-BHKW überwiegend als anschlussfertige Kompakteinheit in einem wärme- und schallgedämmten Stahlcontainer. Dieser dient gleichzeitig zum Transport sowie zur Aufnahme der peripheren Anlagenkomponenten (vgl. Abb. 1).

In den anderen Fällen ist die Aufstellung in einem Maschinenhaus vorgesehen. Die Platzierung beim

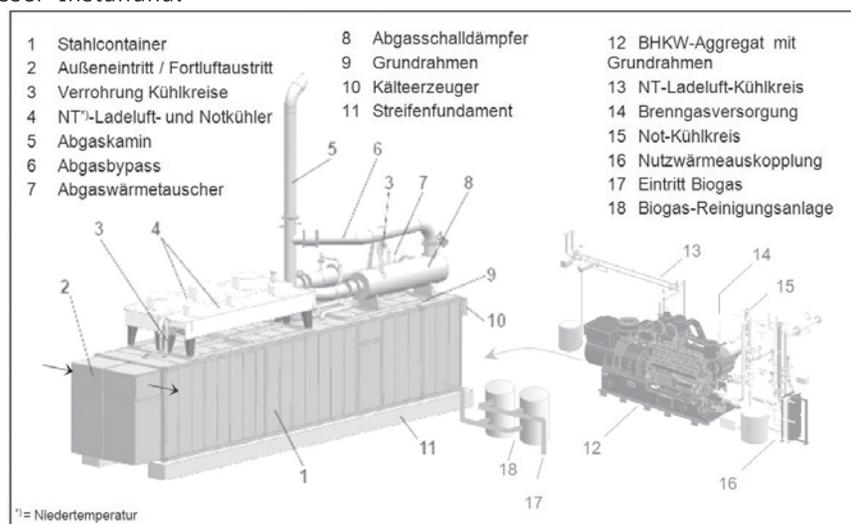


Abb. 1: Ausführungsbeispiel für ein Biogas-BHKW (Quelle: in Anlehnung an MWM 2011)

Betreiber der Biogasanlage erfolgt entweder in unmittelbarer Nähe zur Biogasanlage oder angrenzend zu einem Wärmeverbraucher, z. B. einem Nahwärmeverorgungsnetz.

Ziel der Betreiber von Biogas-BHKW ist ein wirtschaftlich optimaler Betrieb unter Beachtung der notwendigen Sicherheits- und Umweltschutzaufgaben. Das BHKW muss dazu eine möglichst hohe Verfügbarkeit aufweisen. Die spezifischen Rahmenbedingungen einer Biogasanlage verschärfen allerdings die Grundforderung nach einer hohen Verfügbarkeit. So handelt es sich hier um einen kontinuierlichen Prozess der Erzeugung von Biogas, für das i. d. R. keine Speichermöglichkeit existiert. Bei einem Ausfall der Umwandlung in Strom und Wärme durch das BHKW hat dies eine Reihe von wirtschaftlichen und auch technischen Konsequenzen, denn das Wiederanfahren des unterbrochenen biologischen Prozesses zur Gaserzeugung stellt einen erheblichen prozesstechnischen Aufwand dar.

AUFGABENSPEKTRUM DER INSTANDHALTUNGSFACHARBEIT

Im Rahmen einer Fallstudie wurde eine berufswissenschaftliche Untersuchung mit zwei Experteninterviews zum Aufgabenspektrum der Instandhaltungsfacharbeit an Biogas-BHKW durchgeführt (JENSEN 2014, S. 56 ff.). Insgesamt konnten 28 unterschiedliche Arbeitsaufgaben identifiziert werden, die grob vier beruflichen Handlungsfeldern zugeordnet werden konnten. Eine relativ hohe Anzahl von Arbeitsaufgaben tangieren dabei durchaus mehrere Handlungsfelder:

- Wartung, Inspektion und geplante Instandsetzung,
- Fehlerdiagnose und Reparatur (ungeplante Instandsetzung),
- Funktionskontrollen und Messungen,
- Arbeitsorganisation, Kommunikation und Arbeitssicherheit.

Im Folgenden können an dieser Stelle für das jeweilige berufliche Handlungsfeld nur exemplarisch ausgewählte Arbeitsaufgaben dargelegt werden.

Wartung, Inspektion sowie geplante Instandsetzung (Auswahl)

- Durchführung von Wartungsarbeiten und geplanten Instandsetzungsarbeiten an
 - Motor und Generator, einschließlich Startsystem, Zündanlage, Auflade- und Schmierölsystem.

- der Biogaszuleitung mit Gasregelstrecke. Die Einhaltung der Arbeitssicherheit ist im Umgang mit explosiven Gasgemischen besonders zu beachten.

- der Abgasstrecke, d. h. ab Austritt Abgasturbolader bis Kaminende, einschließlich Abgaswärmetauscher und Einrichtungen zur Abführung von Abgaskondensat.

- der Abwärmenutzungseinheit. Diese beinhaltet alle Komponenten, die für die Auskopplung und Verteilung der Abwärme aus dem BHKW-Aggregat erforderlich sind.

- Ermittlung und Dokumentation von Verschleißzuständen, um gegebenenfalls spätere Instandsetzungsarbeiten materiell, zeitlich und organisatorisch zu planen.

Fehlerdiagnose und Reparatur (ungeplante Instandsetzung) (Auswahl)

- Störungssuche bei Ausfällen oder nicht optimalem Motorbetrieb unter Ausnutzung der Betriebsdaten aus der Aggregatüberwachung/Schaltanlage, der Informationen des Kunden, von Messwerten, der Herstellerdokumentation sowie der betriebsinternen Erfahrungen.

- Reparatur und Wiederinbetriebnahme der Anlage. Diese Arbeiten umfassen sämtliche Komponenten wie z. B. Motor und Generator, Gasregel- und Abgasstrecke, Abwärmenutzungseinheit.

Funktionskontrollen und Messungen (Auswahl)

- Funktionskontrolle Motorüberwachung (Klopfen, Zündaussetzer, Drehzahl, Temperaturen, Drücke) mit entsprechender Plausibilitätskontrolle.

- Funktionskontrolle Sicherheitskette (warnende und abstellende Meldungen aus der Aggregatüberwachung/Schaltanlage).

- Messung bzw. Kontrolle der Parametrierung von Regel- und Steuerungssystemen an der Aggregatüberwachung/Schaltanlage und gegebenenfalls Durchführung von Anpassungen.

Arbeitsorganisation, Kommunikation und Arbeitssicherheit (Auswahl)

- Gewährleistungsansprüche des Kunden aufnehmen, dokumentieren und weiterleiten.

- Kommunikation mit Kunden bezüglich Störungsfeststellung, Ursachenermittlung, Fehlerbeseitigung, Fehlervermeidung, Aufnahme von Kundenwünschen.

- Kommunikation mit Kunden bezüglich Ablauf und Dauer der Arbeitsdurchführung, Bereitstellung von Hilfsmitteln (Hebezeuge) und gegebenenfalls zusätzlichem Personal.
- Kontrolle auf Einhaltung von UVV (z. B. Schutzabdeckungen an rotierenden oder elektrischen Bauteilen, Berührungsschutz an wärmeführenden Bauteilen).

Die ermittelten Arbeitsaufgaben können insgesamt zunächst als durchaus typisch für die Instandhaltung von Maschinen, Anlagen, Fahrzeugen etc. bezeichnet werden. Die üblichen Instandhaltungsstrategien werden auch in diesem Sektor zur Anwendung gebracht, um Stillstandzeiten zu vermeiden, respektive um eine hohe Verfügbarkeit zu gewährleisten.

Allerdings handelt es sich in diesem Fall weder um eine Produktionsmaschine noch um ein Fahrzeug, sondern um ein mit Biogas betriebenes Wärmekraftwerk. Die Passfähigkeit von Ausbildungsberufen mit hohen Instandhaltungsinhalten wie z. B. Industriemechaniker/-in, Kraftfahrzeugmechatroniker/-in, Land- und Baumaschinenmechatroniker/-in ist aus diesem Grund nur im eingeschränkten Umfang gegeben. Auf der anderen Seite ist das Ausbildungs- und auch Beschäftigungspotential im Bereich Montage, Inbetriebnahme und Instandhaltung von Biogas-BHKW zu gering, um die Schaffung eines speziellen Ausbildungsberufes begründen zu können.

Vor diesem Hintergrund gilt es, die vorhandene „Lücke“ durch geeignete Bildungsangebote während und/oder nach der Erstausbildung bestehender Ausbildungsberufe zu schließen. Zusatzqualifikationen oder Fortbildungen stellen in dem Kontext geeignete Angebotsformate dar. Im Folgenden soll an dieser Stelle das Format Zusatzqualifikation näher betrachtet werden.

ZUSATZQUALIFIKATION UND ERMITTLUNG GEEIGNETER AUSBILDUNGSBERUFE

Der Begriff „Zusatzqualifikation“ suggeriert eine ausschließlich an einen betrieblichen Bedarf orientierte zusätzliche berufliche Qualifikation. Allerdings umfassen Zusatzqualifikationen weit mehr als nur den Erwerb von Qualifikationen, sondern auch hier ist das Ziel der Erwerb beruflicher Handlungsfähigkeit. Diese setzt personenbezogene Kompetenzen voraus, die es den Lernenden erst ermöglichen, die betrieblichen Anforderungen auch tatsächlich zu

erfüllen (siehe hierzu ausführlich z. B. PAHL/HERKNER 2000).

Unter dem Begriff „Zusatzqualifikation“ werden alle Maßnahmen zusammengefasst,

- „die parallel zur Berufsausbildung oder unmittelbar im Anschluss daran stattfinden,
- einen zeitlichen Mindestumfang von 40 Stunden nicht unterschreiten und
- zertifiziert werden können“ (BIBB 2014, S. 8).

Die größte Gruppe der Anbieter für Zusatzqualifikationen sind Berufsschulen. Sie boten 2013 mit einer Anzahl von 1.127 über 50 Prozent der vorhandenen Modelle an. Weitere Anbieter sind Bildungsträger, Betriebe, Handwerkskammern, Industrie- und Handelskammern sowie Fachverbände. Die Dauer für den Erwerb einer Zusatzqualifikation liegt überwiegend zwischen 40 und 500 Stunden (vgl. BIBB 2014, S. 15 ff.).

Um eine Zusatzqualifikation für den Bereich der Instandhaltung von Biogas-BHKW zu gestalten, muss u. a. die Frage geklärt werden, welche Ausbildungsberufe hierfür geeignet erscheinen. Die Angaben aus den Experteninterviews lieferten erste Hinweise zu den Ausbildungsberufen der in diesem Feld tätigen Erwerbspersonen. In einem zweiten Schritt wurden auf der Grundlage der Ausbildungsordnungen die folgenden Ausbildungsberufe einer genauen Analyse unterzogen:

- Land- und Baumaschinenmechatroniker/-in,
- Kraftfahrzeugmechatroniker/-in,
- Mechatroniker/-in.

Hierbei wurde ermittelt, inwieweit sich die Inhalte der genannten Ausbildungsberufe mit den empirisch ermittelten Aufgabenstellungen bei der Instandhaltung von Biogas-BHKW decken.

Im Rahmen einer Deckungsanalyse wurden die empirisch ermittelten Einzelpositionen des beruflichen Aufgabenspektrums bei der Instandhaltung von Biogas-BHKW dezidiert mit der Maßgabe untersucht, inwieweit

- die jeweiligen Berufsbildungspositionen in der Lage sind, diese unter fachlichen, methodischen und organisatorischen Gesichtspunkten zu erfüllen sowie
- diese auf die spezifischen Gegenstände und Werkzeuge Bezug nehmen.

Für jeden der o. g. Ausbildungsberufe wurde eine Matrix erstellt und für die jeweilige Berufsbildposition der Grad der Deckung mit dem empirisch ermittelten Aufgabenspektrum abgeschätzt (Abb. 2). Hinsichtlich der Tragfähigkeit des gewählten Untersuchungsansatzes ist Folgendes anzumerken: Aufgrund der hergestellten direkten Vergleichsmöglichkeit mit einem hohen Grad an Kontextbezug und unter Verwendung einer hochauflösenden Aufteilung der Berufsarbeit in bedeutsame Einzelpositionen gelingt eine differenzierte und um Objektivität bemühte Vornahme des Analyseprozesses. Gleichwohl sind Schwächen in der Untersuchungsmethode zu erkennen, die insbesondere dem beruflichen Erfahrungshorizont der mit der Durchführung dieser mehrere Berufe umfassenden und damit komplexen Analyse betrauten Person geschuldet sind. Um hier zu valideren Ergeb-

	Durchschnittl. Deckungsgrad
Referenzberuf „Servicefachkraft für Biogas-BHKW“	1,00
Land- und Baumaschinenmechatroniker/-in	0,51
Kraftfahrzeugmechatroniker/-in	0,33
Mechatroniker/-in	0,24

Abb. 2: Ergebnisse zur Untersuchung der Deckung unterschiedlicher Ausbildungsberufe (JENSEN 2014, S. 86)

nissen zu gelangen, bedarf es der weitergehenden Untersuchung, bspw. durch Experten-Facharbeiter-Workshops.

Der Ausbildungsberuf „Mechatroniker/-in“ weist die geringste Deckung auf, da sich das Berufsbild nicht auf einen speziellen Gegenstand der (Instandhaltungs-)Facharbeit bezieht, sondern sehr breit angelegt ist und sich an verschiedenen technischen Systemen orientiert. Die Instandhaltung von z. B. Verbrennungsmotoren, Startsystemen, Zündanlage, Auflade- und Schmierölsystemen sind durchaus typisch für die Ausbildungsberufe „Land- und Baumaschinenmechatroniker/-in“ und „Kraftfahrzeugmechatroniker/-in“, die u. a. aus diesem Grund eine höhere Übereinstimmung aufweisen. Für diese beiden Berufe wäre eine Zusatzqualifikation für eine Tätigkeit als Servicefachkraft für Biogas-BHKW durchaus anzustreben. Vor dem Hintergrund, dass insbesondere im Ausbildungsberuf „Kraftfahrzeugmechatroniker/-in“ weit über Bedarf ausgebildet wird, bietet sich hier eine entsprechende Zusatzqualifikation an.

Insgesamt bestätigen die Ergebnisse der durchgeführten Deckungsanalyse die Präferenz für die

beiden fahrzeugtechnischen Berufe aufseiten der Unternehmen bei der Rekrutierung von Instandhaltungspersonal für Biogas-BHKW.

AUSBLICK: AUSGESTALTUNG EINER ZUSATZQUALIFIKATION „SERVICEFACHKRAFT FÜR BIOGAS-BHKW“

Für die inhaltliche Ausgestaltung einer Zusatzqualifikation für die beiden Ausbildungsberufe „Land- und Baumaschinenmechatroniker/-in“ und „Kraftfahrzeugmechatroniker/-in“ sollten die durchgeführten berufswissenschaftlichen Untersuchungen auf eine breitere empirische Basis gestellt werden, um das Qualifikationsprofil noch genauer und besser abgesichert bestimmen zu können. In einem weiteren Schritt müssten dann für die ermittelten Handlungsfelder gemeinsame und gegebenenfalls auch berufsspezifische Module ausgestaltet werden, die eine spiralcurriculare Entwicklung der benötigten Kompetenzen ermöglichen.

Als Fazit ist festzuhalten, dass bei der inhaltlichen Ausgestaltung in besonderem Maße die Problemlösekompetenz der Lernenden in Bezug auf den sektorspezifischen Qualifikationsbedarf gefördert werden muss. Folgende Kompetenzen rücken hierbei besonders in den Fokus:

- Ursachenidentifizierung sowie -analyse von Betriebsstörungen am Biogas-BHKW, auch unter Einbeziehung von möglichen peripheren Fehlerursachen an den externen Schnittstellen zur Kundenanlage (z. B. Biogasbereitstellung sowie Elektro-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik),
- Abstimmung und Einstellung der Betriebsparameter des Biogas-BHKW mit dem Ziel eines optimalen Betriebsverhaltens unter Berücksichtigung der individuellen Betriebsbedingungen der Anlage (z. B. Gasqualität) sowie unter Einhaltung eines bestimmungsgemäßen Betriebes der Anlage und unter Einhaltung der Emissionsgrenzwerte im Verbrennungsabgas.

Diese Aufgaben erfordern nicht nur die genaue Kenntnis des Zusammenwirkens der Teilsysteme der Gesamtanlage, sondern auch die Interpretation und Plausibilitätsprüfung von aufgenommenen Anlagenbetriebszuständen (z. B. auch von kundenseitigen Beschreibungen zum Betriebsverhalten).

Auf der Basis einer Erhebung zum Fachkräftebedarf in diesem Sektor und weiterer berufswissenschaftlicher Untersuchungen sollte ein Curriculum für eine Zusatzqualifikation „Servicefachkraft für Biogas-

BHKW“ erstellt und dieses u. a. mit betrieblichen Experten diskutiert, weiterentwickelt, erprobt und evaluiert werden. Berufsbildende Schulen des gewerblich-technischen Bereichs sind in diesem Kontext prädestinierte Bildungseinrichtungen für die Realisierung des Angebots.

LITERATUR

BIBB (2014): Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.): AusbildungPlus in Zahlen: Trends und Analysen 2013. Bonn, http://www.ausbildungplus.de/files/AusbildungPlus_in_Zahlen_2013.pdf (Zugriff am: 27.01.2015)

GRANTZ, T./MOLZOW-VOIT, F./SPÖTTL, G./WINDELBAND, L. (2013): Offshore-Kompetenz – Windenergie und Facharbeit – Sektorentwicklung und Aus- und Weiterbildung. Frankfurt a. M. u. a.

JENSEN, H.-P. (2014): Kompetenzerwerb für das Arbeiten an Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung. Unveröffentlichte Masterarbeit, Europa-Universität Flensburg

MWM (Hrsg.) (2011): Aufbau von Energieanlagen mit Gas- und Dieselmotor-Antrieb (Planungs- und Montagehinweise). http://www.mwm.net/uploads/tx_mwmdownloads/Layout_of_power_plants_06_11_DE.pdf (Zugriff am 12.03.2013)

PAHL, J.-P./HERKNER, V. (Hrsg.) (2000): Zusätzliche Qualifizierungs- und Bildungsangebote. Band 1. Seelze-Velber

Verzeichnis der Autoren

HERKNER, VOLKMAR

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

JENEWEIN, KLAUS

Prof. Dr., Hochschullehrer, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Berufs- und Betriebspädagogik, jenewein@ovgu.de

JENSEN, HANS-PETER

Dipl.-Ing. (FH), M. Ed., Lehrkraft im Vorbereitungsdienst an der Beruflichen Schule des Kreises Nordfriesland in Husum, hp.jensen@t-online.de

LEHBERGER, JÜRGEN

Dr., Fachleiter, Zentrum für schulpraktische Lehrerbildung Hagen – Seminar für das Lehramt an Berufskollegs, Juergen.Lehberger@t-online.de

LOTTER, MICHAEL

Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung, Dillingen/Donau, m.lotter@alp.dillingen.de

MATTHES, HENRIK

B.Sc., Studierender im Masterprogramm Lehramt an berufsbildenden Schulen, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, henmatthes@web.de

PAHL, JÖRG-PETER

Prof. Dr., Hochschullehrer, Technische Universität Dresden, Institut für Berufliche Fachrichtungen (IBF), Joerg-Peter.Pahl2@mailbox.tu-dresden.de

REPP, STEPHAN

Dr. rer. nat., Lehrbeauftragter, Technische Universität Kaiserslautern, srepp@hrk.uni-kl.de

RICHTER, TIM

Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Universität Bremen, Institut Technik und Bildung (ITB), tim.richter@uni-bremen.de

SCHLAUSCH, REINER

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

SCHMIDT, FLORIAN

Studienreferendar, Berufsbildende Schule Wittlich, flo85-schmidt@gmx.de

SPÖTTL, GEORG

Prof. Dr. Dr. h. c., Abteilungsleiter, Universität Bremen, Institut Technik und Bildung (ITB), spoettl@uni-bremen.de

TÄRRE, MICHAEL

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

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

Klaus Jenewein (Magdeburg), Jörg-Peter Pahl (Dresden),
A. Willi Petersen (Flensburg), Georg Spöttl (Bremen)

Beirat

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

Heftbetreuer: Jörg-Peter Pahl (Dresden)/Michael Tärre (Hannover)

Titelbild: prepsprog/pixelio.de

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

lernen & lehren

c/o Prof. Dr. Volkmar Herkner

Europa-Universität Flensburg, biat, Auf dem Campus 1,

24943 Flensburg, Tel.: 04 61/8 05-21 53

E-Mail: volkmar.herkner@biat.uni-flensburg.de

c/o OStR Dr. Michael Tärre

Rehbockstr. 7, 30167 Hannover

Tel.: 05 11/7 10 09 23

E-Mail: michael_taerre@hotmail.com

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

Layout/Gestaltung

Brigitte Schweckendieck/Winnie Mahrin

Unterstützung im Lektorat

Andreas Weiner (Hannover)

Verlag, Vertrieb und Gesamtherstellung

Heckner Druck- und Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG

Postfach 15 59 • 38285 Wolfenbüttel

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

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

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

Am Fallturm 1 • 28359 Bremen

kontakt@bag-elektrometall.de

ISSN 0940-7340

ADRESSAUFKLEBER

BAG

WWW.BAG-ELEKTROMETALL.DE

KONTAKT@BAG-ELEKTROMETALL.DE