

Schwerpunktthema  
Berufliche Bildung  
für eine nachhaltig gestaltete Energietechnik

# lernen & lehren

Elektrotechnik • Informationstechnik  
Metalltechnik • Fahrzeugtechnik



Berufliche Gestaltungskompetenz für eine nachhaltige Entwicklung  
– Herausforderung für berufsbildende Schulen  
Thomas Vollmer

„System Haus“ – Versorgungstechnische Bildung am komplexen Gebäudemodell  
Bernd Mahrin

Nachhaltige Ausbildung der Kfz-Mechatroniker/-innen für  
das Zeitalter der Elektromobilität  
Matthias Becker

Facharbeit im Kontext von „Smart Grid“  
Axel Grimm

Systematisierung der Qualifikationen und Gestaltung der Durchlässigkeit  
in der Energieberatung  
Simon Heinen/Martin Frenz

Energienetze der Zukunft – Ein Praxisbericht  
Andreas Stetza/Robert Redling

SmartGrid-Control: IT- und ET-Kopplung an einem realen Industrie-4.0-Lernsystem  
Reinhard Geffert

# DAS WAGO-I/O-SYSTEM

Das System für alle Anwendungen

## Das optimale Feldbussystem

Das WAGO-I/O-SYSTEM ist eine feinmodulare, feldbusunabhängige Steuerung, die sich ganz individuell auf die Anforderungen konfigurieren lässt.

Neben den unterschiedlichsten Digitaleingangs-/ausgangsklemmen und Analogeingangs-/ausgangsklemmen stehen eine Vielzahl von Funktionsklemmen (Zähler, Weg/Winkelmessung, Positionierung, Schwingungsüberwachung etc.) oder Kommunikationsklemmen (serielle Schnittstellen, SMI, DALI, Funk Interface, AS-Interface-Master etc.) zur Verfügung.

Durch die Wahl des Feldbuskopplers/-controllers (ETHERNET, KNX, LON<sup>®</sup>, BACnet, PROFIBUS, PROFINET, CAN etc.) ist dieses System sowohl für industrielle Anwendungen als auch für die Gebäudeautomation geeignet. Zusätzlich zeichnet es sich durch ein optimales Preis-/Leistungsverhältnis aus.

## Gebäudeautomation

- Gewerkeübergreifende Gebäudeautomation mit BACnet/IP, BACnet MS/TP, KNX IP und MODBUS/TCP
- Schnelle und effiziente Lösungen für alle Gewerke durch frei programmierbare Controller und applikationsspezifische Funktionsbausteine
- Durchgängige Vernetzung und Fernzugriff, z.B. durch Nutzung von Webtechnologien
- Umfangreiche gebäudeautomations-spezifische Schnittstellen (KNX, LON<sup>®</sup>, DALI, EnOcean, SMI, MP-Bus uvm.)

## Software WAGO-I/O-PRO

- Programmier- und Visualisierungswerkzeug basierend auf CODESYS gemäß IEC 61131-3
- Unterstützung der Programmiersprachen AWL, KOP, FUP, ST und AS

[www.wago.com](http://www.wago.com)



Schulungsaufbau mit zwei WAGO-I/O-Knoten  
Ihr Ansprechpartner: Rolf Peschke, Tel.: 0571/887-137

# Inhalt

## SCHWERPUNKT:

### BERUFLICHE BILDUNG FÜR EINE NACHHALTIG GESTALTETE ENERGIETECHNIK

- 90 Editorial  
*Reinhard Geffert/Klaus Jenewein*
- Schwerpunkt**
- 92 Berufliche Gestaltungskompetenz für eine nachhaltige Entwicklung – Herausforderung für berufsbildende Schulen  
*Thomas Vollmer*
- Praxisbeiträge**
- 100 „System Haus“ – Versorgungstechnische Bildung am komplexen Gebäudemodell  
*Bernd Mahrin*
- 105 Nachhaltige Ausbildung der Kfz-Mechatroniker/ -innen für das Zeitalter der Elektromobilität  
*Matthias Becker*
- 109 Facharbeit im Kontext von „Smart Grid“  
*Axel Grimm*
- 116 Systematisierung der Qualifikationen und Gestaltung der Durchlässigkeit in der Energieberatung  
*Simon Heinen/Martin Frenz*
- 121 Energienetze der Zukunft – ein Praxisbericht  
*Andreas Stetza/Robert Redling*
- 125 SmartGrid-Control: IT- und ET-Kopplung an einem realen Industrie-4.0-Lernsystem  
*Reinhard Geffert*
- Forum**
- 130 „Lernfeldgespräche“ – Erfahrungsaustausch der Praktiker/-innen an berufsbildenden Schulen (Teil 1)  
*Eckehard Heydt/Uta Kuhbach/Andreas Lindner/Peter Stengel*
- Call for Papers**
- BAG III Call for Papers zur 25. Fachtagung der BAG ElektroMetall „Bedeutungsverlust oder Imagegewinn? – Wandel der elektro- und metalltechnischen Aus- und Weiterbildung“
- Ständige Rubriken**
- I–IV BAG aktuell 03/2014
- 132 Verzeichnis der Autorinnen und Autoren
- U 3 Impressum



# Editorial



REINHARD GEFFERT



KLAUS JENEWEIN

Die Vorstellung einer nachhaltigen Entwicklung der Gesellschaften unseres Planeten hat infolge der Arbeiten des Club of Rome in den vergangenen Jahrzehnten auch die bildungspolitischen Diskussionen geprägt. Bereits 1974 wurde durch die erste von vielen folgenden veröffentlichten Studien mit dem Titel „Die Grenzen des Wachstums“ eine Perspektive entwickelt, die gerade unsere Verantwortung als Pädagoginnen und Pädagogen in besonderer Weise tangiert. Aufgezeigt wurde hier das erste Mal, dass die bis dahin insbesondere in den westlichen Industriestaaten geltende Doktrin eines zunehmenden Wohlstands durch kontinuierliches wirtschaftliches Wachstum nur im Zusammenhang mit einer Sicht auf die begrenzten natürlichen Ressourcen begriffen werden darf.

Die Studie des Club of Rome hat jedoch noch eine weitere Innovation gebracht: Angewendet wurde hier das Modell dynamischer Systeme, mit dem in einem technischen und sozio-ökonomischen Kontext erstmalig globale Vorhersagen entwickelt worden sind. Durch diese Arbeiten konnte auch gezeigt werden, wie in einer systemtheoretischen Betrachtung unterschiedliche Dimensionen des individuellen und gesellschaftlichen Handelns in den Kontext der natürlichen Ressourcen und technischen Entwicklungen betrachtet und in einem übergeordneten Zusammenhang bearbeitet werden können.

Diese Arbeit hat in einer nachhaltigen Weise die internationalen Diskussionen nicht nur in wissenschaftlichen Kontexten geprägt. Für die technische Bildung sind solche Vorstellungen in den 1970er Jahren jedoch erst einmal verhalten aufgegriffen worden. Das änderte sich 15 Jahre später: Bereits

die Lehrpläne des Landes Nordrhein-Westfalen, mit denen die 1987 neugeordneten handwerklichen und industriellen Elektroberufe eingeführt worden sind, forderten die Einführung der Auszubildenden in das Systemdenken. Das von REINHARD BADER entwickelte Modell des soziotechnischen Handlungssystems war damals Bestandteil der nordrhein-westfälischen Lehrpläne für die handwerklichen und industriellen Elektro- und Metallberufe und damit ihrer Bildungsvorstellungen. Die Systemtheorie selbst wurde in jenem Zeitraum ebenfalls für die technische Bildungsarbeit erschlossen. Das von GÜNTER ROPOHL entwickelte Modell technischer Systeme und ihre Beschreibung über deren Funktionszusammenhänge durch die Betrachtung des Stoff-, Energie- und Informationsumsatzes bildeten die Grundlage des ersten Lehrplans für eine technische Bildung für die gymnasiale Oberstufe, ebenfalls in Nordrhein-Westfalen; eine Entwicklung, die ihre Entsprechung in der polytechnischen Bildung der DDR und dem von HORST WOLFGRAMM entwickelten Konzept der „Allgemeinen Technologie“ fand.

In der Zwischenzeit ist viel geschehen. Die Methode der Betrachtung dynamischer Systeme und darauf basierender Simulationsmodelle kennzeichnen heute vielfältige Untersuchungen, die Ausgangspunkt bildungs- und gesellschaftspolitischer Diskussionen in internationalen Organisationen wie der UNESCO sind. Die Forderung nach einer nachhaltigen Entwicklung ist in vielfacher Weise selbstverständlicher Kontext der Bemühungen internationaler Organisationen. Für die Umsetzung solcher Ideen im Bildungsbereich haben die Vereinten Nationen die Jahre von 2005 bis 2014 zur Weltdekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ erklärt. Die deutsche

UNESCO-Kommission hat diese Dekade durch die Konstituierung eines Nationalkomitees, eines Runden Tisches und verschiedener Arbeitsgruppen institutionell umgesetzt. Auch in der beruflichen Bildung wurden in vielen Bundesländern intensiv Aktivitäten entwickelt, in Sachsen-Anhalt beispielsweise durch die Gründung einer interministeriellen Arbeitsgruppe der Landesregierung und durch einen jährlichen Aktionstag „Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung“, in dessen Rahmen in Fachtagungen und Ausstellungen dieser Prozess begleitet worden ist. Viele berufsbildende Schulen haben bundesweit ihre Bildungsarbeit weiterentwickelt und eigene Bildungsprofile herausgestellt, mit denen die Grundgedanken der Weltdekade aufgegriffen worden sind.

Dabei bietet das Thema „nachhaltige Entwicklung“ gerade für die technischen Berufsfelder ausgezeichnete Anknüpfungspunkte. Bereits in der Systemtheorie ist herausgearbeitet worden, dass sich die Hauptfunktionen technischer Systeme in Bezug auf die Kategorien Stoff-, Energie- und Informationsumsatz betrachten lassen.

Für alle Kategorien bestehen in den technischen Berufsfeldern intensive Wechselbezüge. Stoff und Energie umsetzende Systeme werden unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit im Kontext begrenzter natürlicher Ressourcen ebenso betrachtet wie unter dem Gesichtspunkt vertretbarer ökonomischer Rahmenbedingungen und ökologischer Risiken und Belastungen. Das „Management“ mit Informationen wiederum war seit jeher ein wichtiges Arbeits- und Geschäftsfeld, dessen Bedeutung mit dem Zuwachs der verfügbaren Informationsmenge, den neuen technischen Möglichkeiten zum Sammeln und Verarbeiten, aber auch zum Manipulieren von Informationen weiter zugenommen hat. Die Risiken der Informationsgesellschaft bilden nicht erst seit den Veröffentlichungen im Zusammenhang mit EDWARD SNOWDEN hochsensible Konzentrationenpunkte unserer gesellschaftlichen Diskussion. Der Zusammenhang technischer Entwicklungen mit ökonomischen, gesellschaftlichen und ökologischen Fragen und Werten ist selbstverständlicher Bestandteil heutiger Diskurse und unter dem Gesichtspunkt moderner Bildungsarbeit und auch mit den Entwicklungen von Arbeit und Technik im Zuge der neuen Strategie „Industrie 4.0“ zu betrachten. Im Kontext mit dem Paradigma der Gestaltbarkeit von Arbeit und Technik kann zudem die oft eher unpersönlich daher kommende Forderung einer Betrachtung unter Nachhaltigkeitsaspekten auf die individuelle Ebene geschoben und

damit für das Wirken des Einzelnen – in Ausbildung, Erwerbstätigkeit und Privatheit – konkretisiert werden.

Die hier nur kurz angesprochenen Gegebenheiten sind neben dem Auslaufen der Weltdekade in diesem Jahr für „lernen & lehren“ Anlass, sich der Frage der Nachhaltigkeit zu widmen. Von den verschiedenen aufgezeigten Aspekten haben wir uns dafür entschieden, diesmal das Thema „Energie“ in den Fokus zu nehmen. Dabei wird durch die Beiträge des Heftes erkennbar, dass Fragen der Energieeffizienz und deren Umsetzung in berufliche Bildungskonzepte eine zentrale Säule in den aktuellen Entwicklungen der technischen Bildungsarbeit einnehmen. Ebenso wird jedoch deutlich, dass sie mit weiteren Aspekten der Gestaltung von Arbeit und Technik – Fragen der Versorgungssicherheit, des Komforts, der Vernetzung mit informationsverarbeitenden Prozessen, der Mobilität u. v. a. m. – verbunden sind.

In seinem Schwerpunktbeitrag geht THOMAS VOLLMER genauer auf ein bereits benanntes Ziel der technischen Bildungsarbeit ein: der Frage, wie diese Einzelaspekte im Konzept der beruflichen Gestaltungskompetenz miteinander verbunden werden können.

Die Praxisbeiträge des Heftes geben einen Überblick über aktuelle Umsetzungsstrategien und -vorhaben, mit denen in der schulischen und betrieblichen Berufsbildung diese Grundideen aufgenommen werden können. Dabei besitzt die in Deutschland beschlossene Energiewende einen besonderen Stellenwert auch für die berufliche Bildungsarbeit der angehenden betrieblichen Fachkräfte; dieses Thema zieht sich durch die Schwerpunktbeiträge des Heftes von „Smart Grid“ bis hin zur Elektromobilität und Gebäudetechnik.

Es kann zudem gezeigt werden, dass es sich für die berufsbildenden Schulen unter dem Gesichtspunkt der Schulprofilentwicklung lohnt, eigene Vorhaben auf jenem Gebiet zu erarbeiten und zu fördern. Beispielgebend wirkt hier das Leo-Symphor-Berufskolleg in Minden, dessen im Praxisbeitrag von REINHARD GEFFERT beschriebenes Projekt mit dem Nachhaltigkeitspreis der Umweltstiftung der ostwestfälischen Wirtschaft ausgezeichnet worden ist.

Die Heftbetreuer würden sich freuen, mit dem Heftschwerpunkt zur weiteren Diskussion dieses bildungspolitisch hochaktuellen Themas, das uns ganz sicher in den kommenden Jahren in vielfältiger Weise weiter beschäftigen wird, in den technischen beruflichen Fachrichtungen beitragen zu können.

# Berufliche Gestaltungskompetenz für eine nachhaltige Entwicklung

## Herausforderung für berufsbildende Schulen

Die Verknüpfung konkreter Arbeits- und Geschäftsprozesse mit der global ausgerichteten Leitidee der nachhaltigen Entwicklung ist in der Didaktik elektro- und metalltechnischer Berufsbildung noch immer ein Desiderat. Das Problem besteht darin, dass nachhaltige Entwicklung zwingend konkretes, an der Leitidee orientiertes Handeln im Beruf erfordert, aber auch privat. Ohne Kenntnis dieser Leitidee und ihrer Ziele fehlt jedoch das Bewusstsein, das es ermöglicht, das eigene Handeln in größere, globale Zusammenhänge einzuordnen bzw. daran auszurichten und dadurch generelles nachhaltigkeitsorientiertes Denken und Handeln zu entwickeln. Umgekehrt ist ein fundiertes Nachhaltigkeitsbewusstsein ohne konkrete Handlungskompetenz wirkungslos. Als Beitrag zur Lösung dieses Problems wurde ein didaktischer Ansatz für die Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung (BBnE) entwickelt (KASTRUP U. A. 2012, VOLLMER/KUHLMEIER 2014), mit dem eine Möglichkeit aufgezeigt werden soll, berufliche Lernsituationen grundsätzlich auf Aspekte nachhaltigkeitsbezogenen Handelns auszurichten.<sup>1</sup>



THOMAS VOLLMER

### EINLEITUNG

Ein zentraler Baustein der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie ist die von der Bundesregierung beschlossene Energiewende. Sie hat zum Ziel, bis zum Jahr 2050 die Energieversorgung in Deutschland nahezu ausschließlich auf regenerative Energien auszurichten und eine deutliche Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes zum Schutz des Klimas zu erreichen. Der Energiesektor ist aktuell für ca. zwei Drittel aller langlebigen Treibhausgase verantwortlich (vgl. WBGU 2011, S. 3) und hat damit den größten Anteil am „ökologischen Fußabdruck“ Deutschlands. Der ökologische Fußabdruck ist ein Maß für die Inanspruchnahme der Biosphäre durch die Menschen, der unseren Naturverbrauch ins Verhältnis setzt zur regenerativen Biokapazität des Planeten und eindrucksvoll veranschaulicht, dass die Bevölkerung in den Industrienationen derzeit auf Kosten der zukünftigen Generationen und der ärmeren Länder lebt (vgl. UBA 2007). Insofern wird mit dem Umbau des Energieversorgungssystems in Deutschland auch ein wichtiger Schritt getan, die Lebensgrundlagen für die zukünftigen Generationen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu erhalten (WBGU 2011, S. 288).

Der Umbau des Energieversorgungssystems ist ohne entsprechend qualifizierte Fachkräfte nicht zu realisieren. Sie müssen die Biogas-, Solar- und Windenergieanlagen errichten, die Elektro- und Hybridfahrzeuge instand halten, den Gebäudebestand energetisch sanieren und die Infrastruktur durch neue Stromtrassen, intelligente Netze und Energiespeicher an eine dezentralisierte Energieerzeugung anpassen. Damit leisten sie nicht nur einen Beitrag zur Umsetzung technologischer Innovationen, sondern gleichzeitig auch zum Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung. Zum Ende der UN-Weltdekade „Bildung für eine nachhaltige Entwicklung“ (2005-2014) muss konstatiert werden, dass es bisher nicht gelungen ist, die Leitidee der nachhaltigen Entwicklung, der eine Schlüsselfunktion für eine grundlegende Umorientierung unseres Lebens und Wirtschaftens zukommt, strukturell in der Berufsbildung zu implementieren.

### KRITERIEN ZUR ANALYSE NACHHALTIGKEITSORIENTIERTEN LERNENS UND HANDELNS

Die Energiewende ist nicht nur als ein technologischer Wandel, sondern auch – oder vor allem – als eine Veränderung der Prämissen unserer Gesell-

schaft anzusehen, in dem Sinne, dass „Zukunftsverträglichkeit“ zum Gradmesser des wirtschaftlichen, politischen und individuellen Handelns wird. Im Rahmen dieser „großen Transformation zur Nachhaltigkeit“ (WBGU 2011, S. 89) stellt sich für die Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung (BBnE) die Frage, wie sie die Lernenden in die Lage versetzen will, ihr berufliches und privates Handeln nachhaltigkeitsorientiert auszurichten und aktiv zu einer ökologisch verträglichen, wirtschaftlich leistungsfähigen und sozial gerechten Zukunftsentwicklung in globaler Perspektive beizutragen. Dazu bedarf es allgemeiner Orientierungen und konkreter Fähigkeiten. „BBnE ist damit immer beides: zum einen ein höchst abstraktes und normativ begründetes Bildungsziel – vergleichbar mit den Bildungsaufträgen zur Förderung der Demokratie oder zur Beachtung der Menschenrechte. Zum anderen ist BNE im Bereich der beruflichen Bildung an ganz konkrete Aufgaben und Kompetenzen geknüpft.“ (HEMKES U. A. 2013, S. 31)

Diesen Gedanken entsprechend, wurden mit den Leitlinien für die didaktische Gestaltung der BBnE in Heft 3/2012 dieser Zeitschrift (KASTRUP U. A. 2012) vorgeschlagen, berufliche Handlungsfelder und Handlungssituationen als Ausgangspunkte für nachhaltigkeitsorientiertes Lernen zu nutzen, weil sich aus der normativen Idee einer nachhaltigen Entwicklung allein keine eindeutigen Empfehlungen für das didaktische Handeln ableiten lassen. Bei der didaktischen Gestaltung von Lernsituationen dienen die spezifischen, miteinander verschränkten Perspektiven einer BBnE als didaktische Analysekatoren (vgl. VOLLMER/KUHLMEIER 2014).

### **Soziale, ökologische und ökonomische Aspekte mit ihren Wechselbezügen, Widersprüchen und Dilemmata**

Globale Gerechtigkeit (Soziales), dauerhafte Umweltverträglichkeit (Ökologie) und zukunftsfähige wirtschaftliche Entwicklung (Ökonomie) bilden die drei Seiten des sogenannten Nachhaltigkeitsdreiecks, die sich auch im Bildungsauftrag der aktuellen KMK-Handreichung wiederfinden (KMK 2011, S. 14). In der BBnE ist daher notwendig, die Interdependenz von Ökologie, wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit und sozialer Gerechtigkeit zu verdeutlichen, vernetztes, interkulturelles Lernen zu ermöglichen und ein Bewusstsein für die globalen Auswirkungen des eigenen Handelns und die eigene Verant-

wortung beim Umgang mit natürlichen Ressourcen zu schaffen. In beruflichen Lernprozessen bilden unvermeidliche Wechselbezüge, Widersprüche und Dilemmata – bspw. weil eine ökologisch vernünftige Lösung gegebenenfalls negative Auswirkungen in sozialer oder ökonomischer Hinsicht hat – Lernanlässe, die es ermöglichen, Kompetenzen zur individuellen und gemeinschaftlichen Bewältigung moralischer Entscheidungsdilemmata und zur Reflexion eigener Leitbilder zu entwickeln.

### **Auswirkungen auf andere lokal, regional und global**

Daran anknüpfend geht es in der BBnE darum, den Lernenden begreifbar zu machen, dass ihre beruflichen Handlungen mit ihren Dienstleistungen und Produkten immer Veränderungen der Arbeits- und Lebenswelt anderer Menschen bewirken. Sie nehmen dafür Ressourcen in Anspruch und verursachen Abfälle und Emissionen. Diese Eingriffe des Wirtschaftens in die soziale und ökologische Lebenswelt entfalten individuell, lokal, regional, national und global Wirkung unterschiedlicher Qualität. Nachhaltigkeitsorientiertes berufliches (wie auch privates) Handeln erfordert eine Vorstellung darüber, welche Folgen daraus auch über den eigenen Wahrnehmungsraum hinaus erwachsen können (vgl. BMZ/KMK 2007, S. 29 ff.). So trägt beispielsweise die Installation einer Anlage zur Nutzung regenerativer Energien zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen und damit zur Lösung eines globalen Problems bei.

### **Auswirkungen in der Zukunft im Sinne einer positiven Vision**

Die Wahrnehmung von Folgen des eigenen Tuns entzieht sich den Handelnden häufig nicht nur aufgrund der räumlichen Distanz, sondern auch, weil sie erst mit zeitlichem Verzug zum Tragen kommen. Diese auch mit dem Begriff „Generationengerechtigkeit“ umschriebene Verantwortung jedes Einzelnen für die zukünftige Entwicklung sollte in der BBnE mit einer positiven Zukunftsvision verbunden werden. Es geht also darum, den Lernenden ihre Mitwirkungsmöglichkeiten an einer bewussten Zukunftsgestaltung vor Augen zu führen und nicht durch Problemkonfrontation Zukunftsängste zu fördern. Folglich ist es ein Anliegen der BBnE, die Lernenden anzuregen, über ihre beruflichen (und privaten) Mitwirkungsmöglichkeiten an der Zukunftsgestaltung nachzudenken und damit eine positive Berufsidentität zu fördern.

### Auswirkungen eigenen Handelns

## Handlungsstrategien Suffizienz, Effizienz und Konsistenz

In diesem Zusammenhang sind die Handlungsstrategien der Suffizienz, Effizienz und Konsistenz von Bedeutung. Eine Kundenberatung, die zur Veränderung des Nutzerverhaltens führt, kann einen Beitrag zur Suffizienz, d. h. zur Einsparung von Rohstoffen und Energie leisten, auch ohne spürbare Einschränkungen der Lebensqualität. Ein höherer Wirkungsgrad von Beleuchtungsanlagen trägt zur effizienteren Nutzung des Stromes und zur Ressourcenproduktivität bei (vgl. VON WEIZSÄCKER U. A. 2010). Beides, Suffizienz und Effizienz, sind aber allein nicht ausreichend. Erforderlich ist der Übergang von unserem traditionellen Naturverbrauch hin zu einer naturverträglichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe und regenerativer Energien, was auch mit dem Begriff „Konsistenz“ bezeichnet wird (HUBER 2000). Die Aneignung und Anwendung dieser drei Strategien ist wesentlich für die Entwicklung von nachhaltigkeitsbezogener Gestaltungskompetenz und deshalb ein zentraler Bestandteil technischer BBnE.

## Produktlebenszyklen und Prozessketten

Mit den vorgenannten Aspekten der BBnE eng verbunden ist die Betrachtung von beruflich relevanten Produktlebenszyklen und Prozessketten. Dabei geht es beispielsweise darum, bei der Installation von technischen Produkten mit in den Blick zu nehmen, wie lange diese ihre Funktion aufrechterhalten, welche Wartungsaufwände für den zuverlässigen Betrieb langfristig zu erwarten sein werden, ob es eine Ersatzteilversorgung in absehbarer Zeit gibt oder ob es sich um ein „Wegwerfprodukt“ handelt, welche Energieverbräuche bzw. -kosten mit der Wahl des Produktes verbunden sind und wie dieses zu recyceln oder zu entsorgen ist. Außerdem sind die eigenen Arbeitsprozesse hinsichtlich der Nachhaltigkeit zu überprüfen, angefangen von der Baustelleneinrichtung über die Materialdisposition bis hin zur Arbeitsorganisation.

## BEREICHE NACHHALTIGKEITSORIENTIERTER GESTALTUNGSKOMPETENZ

Die vorgenannten Kriterien zur Analyse nachhaltigkeitsorientierten Lernens und Handelns sind allein noch nicht hinreichend für die didaktische Planung, weil damit noch nicht bestimmt ist, welche nachhaltigkeitsbezogenen Gestaltungskompetenzen konkret berufsbezogen zu fördern sind. Darauf kann es keine

allgemeingültige Antwort geben. Diese muss – wie oben dargelegt – vielmehr aufgabenspezifisch gefunden werden. Deshalb wird zur weiteren Konkretisierung der vorgenannten Überlegungen nachstehend berufliche Facharbeit am Beispiel der Mitwirkung an der Energiewende untersucht (s. Abb. 1), um im Sinne einer didaktischen Analyse nachhaltigkeitsrelevante Aspekte beruflichen Handelns für die Planung der BBnE zu erfassen.

Diese Betrachtung geht davon aus, dass nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit Gebrauchswerte schafft, die einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung leisten. Dazu gehört auch, dass sich die Arbeitsprozesse zu ihrer Realisierung und die hierbei verwendeten

Technologien an den Nachhaltigkeitsanforderungen orientieren. Diese wiederum ergeben sich aus den ökologischen, sozialen und ökonomischen Aspekten, den drei Seiten des Nachhaltigkeitsdreiecks. Im Folgenden werden diese drei Aspekte ebenfalls auf einer für die Facharbeit relevanten Ebene betrachtet. Diese Form der Strukturierung wurde gewählt, weil BBnE unterschiedliche Ebenen integrieren muss. Das heißt, für die Kompetenzentwicklung

- bilden die konkreten Inhalte der Arbeits- und Geschäftsprozesse wie auch der Technik Ausgangspunkt und Zentrum des beruflichen Lernens,
- sind diese Inhalte unter Berücksichtigung der Interessen der auftraggebenden Kunden und der beschäftigenden Unternehmen zu thematisieren,
- wird das (eigene) Handeln als Beitrag zur Lösung eines „Kernproblems unserer Zeit“ verstanden und in den Zusammenhang einer nachhaltigen Entwicklung eingeordnet und somit
- werden die Lernenden befähigt, das eigene Handeln im Beruf und im Privatleben in Bezug auf Nachhaltigkeit zu reflektieren und Mitverantwortung für die Zukunftsgestaltung zu übernehmen.

Nachfolgend werden die Kriterien für die Analyse der Aufgaben und Inhalte der Facharbeit mit Blick auf eine nachhaltige Entwicklung am Beispiel der Energiewende erläutert nach dem Motto: „Heute nicht auf Kosten von morgen und hier nicht zu Lasten von anderswo arbeiten und leben“ (vgl. VOLLMER 2008). Diese Betrachtungen beziehen sich vor allem auf die Facharbeit im Handwerk, das für die Energiewende eine zentrale Rolle innehat. Grundsätzlich sind solche Betrachtungen aber auf alle Bereiche der Berufsarbeit anwendbar, wobei sich jedoch zwangsläufig

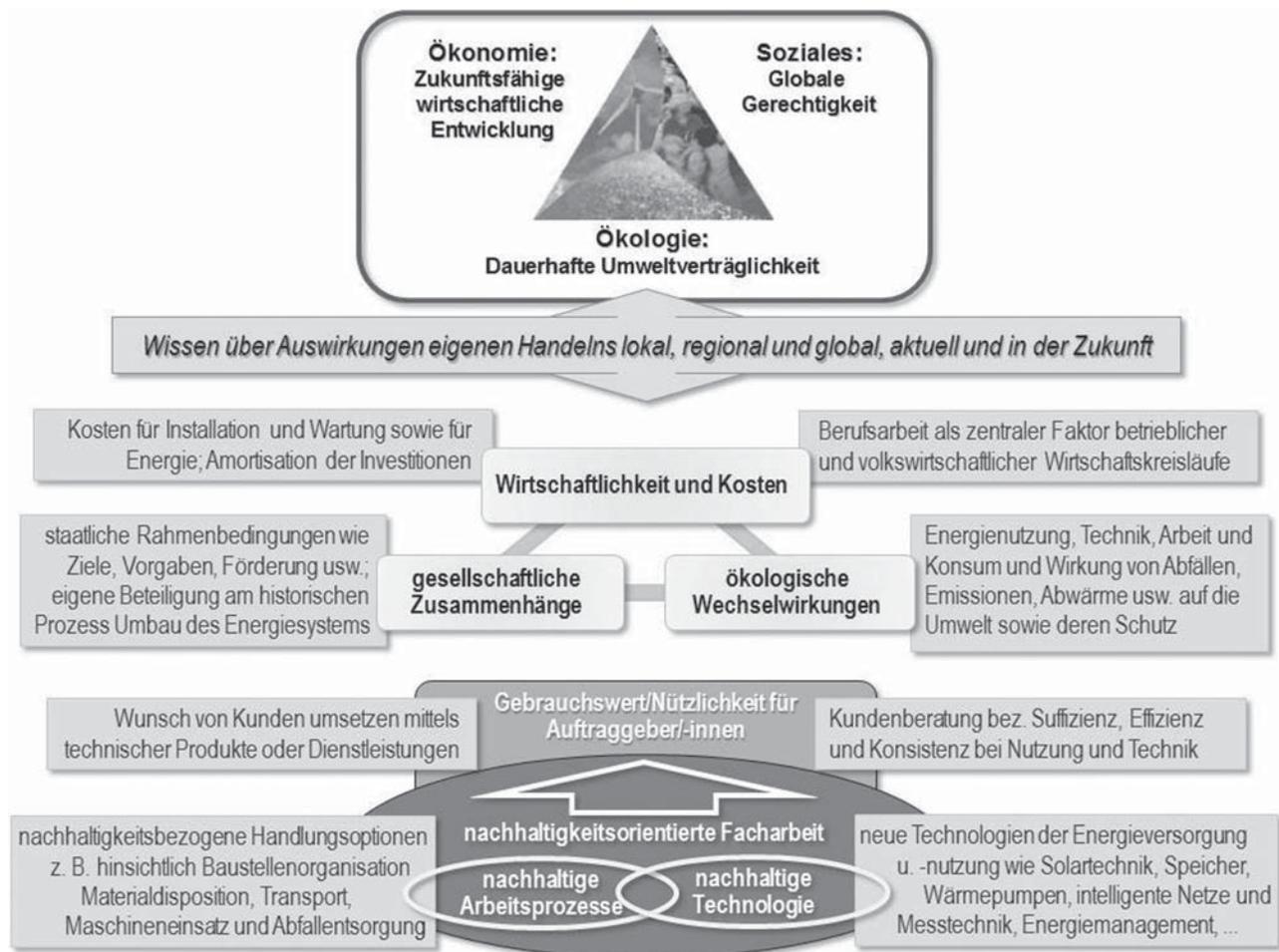


Abb. 1: Aspekte nachhaltigen Berufshandelns am Beispiel der Mitwirkung an der Energiewende (nach VOLLMER/KUHLMEIER 2014)

berufs- und aufgabenspezifisch die Betrachtungsperspektiven ändern.

### Schaffung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte

Kern gewerblich-technischer Facharbeit ist es, Gebrauchswerte mittels technischer Produkte oder Dienstleistungen nach Wunsch der Auftraggeber/-innen zu schaffen. In der Regel interessieren sich die Kunden nicht für die Details konkreter technischer Lösungen, sondern für den Wohnkomfort, die Versorgungssicherheit, die Kostenoptimierung und neuerdings zunehmend auch für die Umweltfreundlichkeit. Das heißt, die Beschäftigten müssen in der Lage sein, den erwünschten Gebrauchswert in eine technische Lösung zu überführen. Umgekehrt haben sie allerdings auch Einfluss auf die Wünsche und das Nutzerverhalten von Kunden und können als „Gatekeeper“ für nachhaltige Lösungen fungieren, indem sie die Kunden entsprechend beraten.

Kundenberatung erfordert Empathie und die Fähigkeit zur Perspektivübernahme hinsichtlich der gewünschten Gebrauchswerte sowie zur Antizipation der technischen Lösungen und ihrer Folgen. Wenn

dies dem Anspruch, einen Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung zu leisten, genügen soll, erfordert dieser Transformationsprozess Wissen über dessen Auswirkungen lokal, regional und global, und das nicht nur in der überschaubaren nächsten Zeit, sondern möglichst auch in der Zukunft. Dies betrifft sowohl ökologische Gesichtspunkte (CO<sub>2</sub>-Emissionen) als auch ökonomische Aspekte (Amortisation von Investitionen), die zueinander im Spannungsverhältnis stehen können.

### Nachhaltigkeitsorientierte Arbeitsprozesse

Die Umsetzung eines Kundenwunsches erfordert – je nach Art des Auftrages, beispielsweise Neubau, Umbau, Neuinstallation, Wartung oder Instandsetzung – die Fähigkeit, die daraus resultierende Aufgabe in einzelne Prozessschritte zu strukturieren. Damit in enger Beziehung steht die Frage, welche Geräte, Anlagen und Systeme hierbei Gegenstand der Arbeit sind und welche Unterlagen dafür benötigt werden. Für die Planung des Arbeitsprozesses ist die Fähigkeit des vorausschauenden Denkens (Antizipation) unabdingbar. Dies betrifft u. a. die Frage, welche Arbeitsmittel (Maschinen, Werkzeuge, Messgeräte

usw.) zum Einsatz kommen, welche Materialien benötigt werden und welche Bedingungen vor Ort berücksichtigt werden müssen (vgl. BECKER 2013). Die Arbeiten im Zusammenhang mit der energetischen Gebäudesanierung erfordern ein Verständnis des Gebäudes als energetisches System (KUHLMAYER/VOLLMER 2012, S. 124). Ein gewerkeübergreifendes Denken und Handeln sowie eine Kooperation der verschiedenen Handwerker spielen eine zunehmend größere Rolle, weil in Bauwerken nur so die angestrebte Energieeffizienz erreicht werden kann. Insofern ist neben Selbstständigkeit auch Teamfähigkeit und Kooperation über Gewerkegrenzen hinaus gefordert. Kommunikationsfähigkeit mit Planern und mit Kunden sind ebenfalls wichtige Anforderungen geworden. Daher ist eine weitere Qualifikationsanforderung die Fähigkeit des angemessenen Umgangs mit Kunden und deren Beratung.

---

### Intelligente Stromspeicher

---

In Bezug auf die Arbeitsprozesse ist auch die Kompetenz erforderlich, diese nachhaltigkeitsorientiert zu gestalten. Das bedeutet, sich handlungsleitende Kriterien anzueignen, auf deren Grundlage Arbeitssituationen nachhaltigkeitsorientiert gestaltet werden können, z. B. hinsichtlich der Baustellenorganisation, der Materialdisposition, des Transports, des Maschineneinsatzes, des Arbeits- und Gesundheitsschutzes und der Abfallentsorgung. Nachhaltigkeitsbezogene Gestaltungskompetenz bedarf einer ganzheitlichen, systemischen Betrachtungsweise nicht nur der technischen Prozesse und Produkte, sondern auch der jeweiligen Arbeitsprozesse mit Blick auf ihre gesellschaftlichen Wechselwirkungen.

### Nachhaltigkeitsorientierte Technologie

Zur Realisierung der Energiewende sind in allen daran beteiligten Gewerken neue Technologien Gegenstand der Facharbeit und der beruflichen Bildung. Mit dem Umbau unseres Energieversorgungssystems wird eine Verknüpfung von Energie- mit Informationsnetzen zu sogenannten „smart grids“ außerhalb und innerhalb von Gebäuden einhergehen. Insofern werden sich die Beschäftigten des Elektro- und SHK-Handwerks mehr als bisher mit Steuerungstechnologien und deren Programmierung und Kalibrierung auseinandersetzen müssen. Es zeichnet sich ab, dass „intelligente“ Haushaltsgroßgeräte über entsprechende Schnittstellen in die Energiemanagementsysteme eingebunden werden, damit sie dann betrieben werden, wenn genügend Energie zur Verfügung steht. Auch in der industriellen Produktion

werden energieeffiziente Antriebe zunehmend an Bedeutung gewinnen. Die Wärmeerzeugung wird in Zukunft vermehrt über Wärmepumpen erfolgen, die mit regenerativ erzeugtem Strom gespeist werden. Für die Versorgungssicherheit bei schwankenden Erträgen regenerativ erzeugten Stroms werden künftig intelligente Stromspeicher installiert werden – sowohl als Großanlagen als auch in Form von kleinen Speichersystemen in Wohnhäusern. Des Weiteren wird derzeit daran gearbeitet, regenerativ erzeugten Strom über Elektrolyse in Methan umzuwandeln, um auf diese Weise die vorhandenen Gasnetze und -speicher zu nutzen (vgl. VOLLMER 2011, 2012).

Diese wenigen Beispiele machen deutlich, dass mit dem Umbau des Energieversorgungssystems viele neue Technologien Gegenstand der Facharbeit werden und die Energiewende nur mit gut ausgebildeten Fachleuten zu realisieren ist, die sich eingehend in der BBnE damit befassen haben.

### Gesellschaftlich-politische Zusammenhänge nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit

BBnE darf sich aber nicht darauf beschränken, diese neuen Technologien in die Bildungsprozesse zu integrieren, um sich neuen Entwicklungen anzupassen, sondern sie muss den Lernenden ermöglichen zu verstehen, dass sie mit ihrem beruflichen Wissen und Können die Gesellschaft verändern – hier konkret: die Energiewende mitgestalten. BBnE hat also das Ziel, den Lernenden bewusst zu machen, dass sie selbst in einem gesellschaftlich-historischen Prozess eingebunden sind, an der Lösung eines epochaltypischen Schlüsselproblems mitwirken und sich dabei selbst verändern, indem sie sich mit gewandelten Werthaltungen auseinandersetzen und ihre Fähigkeit zur Selbstbestimmung, zu Mitbestimmung und zur Solidarität weiterentwickeln (vgl. KLAFKI 1996, S. 52). Die Mitwirkung an der Energiewende kann bewusst machen, inwieweit die bisherige Energieversorgung das Weltklima und damit die Weltgemeinschaft belastet hat und in welche gesellschaftlichen Zusammenhänge die eigene Tätigkeit eingebunden ist. Die Verknüpfungen der eigenen Berufstätigkeit (und auch der Gestaltung des Privatlebens) mit den globalen Zielen zur Verringerung des Ressourcenverbrauchs eröffnet die Möglichkeit, das eigene Lernen und Handeln als Beitrag zur Lösung eines weltumspannenden Problems zu begreifen. Sie fördert zudem das Verständnis für die prinzipielle Gestaltbarkeit von Technik und das Begreifen des gesell-

schaftlichen Beziehungsgefüges Mensch-Technik-Umwelt als ein Kernelement gestaltungsorientierter Berufsbildung (vgl. RAUNER 1988, S. 41).

### Ökologische Wechselbezüge nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns

Von zentraler Bedeutung für die BBnE ist die Tatsache, dass Berufsarbeit unabwendbar in ökologische Kreisläufe eingebunden ist. Gerade in den gewerblich-technischen Berufsfeldern gibt es keine Arbeitsprozesse, bei denen nicht Ressourcen verbraucht, Energien genutzt und Abfälle erzeugt werden. Umweltsensibilität als eine bedeutende Dimension nachhaltigkeitsbezogener Gestaltungskompetenz erfordert die Antizipation möglicher Umweltschäden des eigenen Handelns, um umweltschädigende Arbeits- bzw. Prozessschritte möglichst zu vermeiden oder zu minimieren. Dies erfordert umweltbezogene Materialkenntnisse sowie Einblick in die Produktlebenszyklen und die Prozessketten. Es stellen sich also die Fragen für die didaktische Analyse der BBnE:

- Aus welchen Materialien bestehen technische Komponenten, und unter welchen Bedingungen werden sie gewonnen und verarbeitet?
- Wie lassen die Arbeitsprozesse die Herstellung naturverträglich gestalten?
- Wie sind Produkte nach der Nutzung zu demontieren und möglichst dem Materialkreislauf wieder zuzuführen?

Über diese Fragen nach den ökologischen Aspekten der Arbeit und den Lebenszyklen der Produkte werden Zusammenhänge zwischen lokalem Handeln und globalen Wechselwirkungen zum Teil überhaupt erst begreifbar.

### Ökonomische Aspekte nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns

Berufsarbeit ist generell ein zentraler Kern betrieblicher Wirtschaftskreisläufe sowie ein wichtiger volkswirtschaftlicher Faktor. Im Kontext der Energiewende und der BBnE bekommen ökonomische Gesichtspunkte – vom lokalen bis zum globalen Raum – als Element des Nachhaltigkeitsdreiecks eine spezifische Ausrichtung. Eine nachhaltigkeitsbezogene Ökonomie beeinflusst das berufliche Handeln insofern, als sie Spannungsfelder zwischen betriebswirtschaftlichen und volkswirtschaftlichen Betrachtungen oder zwischen monetär bewertbaren

und nichtbewertbaren Gesichtspunkten verdeutlicht (vgl. KUHLMAYER/VOLLMER 2013). Für die gewerblich-technische Facharbeit, besonders im Handwerk, sind Maßnahmen zum Umbau des Energieversorgungssystems auch ökonomisch zukunftsweisend, weil der Ersatz von Großkraftwerken durch dezentrale kleine

Anlagen eine große Chance für kleine und mittlere Betriebe bietet (vgl. KUHLMAYER/VOLLMER 2012, S. 123). Da die Systeme zur Nutzung erneuerbarer Energien zusehends ökonomisch konkurrenzfähig werden im Vergleich zu traditionellen, fossile Energieträger nutzenden Anlagen, verändern sich die Kostenstrukturen der Energienutzung. Finanzielle Aufwendungen sind für die Anlagen zu leisten und nicht mehr für die Energieträger, denn diese sind überwiegend umsonst zu haben. Insofern fließen die Umsätze den Anlageninstallateuren und -betreuern zu statt wie bisher den Erdöl- und Gasproduzenten. Zudem bleibt die Wertschöpfung dezentraler Energieversorgung in der jeweiligen Region (vgl. AEE 2010).

### Kostenfreie Energieträger

In den letzten Jahren sind knapp 370.000 Arbeitsplätze im Bereich erneuerbarer Energien entstanden, bis 2030 wird bei Annahme niedriger Preise für fossile Energieträger mit 520.000 bis 640.000 Beschäftigten in diesem Sektor gerechnet, bei stärker steigenden Energiepreisen auch mit deutlich mehr (vgl. LEHR u. A. 2011, S. 198 ff.; BMU 2012, S. 33 ff.). Davon wird das Handwerk maßgeblich profitieren, sowohl von der Installation der Systeme als auch langfristig von Folgeaufträgen für deren Wartung und Instandsetzung. Folglich ist die Mitwirkung an der Energiewende auch ein Beitrag zur Beschäftigungssicherung. Die hierfür erforderlichen Investitionen müssen sich allerdings auch für die privaten Kunden und öffentlichen Auftraggeber in absehbarer Zeit amortisieren. Wenn dies vor der Auftragsvergabe nicht hinreichend transparent und verlässlich ist, steht sie in Frage. Insofern genügt nicht allein technologisches Wissen, um damit einen zufrieden stellenden Gebrauchswert zu schaffen, sondern er muss mit den Kosten in einem akzeptablen Verhältnis stehen. Dazu sind beispielsweise Ergebnisse von Amortisationsberechnungen<sup>2</sup> unterschiedlicher Heizungssysteme wie Gasbrennwert- oder Pelletheizungen, Blockheizkraftwerke oder Erdwärmepumpen ökonomisch abzuwägen, was dazu führen kann, dass die nicht unbedingt ökologisch sinnvollste Lösung gewählt wird und somit Dilemmata auf einer konkreten Ebene zutage treten.

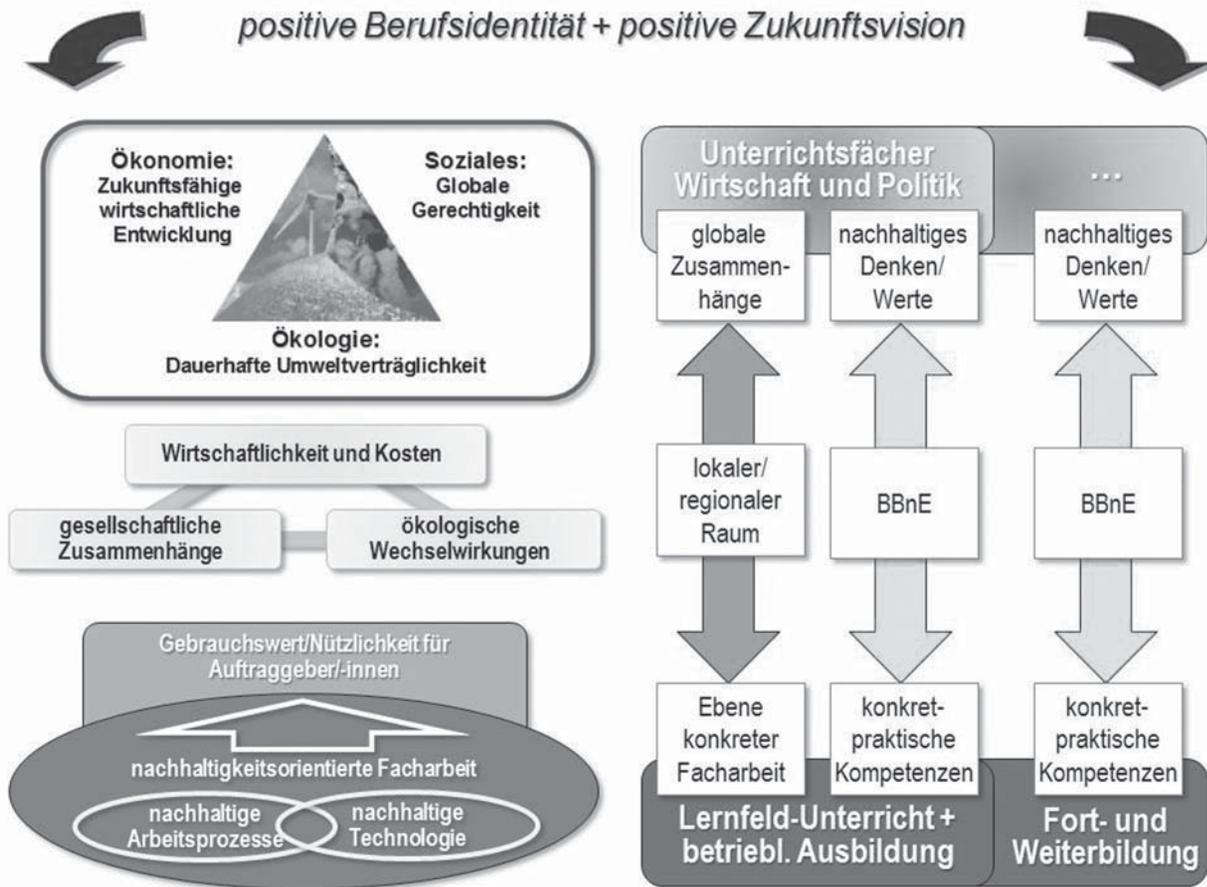


Abb. 2: Verbindung des Allgemeinen und des Konkreten der BBnE

### VERBINDUNG DER ABSTRAKTEN LEITIDEE EINER NACHHALTIGEN ENTWICKLUNG MIT KONKRETEN HANDLUNGEN IN DER BERUFSBILDUNG

Wenn die Leitidee einer nachhaltigen Entwicklung stärker Berücksichtigung finden soll, sind die Arbeitsprozesse und die Technologien in der BBnE hinsichtlich relevanter Nachhaltigkeitsaspekte zu hinterfragen. Anliegen dieses Artikels ist es nicht, nachhaltigkeitsorientierte Arbeitsprozesse und Technologien zu erläutern, weil sie u. a. auch in dieser Zeitschrift schon thematisiert wurden (vgl. VOLLMER 2011, 2012). Es sollte vielmehr der Frage nachgegangen werden, wie die abstrakte Leitidee einer nachhaltigen Entwicklung in der Berufsbildung mit konkreten Handlungen so in Verbindung gebracht werden kann, dass die Lernenden dazu befähigt werden, an einer gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsaufgabe – hier der Energiewende – kompetent mitwirken zu können, ohne damit nur eine Anpassung an veränderte Rahmenbedingungen zu leisten. Stattdessen sollten Überlegungen zu einem Konzeptentwurf zur Förderung nachhaltigkeitsorientierter Gestaltungskompetenz in der Berufsbildung vorgestellt werden,

der dazu beiträgt, das eigene Handeln der Lernenden mit der Leitidee zu verknüpfen.

Nachhaltige Entwicklung erfordert zwingend konkretes, an der Leitidee orientiertes Handeln im eigenen Wirkungskreis. Aber ohne Kenntnis dieser Leitidee und ihrer Ziele fehlt das Bewusstsein, das es ermöglicht, das eigene Handeln in größere, globale Zusammenhänge einzuordnen bzw. daran auszurichten und dadurch generelles nachhaltigkeitsorientiertes Denken und Handeln zu entwickeln. Umgekehrt ist ein fundiertes Nachhaltigkeitsbewusstsein ohne konkrete Handlungskompetenz wirkungslos. Dies kann indes nicht allein im Lernfeldunterricht erreicht werden, weil er vermutlich überfrachtet würde und die Gefahr besteht, einen Teil der Auszubildenden zu überfordern (s. Abb. 2). Ob eine solche Verknüpfung sich in der dualen Ausbildung durch eine Verbindung des Lernfeldunterrichts mit dem Politikunterricht sowie verknüpft mit der betrieblichen Ausbildung und der anschließenden Weiterbildung realisieren lässt, wird die Berufsbildungspraxis zeigen.

**ANMERKUNGEN**

- 1) Dieses erfolgte im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung des jüngsten Förderprogramms „Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung“ des BMBF/Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB). Siehe [http://bbne.bibb.de/de/nh\\_8968.htm](http://bbne.bibb.de/de/nh_8968.htm) (20.06.2014).
- 2) Dafür sind mittlerweile im Internet mehrere Konfigurationsrechner mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad verfügbar, wie z. B. [http://www.oeffizienzhaus-online.de/de/endeckunde/technologie/haus\\_effizient\\_konfigurieren\\_1/haus\\_effizient\\_konfigurieren\\_1](http://www.oeffizienzhaus-online.de/de/endeckunde/technologie/haus_effizient_konfigurieren_1/haus_effizient_konfigurieren_1) (20.06.2014).

**LITERATUR**

- AEE (2010): Agentur für Erneuerbare Energien: Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien. Ergebnisse der Studie des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW). *Renews Spezial*, Ausgabe 46, Berlin
- BECKER, M. (2013): Arbeitsprozessorientierte Didaktik. In: *bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online*, Ausgabe 24, S. 1–22
- BMU (2012): Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): *Erneuerbar beschäftigt. Kurz- und langfristige Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt*. Berlin
- BMZ/KMK (2007): Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung/Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): *Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung*. Bonn
- HEMKES, B./KUHLMIEIER, W./VOLLMER, TH. (2013): Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung im Zusammenhang gesellschaftlicher Innovationsstrategien. In: *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis*, 42. Jg., Heft 6, S. 28–31
- HUBER, J. (2000): Industrielle Ökologie. Konsistenz, Effizienz und Suffizienz in zyklusanalytischer Betrachtung. In: KREIBICH, R./SIMONIS, U. E. (Hrsg.): *Global Change*. Baden-Baden, S. 107–124
- KASTRUP, J./KUHLMIEIER, W./REICHWEIN, W./VOLLMER, TH. (2012): Mitwirkung an der Energiewende lernen – Leitlinien für die didaktische Gestaltung der Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung. In: *lernen & lehren*, 27. Jg., Heft 107, S. 117–124
- KLAFKI, W. (1996): *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik*. Weinheim/Basel
- KMK (2011): Sekretariat der Kultusministerkonferenz (Hrsg.): *Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe vom 23. September 2011*. Berlin
- KUHLMIEIER, W./VOLLMER, TH. (2012): Aufgaben und Qualifizierungsbedarfe des Handwerks im Kontext der Energiewende. In: BLOEMEN, A./PORATH, J. (Hrsg.): *Dimensionen und Referenzpunkte von Energiebildung in der Berufs- und Wirtschaftspädagogik*. München, S. 115–134
- KUHLMIEIER, W./VOLLMER, TH. (2013): Didaktik gewerblich-technischer Berufsbildung im Kontext der UN-Dekade „Bildung für eine nachhaltige Entwicklung“. In: *bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online*, Ausgabe 24, S. 1–20
- KUHLMIEIER, W./VOLLMER, TH. (2014): Ökonomische Fragen im Kontext der Beruflichen Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: *bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online*, Profil 3, 1–19
- LEHR, U. U. A. (2011): *Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt*. Osnabrück/Berlin/Karlsruhe/Stuttgart
- RAUNER, F. (1988): Die Befähigung zur (Mit)Gestaltung von Arbeit und Technik als Leitidee Beruflicher Bildung. In: HEIDEGGER, G./GERDS, P./WEISENBACH, K. (Hrsg.): *Gestaltung von Arbeit und Technik – ein Ziel beruflicher Bildung*. Frankfurt a. M./New York, S. 32–50
- UBA (2007): Umweltbundesamt (Hrsg.): *Wissenschaftliche Untersuchung und Bewertung des Indikators „Ökologischer Fußabdruck“*. Forschungsbericht 363 01 135. Dessau-Roßlau
- VOLLMER, TH. (2008): Heute nicht auf Kosten von morgen und hier nicht zu Lasten von anderswo arbeiten und leben. Zukunftsorientierte Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung. In: *lernen & lehren*, 23. Jg., Heft 90, S. 54–60
- VOLLMER, TH. (2011): Mitgestaltung der Energiewende – Zukunftsaufgabe der Facharbeit und Bezugspunkt für eine Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. In: *bwp@ Spezial 5/2011 – online*, Hochschultage Berufliche Bildung 2011, Fachtagung 08.1/2, S. 1–30
- VOLLMER, TH. (2012): Blick in die Glaskugel – mögliche Entwicklungslinien hin zu einer vollständigen Versorgung mit erneuerbaren Energien. Ein Interview mit DANIEL BANNASCH. In: *lernen & lehren*, 27. Jg., Heft 107, S. 92–98
- VOLLMER, TH./KUHLMIEIER, W. (2014): Strukturelle und curriculare Verankerung der Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. In: MOHORIC, A./KUHLMIEIER, W./VOLLMER, TH. (Hrsg.): *Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Ergebnisse des BIBB-Förderschwerpunktes*. (im Erscheinen)
- WBGU (2011): *Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (Hrsg.): Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation (Hauptgutachten)*. Berlin
- VON WEIZSÄCKER, E. U./HARGROVES, K./SMITH, M. (2010): *Faktor Fünf. Die Formel für nachhaltiges Wachstum*. München

# „System Haus“

## Versorgungstechnische Bildung am komplexen Gebäudemodell



BERND MAHRIN

Steigende Anforderungen an die daten- und regelungstechnische Vernetzung gebäudetechnischer Systeme stellen elektro- und informationstechnische Handwerke vor neue Aufgaben. Durch strengere gesetzliche Regelungen bei Neubauten und Sanierungen und unzureichende Breite der Kompetenzverteilung in Handwerksbetrieben entstehen für die berufliche Bildung neue Herausforderungen. Bildungsanbieter können dem Bedarf umso besser gerecht werden, je besser sie diese Komplexität auch bildungstechnologisch abbilden können. Im Kompetenzzentrum Versorgungstechnik wird deshalb künftig ein modulares, gebäudetechnisches Hausmodell mit der Option vollständiger Systemintegration und angepasstem didaktischem Konzept in Fort- und Weiterbildungslehrgängen und punktuell auch in der Erstausbildung eingesetzt.

### HAUSMODELL ALS DIDAKTISCHER RAHMEN IM VERSORGUNGSTECHNISCHEN UMFELD

Das Berufsbildungs- und TechnologieZentrum (BTZ) Osnabrück der Handwerkskammer Osnabrück-Emsland-Grafschaft Bentheim bietet in einem breiten Spektrum beruflicher Fachrichtungen ergänzende überbetriebliche Ausbildung für die regionalen Betriebe des Handwerks, Meistervorbereitungslehrgänge und Weiterbildungskurse an. Einen besonderen Schwerpunkt bildet die Versorgungstechnik mit der Wärmeerzeugung, der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) mit Mini- und Mikro-Blockheizkraftwerken (BHKW), Brennstoffzellentechnik, Energiemanagement und Gebäudesystemintegration als aktuell wichtigsten Arbeitsfeldern. Sie sind im KWK-Schulungszentrum zusammengefasst. Dieser Bereich des BTZ Osnabrück hat sich mit Förderung durch das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) zum Kompetenzzentrum Versorgungstechnik nach den Richtlinien der Bundesregierung weiterentwickelt.<sup>1</sup> Im Rahmen eines Leitprojektes „Versorgungstechnik“ wurde ein modular konzipiertes, raumfüllendes, aber gleichwohl mobiles gebäudesystemtechnisches Hausmodell entwickelt (Abb. 1) und als Prototyp realisiert. Die in Wohnhäusern, Einzelwohnungen oder in Geschäftsräumen üblicherweise vorkommenden steuerungs- und regelungstechnischen Einrichtungen aus den Bereichen Sanitär, Heizung, Klima, Belüftung, Elektrotechnik und Informationstechnik sind darin modellhaft, funktionsfähig und vernetzt abgebildet.

Ob im Einfamilienhaus oder im Bürokomplex: Die Anforderungen an Komfort und Einsatzbreite beim



Abb. 1: Hausmodell Gebäudesystemintegration – Konzeptstudie

Management von Klimatisierung, Beleuchtung und Zugangskontrolle wachsen. Gleichzeitig wird der effiziente Umgang mit Energie immer wichtiger. Ein höheres Maß an Komfort und Sicherheit bei gleichzeitig geringerem Energieverbrauch lässt sich durch intelligente Steuerung und Überwachung aller eingesetzten Elemente unter Einbeziehung externer Einflussgrößen wie Wettervorhersagen oder Verfügbarkeit elektrischer Energie im Netz sowie des Nutzerverhaltens erreichen. Bereits eine Auswahl von Teilsystemen, Stell- und Einflussgrößen zeigt eine große Vielfalt auf (Abb. 2). Die Optimierung des Zusammenspiels erfordert allerdings auch mehr Verkabelung, um die Sensoren und Regler mit den Steuerungs- und Überwachungszentralen zu verbinden. Diese Kabellasten führen zu höherem Planungs- und Installationsaufwand, höherem Brandrisiko und steigenden Kosten. Bei der Qualifizierung der Fachkräfte für die Gebäudesystemtechnik besteht deshalb auch in der „einfachen Installationstechnik“ Nachholbedarf.

Im Hausmodell können unter anderem Beleuchtung, Beschattung, Jalousien, Sicherheits- und Über-



Abb. 2: Ein modernes Einfamilienhaus enthält eine Vielzahl integrierbarer technischer Systeme

wachungssysteme, Energiemanagementsysteme, Heizungs-, Klimatisierungs- und Lüftungssysteme, Bewässerungssysteme, Audio- und Videosteuerungen, Zählerwert- und Datenerfassungen, Datensicherungsmanagement, Haushaltsgeräte und Fernbedienungen mit Datenbussystemen wie beispielsweise KNX intelligent miteinander verbunden werden. Aber auch andere Bussysteme wie DALI, CAN, MBus, enocean, Modbus und weitere, die teilweise auf bestimmte Anwendungen wie Lichtsteuerung, Sicherheitssysteme, Brandmeldung, Verbrauchsdatenerfassung, Funksensorik usw. spezialisiert sind, lassen sich – bei Verfügbarkeit der entsprechenden Software – mit dem Hausmodell nutzen. Diese Vielfalt der Optionen durch das Vorsehen entsprechender Schnittstellen war leitend bei der Entwicklung. Das entstandene Hausmodell wurde zur Information von Endnutzern und Handwerksbetrieben bei der zehnten Energie-Messe der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) in Osnabrück eingesetzt (Abb. 3, S. 102).

Der Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke (ZVEH) präsentierte auf der Messe „Light&Building 2014“ in Frankfurt a. M. mit dem „E-Haus“ ein ähnlich komplexes, aber größeres Modell mit intelligenter Gebäudetechnik „zum Anfassen“. Das dient aber vor allem der Anschauung und dem plakativen Darstellen von Möglichkeiten aus Nutzersicht und ist nicht auf die technische Schulung von Fachkräften ausgerichtet. Ein kurzes Video gibt einen Einblick in das E-Haus (ZVEH 2014).

## HANDLUNGSBEDARF UND KOMPETENZSITUATION IN INSTALLATIONSBETRIEBEN

Planung, Bau und Betrieb von Gebäuden werden sich erheblich verändern: Nach den politischen Zielen der Energiewende soll auf der Versorgungsseite bis 2020 der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch mindestens 30 Prozent und an der Wärmeversorgung mindestens 14 Prozent betragen. Auf der Nutzerseite wird für Neubauten der Niedrigstenergie-

beziehungsweise Passivhausstandard verpflichtend, und ab 2018 wird der Einsatz von Gebäudeautomationstechnik in öffentlichen Gebäuden und Zweckbauten zwingend vorgeschrieben. Bis 2050 soll der gesamte Gebäudebestand in Deutschland klimaneutral betrieben werden. Einen guten Überblick über die aktuellen Regelungen der am 1. Mai 2014 in Kraft getretenen neuen Energieeinsparverordnung EnEv 2014 mit Verweisen auf die zu erwartende EnEv 2016 gibt eine Online-Broschüre, die vom Stuttgarter „Institut für Energie-Effiziente Architektur mit Internet-Medien“ kostenlos angeboten und laufend aktualisiert wird (TUSCHINSKI 2014).

Der Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie geht von enormen Einsparpotenzialen aus: „Durch die Verknüpfung der Komponenten und Gewerke lässt sich Energie optimal nutzen und falsches Nutzungsverhalten des Menschen ausgleichen; so werden Einsparungen von bis zu 60 Prozent realisiert. Beispielsweise wird beim Öffnen eines Fensters automatisch die Leistung der Heizungs-, Klima- und Lüftungsanlage abgesenkt oder die Betriebszeiten der Heizung werden nach Nutzungs- und Präsenzprofilen festgelegt. Smarte Gebäude müssen flexibel auf Nutzungsänderungen reagieren.“ (ZVEI 2013) Im Einzelnen liegen die möglichen Reduzierungen des Energieverbrauchs bei bis zu 50 Prozent durch Einzelraumregelung, bis zu 40 Prozent bei der Heizungsautomatisierung, bis zu 45 Prozent bei der Sonnenschutzautomatisierung, bis zu 80 Prozent bei der Beleuchtungsautomatisierung und bei bis zu 60 Prozent bei der Belüftungsautomatisierung (ABB 2009). Selbst wenn diese Zahlenangaben einen gewissen Unsicherheitsfaktor aufweisen und teilweise abhängig vom Nutzerverhalten bleiben, ist unstrittig, dass erhebliche Energieeinsparungen erzielt werden können.



Abb. 3: Hausmodell auf der Energiemesse der DBU (Foto: BTZ Osnabrück)

Doch offenbar sind die Installationsbetriebe des Handwerks weder ausreichend auf die Umsetzung der neuen Gesetze, Verordnungen und Richtlinien vorbereitet, noch haben sie anscheinend die Ressourcen schonende und für ihren eigenen Geschäftsbetrieb auch wirtschaftlich interessante Gebäudetechnik als Geschäftsfeld erkannt und erschlossen. Nach Angaben der KNX-Association hatten im Jahr 2013 von den in Deutschland etwa 400.000 Beschäftigten im Elektro-Handwerk und den etwa 43.500 Beschäftigten im IT-Handwerk weniger als vier Prozent Schulungen in der KNX-Technologie absolviert. Der KNX-Standard ist ein offener Standard, der u. a. aus dem Europäischen Installationsbus (EIB) hervorgegangen ist und dem sich mittlerweile mehrere hundert Firmen weltweit angeschlossen haben. Sein Marktanteil bei den gebäudetechnischen Feldbussystemen beträgt etwa 70 Prozent.

Qualifizierungsangebote müssen sich demnach an einem hohen Weiterbildungsbedarf ausrichten und dabei die Integration in die Erstausbildung – beispielsweise als Zusatzqualifikationen oder Vertiefungen – ebenfalls im Blick haben. Vor diesem Hintergrund entstand das Hausmodell im BTZ Osnabrück, um ein beispielhaftes, reiches und anregendes Lernumfeld zu schaffen und die Verbreitung dieser innovativen Technologie zu fördern.

## ZIELGRUPPEN UND ZIELSETZUNGEN

Die Lehrgänge sprechen Betriebsleiter, Meister, Fachgelehrten und Fachplaner an, aber auch leistungsstarke und interessierte Auszubildende können daran teilnehmen. Eine Beteiligung verschiedener Akteursgruppen aus den einzelnen Gewerke ist ausdrücklich erwünscht, um die unterschiedlichen Sichtwei-

sen der Planung, der Installation, der Konfiguration und der Systempflege anschaulich zu machen.

Die Elemente und Baugruppen aus den heizungs-, klima- und elektrotechnischen Gewerke sollen in ihrem Zusammenwirken und in ihren funktionellen Wechselwirkungen betrachtet werden, um komfortable und energieeffiziente Gesamtlösungen der Gebäudetechnik gemäß EN 50090 und ISO/IEC 14543 in praxistypischen Aufgaben an realitätsnahen Anlagen zu erarbeiten. Alternative Energieversorgungskonzepte wie Photovoltaik, Windkraft und Kraft-Wärmekopplung, einschließlich der Eigenverbrauchssteuerung und -optimierung, können mit dem Funktionsmodell ebenso einbezogen werden wie der Fernzugriff auf die Gebäudesteuerung über mobile Geräte.

Der Lehrgang setzt KNX-Grundkenntnisse voraus, umfasst insgesamt 200 Stunden und schließt mit einer Prüfung zum/zur Systemintegrator/-in Gebäudeautomation vor der Handwerkskammer ab. Nach erfolgreich absolviertem ersten Teil, dem Grundlehrgang von 100 Stunden, können die Teilnehmenden ihren Kunden bereits Folgendes anbieten und fachgerecht umsetzen:

- fachgerechte Beratung zu den Möglichkeiten der Gebäudeautomation und zu empfehlenswerten Lösungen bei Kleinprojekten wie Einfamilienhäusern oder kleinen Gewerbeeinheiten,
- Erstellung und Anwendung eigener Marketingstrategien im Bereich der Gebäudeautomation mit Blick auf die perspektivische Entwicklung des Betriebs,
- Erstellen eines Installationsplans und eines Angebotes mit KNX-Komponenten,
- Abwicklung des Auftrages, einschließlich Programmierung und Inbetriebnahme der Anlage, gegebenenfalls in Zusammenarbeit mit Partnerbetrieben,
- Erstellung von Revisionsunterlagen und einer Dokumentation zur installierten Anlage.

## LEHRGÄNGE – DIDAKTISCHES GRUNDKONZEPT

Grund- und Aufbaulehrgang folgen einem didaktischen Grundkonzept, das die Bedürfnisse der Betriebe und deren Kunden in den Mittelpunkt stellt. Die Stichworte dazu sind Auftragsorientierung/Lernen am Kundenauftrag und Handlungsorientierung.

Da es bei den Lehrgängen zur Systemintegration zwangsläufig um das Gebäude mit seinen versor-

gungstechnischen Einrichtungen als Ganzes gehen muss, liegt es nahe, die Lehrgänge an einem Referenzgebäude auszurichten. Infrage kommt beispielsweise ein Gebäude mit Mischnutzung und unterschiedlichen Anforderungen, etwa mit wenigen Wohnungen, einer Arztpraxis, einer Anwaltskanzlei und einem Kleingewerbe. Ausgehend von diesem Objekt, das in Bildern, Zeichnungen, Leitungsplänen usw. darzustellen ist, wird ein typischer (fiktiver) Auftrag für einen Elektro-Betrieb konstruiert. Auf diese Weise sind von Anfang an nicht die technischen Elemente/Anlagen und damit reine Fachsystematik leitend für die Lehrgangsorganisation und die Lernprozesse, sondern realistische Anforderungen der Bauherren bzw. Nutzer.

Von diesem Punkt aus können nun die vielfältigen funktionellen Anforderungen der Nutzer in die technischen Anforderungen und Bedingungen für die Gebäudeinstallation übersetzt und unter Berücksichtigung der entstehenden Schnittstellen in entsprechende handhabbare Teilprobleme untergliedert werden. In diesem Prozess können die Teilnehmenden aufgrund ihrer allgemeinen Erfahrungen sehr aktiv beteiligt werden, auch wenn sie noch nicht über spezielle Erfahrungen mit der Gebäudeautomation verfügen. Ist dieser Schritt getan (erst dann!), wird die Abstraktionsebene gewechselt – weg von dem realen oder fiktiven Gebäude und hin zu dem Hausmodell (Abb. 4). Dort finden sich die Teilsysteme übersichtlich wieder und können in geeigneter Weise fachgerecht miteinander so in Verbindung gebracht werden, dass die Anforderungen an die Systeminte-

gration erfüllt werden können. Im Kontext des Lehrgangs wird ein Expertenpool von Systemplanern und -programmierern aufgebaut, auf den die Handwerksbetriebe bei Bedarf bei der Umsetzung ihrer ersten Projekte zurückgreifen können. Erfahrungen aus anderen Fachkraft-Lehrgängen haben gezeigt, dass diese Unterstützung erforderlich ist und wesentlich zur tatsächlichen Anwendung der neu erworbenen Kompetenzen und damit zur Etablierung der Technologie in der Installationspraxis beiträgt.

Zur Förderung der Akzeptanz der gebäudetechnischen Systemintegration und der damit verbundenen höheren Investitionskosten im Vergleich zu herkömmlichen Hausinstallationen sind überzeugende Argumente nötig, die für die Handwerksbetriebe dieselbe Bedeutung haben wie die fundierte technische Kompetenz. Bei der Bearbeitung der an Kundenanforderungen orientierten Aufgaben am Hausmodell werden deshalb die Entwicklung von Beratungskompetenz und Ideen zur Vermarktung handwerklicher Dienstleistungen ebenfalls aufgegriffen, zum Beispiel durch begleitende Fragestellungen wie:

- Gibt es Funktionen, die zusätzlich zu den gestellten Anforderungen mit geringem Mehraufwand zu realisieren wären und den Kunden deshalb empfohlen werden sollten?
- Gibt es absehbare technische Entwicklungen, die die Kunden noch nicht im Blick haben (können), die aber voraussichtlich ihr Interesse finden würden?

– Gibt es sinnvolle Vorbereitungsmöglichkeiten für spätere Nachrüstungen (Leerrohre legen, Schaltschränke entsprechend dimensionieren usw.), die jetzt leicht realisiert werden können, später aber erheblichen baulichen Aufwand bedeuten würden?

– ...

Von Innungen, Fachverbänden und System-Herstellern werden bereits Lehrgänge zur Gebäudesystemtechnik angeboten. Diese richten sich jedoch zumeist an Fachspezialisten, die schließlich in speziellen Technologien und Programmierung – häufig

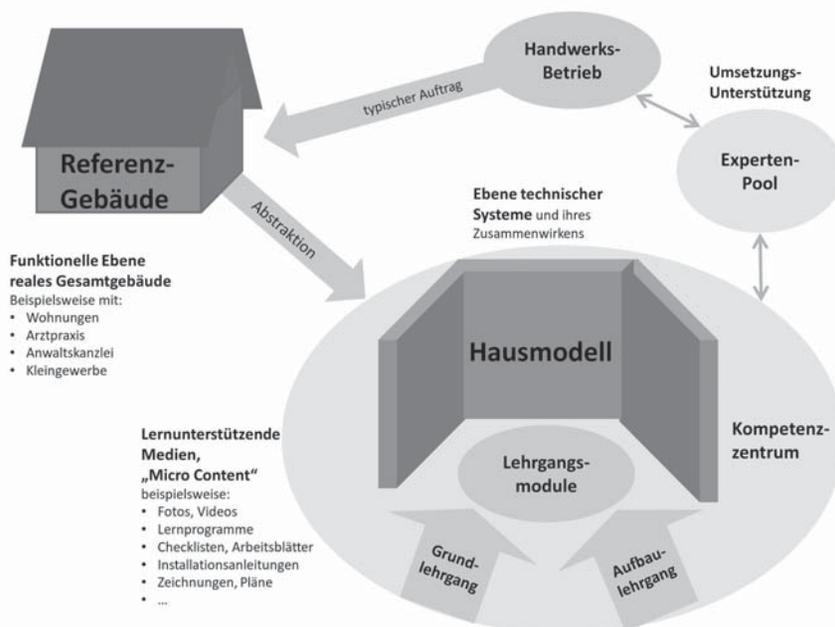


Abb. 4: Rolle des Hausmodells im didaktischen Szenario

herstellerspezifisch – gut ausgebildet sind, aber nur begrenzten Einblick in die Funktion der Teilsysteme haben und vor allem wenig zur Verbreitung und Vermarktung beitragen können. Defizitär ist auch das Zusammenwirken von Planern und Handwerkern in frühen Projektierungsphasen.

## SCHRITTWEISER AUFBAU DES HAUSMODELLS

In der ersten Installation des Modells in einem Seminarraum wurden bereits früher entwickelte Einzelkomponenten zur Gebäudetechnik (Abb. 5) zu einer komplexen, ganzheitlichen, automatisierten Gebäudetechnik zusammengefügt. Die einzelnen Funktionselemente sind austauschbar und überwiegend mehrfach vorhanden, sodass parallele Gruppenarbeiten stattfinden können. Der Verteilerkasten ist so dimensioniert, dass darin auch datentechnische Einrichtungen wie Router, Splitter, Massenspeicher usw. Platz finden (Abb. 6). Den Rahmen bildet ein System aus Standard-Aluminiumprofilen, das variabel montiert werden kann. Jeder Arbeitsgruppe steht



Abb. 5: Funktionsmodelle Gebäudetechnik (Auswahl)



Abb. 6: Aufbau des Hausmodells mit integriertem, multifunktionalem Verteilerkasten

ein Laptop mit einem KNX-basierten Programmiersystem zur Verfügung. Weitere Steuerungs- bzw. Programmiersysteme sind in geringerer Anzahl verfü-

bar. Prozessvisualisierungen und Fernsteuerung der Funktionen sind möglich.

Eine zweite, im Umfang reduzierte Installation des Hausmodells soll mit thematischen Technik-Inseln im KWK-Schulungszentrum entstehen, wo nach Fertigstellung eine komplexe Gebäudeautomationslösung mit integriertem Mini-/Mikro-BHKW auf Gas-, Öl- und Brennstoffzellenbasis im tatsächlichen Betrieb demonstriert und untersucht werden kann. Der Seminarraum befindet sich hier direkt neben der Werkstatt mit den KWK-Geräten und wird zu dem genannten Zweck vollständig umgestaltet. Sechs Arbeitsinseln erlauben Konfigurations- und Program-

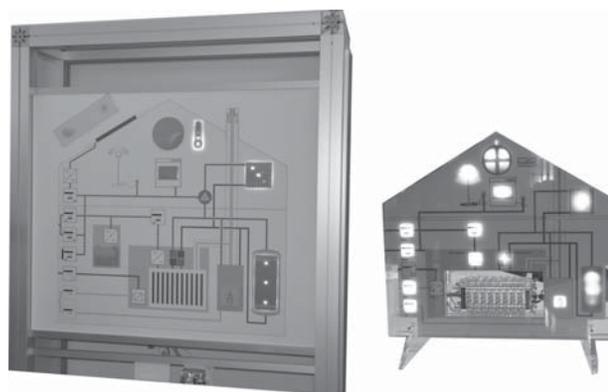


Abb. 7: Hausmodell Kraft-Wärme-Kopplung

mierübungen in Partnerarbeit oder kleinen Gruppen, und flexible Möblierung lässt eine vielseitige Nutzung zu. In einer weiteren Ausbaustufe soll das System um eine Photovoltaik- und eine Kleinwindanlage sowie um eine Ladestation für Elektrofahrzeuge erweitert werden.

Gemeinsam mit MANFRED HOPPE von der Forschungsgruppe Praxisnahe Berufsbildung, Universität Bremen, wurde im BTZ Osnabrück außerdem für die Darstellung der wärme- und stromseitigen Systemzustände der Kraft-Wärme-Kopplung ein spezifisches Hausmodell entwickelt und als Prototyp gebaut. Es kommt sowohl als eigenständiges Objekt in KWK-Lehrgängen zum Einsatz als auch als Teil des übergreifenden Hausmodells zur Gebäudesystemintegration. Ein kleineres Tischmodell wird nach Bedarf in Serie gefertigt. Es soll Handwerksbetrieben helfen, ihren Kunden die Funktionsweise der Kraft-Wärme-Kopplung zu erklären (Abb. 7). Dieses Modell eignet sich auch für den Einsatz in berufsbildenden Schulen und überbetrieblichen Berufsbildungszentren.

**ANMERKUNG**

1) Seit Beginn der Förderung im Jahre 2001 wurde die Förderrichtlinie aktualisiert und novelliert. Aktuell gültig ist: Bundesministerium für Bildung und Forschung/Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: Gemeinsame Richtlinien für die Förderung überbetrieblicher Berufsbildungsstätten (ÜBS) und ihrer Weiterentwicklung zu Kompetenzzentren vom 24.06.2009. Bonn/Berlin 2009 – URL: <http://www.bibb.de/dokumente/pdf/RL-UEBS-10-7-09.pdf> (Stand: 01.05.2014).

**LITERATUR**

ABB (2009): ABB Stotz-Kontakt GmbH: Energieeffizienz in Gebäuden mit ABB i-bus® KNX – Hohe Einsparpotenzia-

le durch Gebäudesystemtechnik. Firmenschrift. Heidelberg, S. 4 f.

TUSCHINSKI, M. (2014): Neue EnEV: Kurzinfo für die Praxis: Energieeinsparverordnung. Herausgegeben vom Institut für Energie-Effiziente Architektur mit Internet-Medien, Stuttgart, abrufbar unter: [http://service.enev-online.de/bestellen/EnEV\\_2014\\_Neue\\_Energieeinsparverordnung\\_Kurzinfo\\_Praxis.pdf](http://service.enev-online.de/bestellen/EnEV_2014_Neue_Energieeinsparverordnung_Kurzinfo_Praxis.pdf) (letzter Zugriff: 28.05.2014)

ZVEH (2014): Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke (Hrsg.): Neuer Film über das E-Haus: Vernetzte und intelligente Gebäudetechnik. ZVEHreport 10/2014, S. 2. Video abrufbar unter: [http://www.youtube.com/watch?v=\\_NMsPx2i4qU](http://www.youtube.com/watch?v=_NMsPx2i4qU) (letzter Zugriff: 27.05.2014)

ZVEI (2013): Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V. (Hrsg.): SMART building: Gebäudetechnik und -planung im Wandel. In: ZVEI-Jahresbericht 2012/2013, Frankfurt a. M., S. 46

## Nachhaltige Ausbildung der Kfz-Mechatroniker/-innen für das Zeitalter der Elektromobilität

Der Ausbildungsberuf „Kfz-Mechatroniker/-in“ wurde im Jahr 2013 auch mit dem Ziel neu geordnet, die Lernenden für die Arbeit an den Hochvoltssystemen von Hybrid- und Elektrofahrzeugen zu qualifizieren. Dafür wurden relevante Inhalte im gesamten Ausbildungsrahmenplan sowie im Rahmenlehrplan verankert und gar ein eigener Schwerpunkt „System- und Hochvolttechnik“ geschaffen. In diesem Beitrag werden davon ausgehend Anregungen für die Ausgestaltung der Lernfelder gegeben, um die Kompetenzzielsetzungen im Zusammenhang mit der Elektromobilität (E-Mob) zu erreichen.



**MATTHIAS BECKER**

### **BERUFSSTRUKTURELLE, GESETZLICHE UND CURRICULARE RAHMENBEDINGUNGEN**

Im Rahmen der Erarbeitungsphase der Ordnungsmittel für den Kfz-Mechatroniker wurde deutlich, dass vor allem die Industrie ein großes Interesse daran hat, bereits in der Erstausbildung systematisch für die Hochvolttechnik auszubilden. Im Bereich der Entwicklung und Produktion sind immer mehr Arbeitsplätze vorhanden, an denen Fachkräfte mit der Hochvolttechnik konfrontiert sind. Insgesamt werden jedoch nur ca. drei Prozent der Auszubildenden direkt in den Werken und bei den Zulieferern ausgebildet. Dadurch ist bereits jetzt absehbar, dass für Auszubildende, die den Schwerpunkt System- und Hochvolttechnik wählen, mindestens Bezirks-, wenn nicht gar Landes- oder Bundesfachklassen gebildet werden müssen. Das Handwerk hat nicht zuletzt

deswegen und weil nur wenige Fachkräfte derzeit unmittelbar mit Aufgabenstellungen an Elektrofahrzeugen konfrontiert sind, darauf hingewirkt, dass neben der Hochvolttechnik insbesondere der Aspekt der Systemvernetzung ebenfalls in diesem Schwerpunkt eine hervorgehobene Bedeutung bekommen hat. Dies ist auch der Grund, warum die Bezeichnung „System- und Hochvolttechnik“ gewählt wurde.

Besondere Bedeutung hat im Interesse einer nachhaltigen Berufsbildung die Ausrichtung auf die Zukunftsfähigkeit und daher auf eine möglichst lange Bestandsfähigkeit der Ordnungsmittel. Langfristig wird die Arbeit an Elektrofahrzeugen zu den Basisaufgaben gehören, sodass der Umgang mit der Hochvolttechnik von allen Auszubildenden im Kfz-Handwerk erlernt werden sollte. Entsprechend ist die neugeordnete Berufsausbildung zum Kfz-Me-

chatroniker/zur Kfz-Mechatronikerin so ausgerichtet, dass bestimmte Inhalte im Zusammenhang mit der Elektromobilität für alle Schwerpunkte relevant sind und darüber hinaus auch für alle fahrzeugtechnischen Berufe implementiert werden (man denke an die zunehmende Verbreitung der Pedelecs und E-Bikes sowie die Durchdringung in der Land- und Baumaschinentechnik).

Entscheidend für die Berücksichtigung in den Ordnungsmitteln waren nicht der technologische Entwicklungsstand und das Wissen um die Hochvolttechnik (HV) – dies hätte zu einer Überfrachtung des Berufsbildes geführt. Stattdessen ging es darum, den Kompetenzanforderungen bei der Ausübung des Berufes so zu begegnen, dass diese mit einer beruflichen Erstausbildung ohne zusätzliche Anpassungsqualifizierung zu erfüllen sind (vgl. BECKER 2012). Seitdem die Bundesregierung politische Zielsetzungen für die Einführung der Elektromobilität mit politischen Programmen und Projektinitiativen unternimmt (vgl. BECKER 2010), entstehen zugleich vielfältige Qualifizierungsinitiativen, die zu einem großen Teil – so muss konstatiert werden – nach dem Gießkannenprinzip Angebote für die E-Mob-Qualifizierung entwickelt haben und anbieten und dabei die Unsicherheit in den Betrieben und Ausbildungsinstitutionen hinsichtlich des tatsächlich notwendigen Qualifizierungsbedarfs ausnutzen (vgl. BECKER/SPÖTTL 2012). So zeigte eine Untersuchung im Auftrag des BIBB, die sogenannte QuEle-Studie, dass als Basis für Qualifizierungsinhalte beinahe ausschließlich berufsgenossenschaftliche Vorstellungen über notwendige Inhalte verwendet werden und so ausgehend von elektrotechnischen Grundlagen recht unreflektiert Elemente der Arbeitssicherheit als Qualifizierungsinhalte in den Vordergrund rücken, die in anderen beruflichen Zusammenhängen für „Elektrofachkräfte“ relevant sind (vgl. ebd.). Jedoch legt nicht zuletzt der Zentralverband des Kraftfahrzeuggewerbes (ZDK) großen Wert darauf, dass es bei der Arbeit

an Fahrzeugen nicht um elektrotechnische Arbeiten oder dergleichen geht, sondern um das fachkundige Arbeiten an Hochvoltssystemen im Fahrzeug. Sicherlich sind in diesem Zusammenhang auch Kompetenzen erforderlich, für die Kenntnisse der Elektrotechnik notwendig sind; allerdings reichen diese nicht über das hinaus, was bereits in der Ausbildung verankert ist und in den Betrieben verlangt wird. Auch Lehrkräfte wurden und werden in nicht unerheblichem Umfang mittels entsprechender Lehrgänge qualifiziert, die allein auf Aspekte der Arbeitssicherheit und der elektrotechnischen Grundlagen ausgerichtet sind und übertragen solche Ansätze auf den beruflichen Unterricht. Dabei bleiben oft insbesondere Impulse für didaktische Innovationen auf der Strecke. So bleibt die Frage offen, was genau zum Gegenstand des Unterrichts gemacht werden sollte.

### ANGESTREBTE QUALIFIKATIONSNIVEAUS

Ziel der Berufsausbildung mit Bezug zur Elektromobilität ist das Erreichen bestimmter Qualifikationsniveaus, die einerseits in der berufsgenossenschaftlichen Informationsschrift BGI/GUV 8686 beschrieben sind (vgl. Tab. 1) und die andererseits fachgerechte Service-, Reparatur-, Diagnose- und Installationsarbeiten sicherstellt. Die BGI 8686 soll ausgehend von den Ergebnissen und Erfahrungen des Neuordnungsverfahrens in Abstimmung mit dem ZDK und der Automobilindustrie noch entsprechend überarbeitet werden. In der BGI wird prinzipiell zwischen Arbeiten in der „Entwicklung und Fertigung“ (drei Qualifikationsstufen) und Arbeiten im Service an Serienfahrzeugen unterschieden. Wie im Einzelnen die Regelungen mit einer dabei verbundenen Verbindlichkeit aussehen werden, hängt nicht allein von der berufsgenossenschaftlichen Informationsschrift ab, sondern die Qualifikationsniveaus können in Abhängigkeit des einzelnen Betriebes oder auch der Berufsschule durch entsprechende Ausgestaltung der Ausbildung und des Unterrichts erreicht werden;

Ausbildungszeit	Feststellung der Qualifikation	Qualifikationsniveau
nach 3–6 Monaten	Protokoll zur Einweisung/alle fahrzeugtechnischen Berufe	Elektrisch unterwiesene Person (EuP) (vgl. BGI 8686, V, 1. und 2.)
nach 24 Monaten	gestreckte Abschlussprüfung, Teil 1/alle fahrzeugtechnischen Berufe	Fachkundiger für die Arbeit an HV-eigensicheren Fahrzeugen (vgl. BGI 8686, V, 3.1.)
nach 42 Monaten	gestreckte Abschlussprüfung, Teil 2/Kfz-Mechatroniker/-in – alle Schwerpunkte	Fachkundiger für die Arbeit an nicht HV-eigensicheren Systemen (vgl. BGI 8686, V, 3.2.)
nach 42 Monaten	gestreckte Abschlussprüfung, Teil 2/Kfz-Mechatroniker/-in – Schwerpunkt „System- und Hochvolttechnik“	Fachkundiger für die Arbeit an unter HV-Spannung stehenden Systemen im Fahrzeug (vgl. BGI 8686, V, 3.3.)

Tab. 1: Angestrebte Qualifikationsniveaus bei der Berufsausbildung zum Kfz-Mechatroniker/zur Kfz-Mechatronikerin

die Verantwortung dafür trägt die verantwortliche Elektrofachkraft im Betrieb bzw. die zuständige Schulbehörde. Wegen der Komplexität dieser Regelungsmöglichkeiten können an der Stelle dazu keine Ausführungen gemacht werden (vgl. dazu ENSMANN/EULER/EBER 2011). Insofern werden Orientierungen und keine verbindlichen Qualifikationsziele geboten (s. Tab. 1). Jedoch sichern die Kompetenzzielsetzungen im Rahmenlehrplan und die Beschreibungen der Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten im Ausbildungsrahmenplan das Erreichen dieser Zielsetzungen bei entsprechender unterrichtlicher Umsetzung in Verbindung mit einer geeigneten Ausbildungspraxis ab. Unterstützt wird diese Zielsetzung durch überarbeitete überbetriebliche Lehrgänge, in denen Inhalte der Elektromobilität entsprechend verankert wurden. Diese Konstellation spricht auch für eine Intensivierung der Lernortkooperation zwischen Berufsschule, Betrieb und überbetrieblicher Ausbildungsstätte, um das Vorgehen und die Möglichkeiten zur Zielerreichung aufeinander abzustimmen.

### ANREGUNGEN FÜR DEN UNTERRICHT

Der spiralcurriculare Aufbau der Lernfelder im neuen Rahmenlehrplan (vgl. RLP 2013, S. 6) spricht dafür, die Kompetenzentwicklung für die Elektromobilität ebenso in Lernaufgaben bzw. Lernsituationen zu entwickeln, die in den beruflichen Handlungsfeldern Service, Diagnose, Reparatur und Um- und Nachrüsten (Installationen) verankert sind. Dies stellt ein vollkommen anderes Vorgehen gegenüber einer thematischen Abarbeitung elektromobilitätsrelevanter Themen dar.

Vielmehr wird das Lernen aus relevanten Arbeitsprozessen heraus initiiert, organisiert und begleitet, sodass relevante Inhalte zu E-Mob mit erschlossen werden. Dadurch werden lehrgangsartige Vorgehensweisen vermieden. Am Beispiel des Lernfelds 1 „Fahrzeuge und Systeme nach Vorgaben warten und inspizieren“ festgemacht: Als Lernaufgabe könnte hier etwa das routinemäßige Feststellen des fehlerfreien Betriebs des HV-Systems und das Laden einer HV-Batterie im Rahmen einer Wartung zum Gegenstand des Unterrichts gemacht werden. Prinzipiell sollten also Besonderheiten des Arbeitens an Elektro- und Hybridfahrzeugen innerhalb von Lernaufgaben/Lernsituationen aufgehoben sein. Letztere sind mittels berufsdidaktischer Analysen inhaltlich zu bestimmen und dem Unterricht zugrunde zu legen (vgl. BECKER 2013). Für die Ausgestaltung des Unterrichts für die Lernfelder bis zur gestreckten Abschlussprüfung, Teil 1, können Anregungen gegeben werden (s. Tab. 2). Dabei ist die rechte Spalte nur als Hinweis auf mögliche Gegenstände der Lernaufgabe zu verstehen, ohne dass damit bereits tiefergehende didaktische Überlegungen verbunden wären. Die nicht explizit genannten Lernfelder können ebenso Bezüge zur Elektromobilität ausweisen, sind aber nicht ausdrücklich mit HV-relevanten Kompetenzzielsetzungen versehen und werden daher nicht in der Tabelle berücksichtigt. So sind z. B. Demontage- und Montagetätigkeiten – auch an HV-Systemen nach der Spannungsfrei-Schaltung – nicht von anderen Tätigkeiten dieser Art zu unterscheiden.

HV-spezifisches Kompetenzziel Rahmenlehrplan	HV-spezifische Anregung/Hinweise für Lernaufgabe/Lernsituation
<p><b>Lernfeld 1 und 5: Fahrzeuge und Systeme nach Vorgaben warten und inspizieren</b>  <b>Inspektionen und Zusatzarbeiten durchführen (Handlungsfeld: Service)</b></p> <p><i>LF 1: Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, Wartungs- und Servicearbeiten zur Funktions- und Werterhaltung an Fahrzeugen und berufstypischen Systemen nach herstellerbezogenen Standards und Kundenbedürfnissen durchzuführen und dabei standardisierte Pläne und einfache Regeln nach Vorgabe anzuwenden.</i></p> <p>... Sie identifizieren dabei Baugruppen und Bauteile, von denen besondere Gefahren ausgehen (Hochvoltsysteme, pyrotechnische Systeme, gesundheitsgefährdende, explosive, unter Hochdruck stehende Fluide). ...</p> <p>... Zur Durchführung der Servicearbeiten identifizieren sie die betrieblichen Qualitäts-, Arbeitssicherheits- und Unfallverhütungsvorgaben, um Gefahren für sich und andere zu erkennen und Fehler zu vermeiden. ...</p> <p><i>LF 5: Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, selbstständig Inspektionsarbeiten an Fahrzeugen und berufstypischen Systemen durchzuführen, erforderliche Zusatzarbeiten zu identifizieren und diese in Abstimmung mit den Regelarbeiten in den Arbeitsprozess einzubinden.</i></p>	<p>Durchführung einer Wartung an einem Elektrofahrzeug oder Hybridfahrzeug:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abstimmung der Arbeiten mit der verantwortlichen „Elektrofachkraft“</li> <li>- Sichtprüfung der spannungsführenden Leitungen und Anschlüsse</li> <li>- Fahrzeug spannungsfrei schalten, gegen Wiedereinschalten sichern, Spannungsfreiheit überprüfen und Arbeitsbereich sichern (planen und begleiten der Aufgabe)</li> <li>- Laden der HV-Batterie</li> <li>- Auslesen des Fehlerspeichers und Prüfen der Fehlerfreiheit der HV-Systeme</li> </ul> <p>Ziel des Unterrichts ist, im Zuge der Bearbeitung der Lernaufgaben das Qualifikationsniveau einer elektrisch unterwiesenen Person zu erreichen und den prinzipiellen Aufbau von HV-Systemen zu verstehen.</p>

HV-spezifisches Kompetenzziel Rahmenlehrplan	HV-spezifische Anregung/Hinweise für Lernaufgabe/ersituation
<p><b>Lernfeld 3: Funktionsstörungen identifizieren und beseitigen (Handlungsfeld: Diagnose)</b></p> <p><i>Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, Störungen an elektrischen, elektronischen, hydraulischen und pneumatischen Systemen zu identifizieren, Störungen systematisch zu beseitigen und die Funktion des Gesamtsystems sicherzustellen.</i></p>	<p>Vorbereiten eines Elektro- oder Hybridfahrzeugs für relevante Prüfungen im Falle einer Funktionsstörung des HV-Systems:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Fahrzeug für Messungen vorbereiten (5 elektrotechnische Regeln) und Werkzeuge und Betriebsmittel/Ausrüstung auswählen und bereitstellen</li> </ul>
<p>... Sie überprüfen aufgrund von Arbeitsaufträgen und Fehlerbeschreibungen elektrische und elektronische Systeme und schalten Hochvoltkomponenten frei (<i>Freischalten, gegen Wiedereinschalten sichern, Spannungsfreiheit sicherstellen</i>). ...</p> <p>... organisieren den Einsatz der Prüf- und Messgeräte in Hinblick auf einen fehlerfreien und sicheren Einsatz ...</p> <p>... Sie beachten die Unfallverhütungsvorschriften zur Vermeidung von Gefahren im Umgang mit elektrischem Strom und Gefahrstoffen. Sie wenden die elektrotechnischen Regeln zur sicheren Arbeit an Hochvoltssystemen an. Hierzu entwickeln sie Kriterien für den Einsatz von Prüfgeräten (<i>Sicherheitsausrüstung, Hochvoltspannungsprüfer, Durchgangsprüfer, Isolationsprüfer</i>) und erkennen die von elektrischen Speichern (<i>Kondensator, Hochvoltbatterien</i>) ausgehenden Gefahren. ...</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Überprüfen und Vorbereiten der Messsysteme für die Isolationsmessung und die Potenzialausgleichsmessung</li> <li>– Prüfung der Pilotlinie und der Isolationsüberwachung im Fahrzeug mittels Diagnosegerät</li> <li>– Vergleich von Soll- und Istwerten zu HV-Systemen aus Diagnosespeichern</li> </ul> <p>Zielsetzung ist, die Funktionsweisen von HV-Systemen zu verstehen, die Gefahren von defekten HV-Systemen einschätzen zu können und die Möglichkeiten der mess- und diagnosetechnischen Erfassung von Fehlern zu kennen und zu beherrschen.</p> <p>Es bietet sich hier auch an, die Identifikation von Störungen an der HV-Beleuchtungsanlage („Xenonlicht“) als Lerngegenstand zu nutzen.</p>
<p><b>Lernfeld 6: Funktionsstörungen an Bordnetz-, Ladestrom- und Startsystemen diagnostizieren und beheben (Handlungsfelder Diagnose und Reparatur)</b></p> <p><i>Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, Funktionsstörungen an Energieversorgungs-, Speicher- und Startsystemen unter Zuhilfenahme von Herstellerunterlagen und Diagnosegeräten zu diagnostizieren und diese zu beheben.</i></p> <p>... Sie wenden die herstellereigenen Sicherheits- und Prüfroutinen (<i>Freischaltung hochvolteigensicherer Fahrzeuge</i>) an und entwickeln eigene Prüfroutinen weiter. ...</p>	<p>Problemstellung aus dem Bereich des Ladens von Elektrofahrzeugen bzw. beim Laden der HV-Batterie systematisch unter Anwendung von Diagnosesystematiken lösen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Wiederholung und Vertiefung der Verfahren zur Freischaltung und Absicherung des Fahrzeuges nach Herstellervorschrift und entsprechend UVV</li> <li>– Durchführen der Isolationsmessung</li> <li>– Durchführung der Potenzialausgleichsmessung</li> <li>– Planung, Durchführung und Kontrolle des Austausches defekter HV-Teilsysteme (HV-Batterie, HV-Leitungen, HV-Leistungselektronik, HV-Nebenaggregate)</li> </ul> <p>Zielsetzung ist, Diagnosesystematiken für die Arbeit an HV-Systemen zu erkennen, zu entwickeln und zu routinisieren.</p>
<p><b>Lernfeld 8: Mechatronische Systeme des Antriebsmanagements diagnostizieren (Handlungsfeld: Diagnose)</b></p> <p><i>Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, Funktionsstörungen an komplexen Steuerungs- und Regelungssystemen der Antriebstechnik zu ermitteln und zu beseitigen.</i></p> <p>... Sie analysieren Funktionen und Funktionszusammenhänge einzelner Teilsysteme des Antriebs (<i>drehmomentgeführte Motormanagementsysteme von Otto- und Dieselmotoren, Hybridsysteme, elektrische Antriebsmaschinen, Getriebe, Kupplung</i>) und bestimmen die für das ordnungsgemäße Zusammenwirken der Teilsysteme relevanten Informationen und Signalverläufe. ...</p>	<p>Diagnoseaufgabe aus dem Bereich der Ansteuerung und Regelung eines Elektroantriebes bearbeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Probleme der Leistungsregelung mit Hilfe von Diagnosesystemen analysieren</li> <li>– Kundenbeanstandungen und Fehlerspeichereinträge analysieren, bewerten und davon ausgehend</li> <li>– notwendige Mess- und Analyseverfahren auswählen und anwenden (z. B. Signalübertragung zwischen Batteriemangement, Antriebssteuergerät und Leistungselektronik mit Diagnosesystemen oder Leistungsmessungen/berührungslose Strommessungen)</li> </ul> <p>Zielsetzung ist ein vertiefendes Verständnis des Zusammenwirkens der Einzelsysteme für die Gesamtfunktion und Regelung des Antriebs.</p>

Tab. 2: Anregungen zur Ausgestaltung des Unterrichts zum Erreichen HV-bezogener Qualifikationsniveaus

**LITERATUR**

BECKER, M. (2010): Elektromobilität und Beruf. In: lernen & lehren, 25. Jg., Heft 100, S. 162–167

BECKER, M. (2012): Wandel der Facharbeit im Berufsfeld Fahrzeugtechnik. In: berufsbildung, 66. Jg., Heft 135, S. 14 f.

BECKER, M. (2013): Arbeitsprozessorientierte Didaktik. In: bwp@, Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online, Ausgabe 24: Didaktik beruflicher Bildung

BECKER, M./SPÖTTL, G. (2012): Qualifizierungsinitiativen für die Elektromobilität im Kfz-Sektor (QuEle). Bonn: BIBB,

online unter [https://www2.bibb.de/tools/fodb/pdf/eb\\_32303.pdf](https://www2.bibb.de/tools/fodb/pdf/eb_32303.pdf) (Zugriff am 11.04.2014)

BGI/GUV-I 8686 (2012): Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltssystemen. Informationsschrift der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. Berlin: DGUV, April 2012

ENSMANN, R./EULER, S./EBER, C. (2011): Die verantwortliche Elektrofachkraft. VDE-Schriftenreihe – Normen verständlich, Band 135

RLP (2013): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Kraftfahrzeugmechatroniker und Kraftfahrzeugmechatronikerin. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 25.04.2013

# Facharbeit im Kontext von „Smart Grid“

Seitdem die Energieumwandlung aus Wind und Sonne eine systemrelevante Größe erreicht hat, ist der Begriff „Smart Grid“ (Intelligente Netze) technisch sowie gesellschaftlich eingeführt worden. Er gilt als Problemlösung für in der Hauptsache technische Anpassungen und Neuerungen, die aufgrund der volatilen Einspeisung von Photovoltaik- und Windkraftanlagen den Netzausbau und die Netzüberwachung betreffen. Im Beitrag wird das Themenfeld systematisiert, und es werden erste berufswissenschaftliche Ergebnisse qualitativ dargestellt.



AXEL GRIMM

## SMART GRID – NETZE DER ZUKUNFT

Die Bundesrepublik Deutschland ist in ein europaweites Verbundsystem der Energietechnik eingebunden. Konzipiert und dimensioniert wurden diese Netze als Übertragungs-, Verteilungs- und Versorgungsnetze auf jeweils unterschiedlicher Spannungsebene. Verbunden sind die unterschiedlichen Netzebenen durch Knotenpunkte (z. B. Umspannwerke), bei denen die Parameterveränderungen (z. B. Spannungshöhe) vorgenommen werden können. Gegenüber der vormals üblichen zentralen Energieerzeugung, die möglichst verbrauchernah z. B. in den Industriezentren des Ruhrgebietes durch Großanlagen und der eindimensionalen Verteilung aus dem Übertragungsnetz hin zum Versorgungsnetz konzipiert war, haben sich in jüngerer Zeit die Anforderungen an eine moderne Netztopologie für die Energieübertragung verändert. Auf die regionale Verortung von Off-Shore-Anlagen, die Zunahme von dezentral erzeugter Energie aus Biogas und Biomasse, die aufkommende Brennstoffzellentechnologie, die Windkraft allgemein und die erhebliche Zunahme der installierten Anlagenleistung von Photovoltaik (PV) hätte bereits mit einer neuen Netzstruktur reagiert werden müssen. Derzeit scheint die Optimierung der Energieverteilungsnetze vor einem Ausbau Priorität zu haben. Mit Smart Grids soll auf die zum Teil beträchtlichen Leistungsflüsse, die durch die volatilen, regenerativen Energieerzeuger ins Netz gespeist werden, zumindest mittelfristig reagiert werden.

Ein Smart Grid verbindet alle Akteure des Energiesystems zusätzlich über ein Kommunikationsnetzwerk miteinander. Die gesteuerte dezentrale Einbindung von Energieerzeugern wird dadurch ermöglicht. Anlagen zur Elektroenergieerzeugung, die Verbraucher und Speichertechnologien kommunizie-

ren über ein Informations- und Kommunikationsnetz miteinander, mit dem Ziel, ein energie- und kosteneffizientes Gleichgewicht sowie eine Entlastung der Verteilungsnetze herzustellen. Ein derartiges wirkungsvolles Energiemanagement soll eine nachhaltige, wirtschaftliche und sichere Elektrizitätsversorgung gewährleisten.

Parallel werden Entwicklungen hin zu mehr Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ) vorangetrieben, um die volatile Energie aus dem Norden zu den großen industriellen Verbrauchern im Süden über die weiten Strecken möglichst verlustarm voranzutreiben.

## PROBLEM DER NETZSTABILITÄT

Die konventionelle Energieumwandlung in Kohle-, Wasser- und Kernkraftwerken, bei denen die Energieumwandlung mit Generatoren erfolgt, stand bis etwa zur Jahrtausendwende als Garant für die Stabilität der Energieverteilungsnetze. Die großen rotierenden Umformer mit dem einfachen Zusammenhang „Netzfrequenz (f) = Polpaarzahl (p) • Antriebsdrehzahl (n)“ erzeugten je nach Bauform z. B. bei einer Polpaarzahl von  $p = 10$  und einer Antriebsdrehzahl  $n = 300$  1/min eine Wechselspannung mit einer Frequenz von 50 Hz. Die Energieversorgungsunternehmen stellten sicher, dass die zur Verfügung stehende Energie nahezu identisch an die Energieanforderungen der Kunden angepasst wurde. Unterschiedliche Kraftwerkstypen konnten hierfür unterschiedlich schnell auf das Anforderungsprofil der Verbraucher reagieren. Die Grundlast wird mit Kern- und Kohle- sowie Laufwasserkraftwerken erzeugt, da sie einer zeitlich längeren Regelung unterliegen. Spitzenlastkraftwerke wie beispielsweise Öl- oder Gaskraftwerke verfügen über schnellere Regelungszeiten und können

dadurch Lastspitzen abfangen. Die Anforderungsprofile wurden analysiert und so entwickelt, dass vorausschauend der jeweilige Bedarf im Vorfeld relativ genau bekannt war.

Die Relation zwischen der erzeugten Energie und der abgenommenen Energie ist ein Qualitätsindikator für die Netzstabilität. Da das Verbundnetz selbst elektrische Energie nicht speichern kann, verändert sich die Netzfrequenz nach der Bedarfslage. Wird mehr Energie erzeugt, als durch die Verbraucher abgenommen werden kann, kommt es zu einer Erhöhung der Netzfrequenz; bei einem Unterangebot und einer erhöhten Nachfrage sinkt die Netzfrequenz. Diese ständigen Schwankungen der Netzfrequenz bewegen sich normalerweise in einem minimalen Bereich um den Nennwert der Netzfrequenz von 50,00 Hz.

Aus der Zunahme und regionalen Verortung der elektrischen Energiewandlung aus Sonne und Wind sind nun Probleme entstanden, die ein neues Netzmanagement nach sich zogen. Bis vor etwa einem Jahrzehnt war der Anteil der volatilen, aus Wind und Sonne erzeugten Energie so gering, dass das Netzmanagement auf Schwankungen der erzeugten Energie rechtzeitig reagieren konnte. Seit einigen Jahren – forciert durch das Inkrafttreten des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahre 2000 und die politische Entscheidung zum Atomausstieg als Reaktion auf die Nuklearkatastrophe von Fukushima (Japan) im März 2011 – stellt aber der Anteil eine systemrelevante Größe dar. Die Windenergie trug 2012 mit 8,1 Prozent zur Bruttostromerzeugung bei; die Photovoltaik hat einen Anteil von 4,2 Prozent (STATISTISCHES BUNDESAMT 2013). Kommt es nun aufgrund von Wetterveränderungen zu kurzfristigen Produktionsspitzen oder Produktionsausfällen, hat dies Auswirkungen auf die Netzfrequenz. Ein weiteres Problem besteht darin, dass i. d. R. die durch die Photovoltaik erzeugte Energie in das Nieder- und Mittelspannungsnetz eingespeist wird. Bei Photovoltaik-Kleinanlagen wird direkt über den Hausanschluss in die Niederspannungsnetze eingespeist. Ursprünglich handelt es sich hierbei aber um reine Energieverteilungsnetze, die dementsprechend ausgelegt waren. Der Starklastfall für die Auslegung der Netze bezog sich auf energiereiche Wintermonate und nicht auf sonnenreiche Sommermonate und einer hohen Anlagendichte an Photovoltaik, bei der inzwischen durch den Rückspeisefall höhere Netzbelastungen als im vorgesehenen Starklastfall auftreten können. Hinzu kommt, dass bei hoher Sonneneinstrahlung eher we-

Höhere  
Netzbelastung

nige private Verbraucher zeitgleich betrieben werden. Die Hauptlastzeiten privater Verbraucher sind eher in den Abendstunden zu finden. Daher muss die solarerzeugte Energie in das Mittel- oder sogar in das Hochspannungsnetz rückgespeist werden. Fragen der maximalen Netzauslastung sind daher auf allen Verteilungsebenen zu berücksichtigen.

## FORSCHUNGSFELD „SMART GRID“

### Systematisierung des Forschungsfeldes

Mit dem Forschungsfeld „Smart Grid“ ist nicht nur der Ausbau des Energienetzes um eine informationstechnische Infrastruktur angesprochen, sondern die Entlastung des bestehenden Energieverteilungsnetzes auf unterschiedlichen Ebenen. Für die Systematisierung kann ein Drei-Ebenen-Modell herangezogen werden.

- Auf der Ebene 1 sollen auf der Grundlage einer engen Begriffsinterpretation Maßnahmen der direkten Einflussnahme auf das Energieverteilungsnetz zusammengefasst werden, beispielsweise die 50,2-Hertz-Problematik, „SmartRegion Pellworm“, der Einsatz intelligenter Messsysteme („Smart Metering“), die Integration von dezentralen Speichersystemen (Elektrodenheizkessel der Stadtwerke Flensburg, Batteriesysteme für Photovoltaikanlagen).
- Auf der Ebene 2 erfolgt eine weite Begriffsinterpretation, die in der Hauptsache die Entwicklungen, die im Zusammenhang mit dem Aufbau und der Integration dezentral erzeugter regenerativer Energie stehen, analysiert (Installation von Photovoltaikanlagen, „E-Check PV“).
- Auf der Ebene 3 sind unter der Maßgabe einer offenen Begriffsinterpretation all die Dinge subsummiert, die mit der Energieeinsparung und dem Energiemanagement in Verbindung zu bringen sind, da durch derartige Maßnahmen das Energienetz am nachhaltigsten entlastet wird (Energieeffizienz durch Energiemonitoring, Einsatz von energiesparenden Leuchtmitteln).

### Zur 50,2-Hertz-Problematik

Die schon beschriebene Balance zwischen Erzeugern und Verbrauchern, die benötigt wird, um die Netzfrequenz stabil bei 50 Hz halten zu können, führte in der Vergangenheit bei Photovoltaikanlagen zu einer einfachen Regelung, die allerdings nun, da die

*weiter auf Seite 111*

## KURZ NOTIERT

**Duale Berufsausbildung mit Zusatzqualifikationen verbessert Karrierechancen**

Vor fehlendem Nachwuchs in der dualen Berufsausbildung wird zurzeit all-erorts gewarnt. „Um den drohenden Fachkräftemangel abzumildern, müs-sen wieder mehr junge Menschen den Weg in eine duale Ausbildung einschlagen“, betont Friedrich Hubert Esser, Präsident des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB). „Dazu brau-chen junge Leute attraktive Angebote und vielversprechende Beschäfti-gungs- und Aufstiegsmöglichkeiten in der beruflichen Bildung. Eine duale Berufsausbildung mit Zusatzquali-fikationen stellt ein solches Ange-bot dar.“ Sie bietet Auszubildenden die Möglichkeit, neben dem Berufsabschluss weitere Qualifikationen wie zum Beispiel Fremdsprachenzertifikate zu erwerben. Einige Berufsausbildungen können zudem mit Teilleistungen von Aufstiegsfortbil-dungen zum Fachwirt oder Meister kom-biniert werden. „Den Qualifizierungsan-geboten müssen aber auch entsprechende Beschäftigungs- und Einkommenschancen in den Unternehmen gegenüberstehen“, so Esser weiter.

Einen bundesweiten Überblick über An-gebote der dualen Berufsausbildung mit Zusatzqualifikationen bietet die Daten-bank „AusbildungPlus“ des BIBB – beru-hend auf freiwilligen Anbieterangaben. 2013 waren in der Datenbank rund 2.300 Zusatzqualifikationen mit insgesamt rund 85.000 teilnehmenden Auszubildenden verzeichnet. Weitere Informationen unter [www.ausbildungplus.de](http://www.ausbildungplus.de)

## INTRO

Fußball – Fußball – Fußball ... Vier Wochen lang bestimmte die Fußball-Weltmeisterschaft die Schlagzeilen in Presse, Hörfunk und Fernsehen. Verkürzte Nächte, Schlafmangel, viereckige Augen, Mit-feiern, -feiern und auch -leiden. Ergebnis: Deutschland ist zwar nicht mehr Papst, dafür aber nach vierundzwanzig Jahren endlich wieder Fußballweltmeister!

Langsam kommt der Alltag zurück, die Fähnchen verschwinden nicht nur von den Straßen, sondern auch von und aus den Autos; jetzt kon-zentriert man sich lieber auf den begonnenen oder bevorstehenden Urlaub. Die Temperaturen zumindest erinnern ja noch eine Weile lang an die Fußball-WM in Brasilien. Übrigens findet die Weltmeis-terschaft der Berufe im nächsten Jahr – die WorldSkills 2015 – eben-falls in Brasilien in São Paulo statt. In diesem Sinne: schönen Urlaub und gute Erholung!

*Michael Sander*

<http://bildungsklick.de/pm/91809/duale-berufsausbildung-mit-zusatzqualifikation-verbessert-karrierechancen/>

**Berufsbildungsmaßnahmen und Arbeitsmarktdienstleistungen an Berufsschulen**

Der Vorstand des Bundesverbandes der Träger beruflicher Bildung (BBB) hat sich auf seiner letzten Sitzung zum wiederhol-ten Male mit den staatlichen Berufsschulen beschäftigt, die vielerorts in die aktive Arbeitsmarktpolitik drängen und Qualifi-zierungsmaßnahmen und Arbeitsmarkt-dienstleistungen anbieten wollen.

Vor mehreren Wochen hat er sich diesbe-züglich an die Bundesarbeitsministerin gewandt und dabei deutlich gemacht, dass er darin einen eklatanten Verstoß ge-gen das Gebot der Subsidiarität und auch gegen die Chancengleichheit im Wettbe-werb sieht. Bei einem mittlerweile auf

Ende Juli terminierten Gespräch mit der Spitze des BMAS wird diese Frage eine große Rolle spielen. Wenn ein Träger Qua-lifizierungsmaßnahmen und Arbeitsmarkt-dienstleistungen durchführen will, muss er sich im Vorfeld in einem komplizierten und aufwändigen Verfahren nach einer Zu-lassungsverordnung (AZAV) zertifizieren lassen. Er muss dabei ein Qualitätssiche-rungssystem, die regelmäßige Qualifizie-rung der Mitarbeiter, ein entsprechendes Leitbild und vieles mehr nachweisen. Die Berufsschulen versuchen, über die Kul-tusministerien ein solches Verfahren zu umgehen beziehungsweise mit Sonderre-gelungen dieses Verfahren zu vermeiden. Berufsschulen können so konkurrenzlos kostengünstige Angebote machen, denn Infrastruktur und Personal sind staatlich finanziert.

<http://bildungsklick.de/pm/91847/berufsbildungsmassnahmen-und-arbeitsmarkt-dienstleistungen-an-berufsschulen/>

## WAS UND WANN?

18. gtw-Herbstkonferenz 2014 „Wandel der Erwerbsarbeit – Berufsbildgestaltung und Konzepte für die gewerblich-technischen Didaktiken“ – Arbeitsgemeinschaft gewerblich-technische Wissenschaften und ihre Didaktiken (gtw) in der Gesellschaft für Arbeitswis-senschaft (GfA). [www.gtw-konferenz.de/](http://www.gtw-konferenz.de/)

1.10.2014 bis 2.10.2014  
in Aachen

BIBB-Kongress „Attraktivität der beruflichen Bildung durch Qualitätssicherung“ – DEQA-VET – Bundesinstitut für Berufsbildung. [www.deqa-vet.de/veranstaltung/programm.php](http://www.deqa-vet.de/veranstaltung/programm.php)

1.10.2014 in Bonn

Ausbildertagung 2014 in Stuttgart – Smadias – Deutsche Ausbilderakademie

<http://2014.smadias.de/ausbildertagung/>

5.11.2014 in Stuttgart

„Digital und vernetzt: Lernen heute – Gestaltung von Lernumgebungen mit digitalen Me-dien unter entgrenzten Bedingungen“ – Herbsttagung der Sektion Medienpädagogik der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft

<http://herbsttagung-mp-dgfe14.phil.uni-augsburg.de/>

13. bis 14.11.2014 in Augsburg

## AUS DEN HOCHSCHULEN

### Durchlässigkeit zwischen beruflicher und hochschulischer Bildung durch Kooperationen stärken – Abschlusskonferenz der Pilotinitiative ANKOM in Berlin

Kooperationen zwischen Hochschulen und Einrichtungen der beruflichen Bildung tragen dazu bei, die Durchlässigkeit zwischen der beruflichen und hochschulischen Bildung zu erhöhen.

Gemeinsam entwickelte Informations- und Beratungsangebote bie-

ten beruflich Qualifizierten wertvolle Unterstützung im Übergang von der beruflichen in die hochschulische Bildung. Besonders vielversprechend sind abgestimmte Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen, bei denen eine Fortsetzung des Bildungsweges an der Hochschule auch über den Lehrplan vorbereitet wird. „Die Durchlässigkeit zwischen beruflicher und hochschulischer Bildung zu verbessern, ist eine der zentralen bildungspolitischen Aufgaben der kommenden Jahre“, betont BIBB-

Präsident Friedrich Hubert Esser. Sie könne erfolgreich gestaltet werden, wenn berufliche und hochschulische Bildung miteinander kooperieren. „Die gegenseitige Anrechnung von Lernleistungen fördert darüber hinaus eine Kultur der gegenseitigen Wertschätzung zwischen beruflicher und hochschulischer Bildung.“

<http://bildungsklick.de/pm/91658/durchlaessigkeit-zwischen-beruflicher-und-hochschulischer-bildung-durch-kooperationen-staerken/>

## AUS DEN BUNDESLÄNDERN

### BERLIN

#### Ergebnisse einer Gesundheitsbefragung am OSZ IMT liegen vor

In der Zeit vom 28.2.2014 bis 03.04.2014 fand am Oberstufenzentrum Informations- und Medizintechnik (OSZ IMT) eine Befragung zu den Gesundheitsressourcen der Beschäftigten statt. Ziel dieser freiwilligen Befragung war eine Standortbestimmung der Schule unter gesundheitlichem Aspekt und die Ableitung von Maßnahmen der Schulentwicklung. Genutzt wurde das Programm „Denkanstöße!“ vom Institut Coping Psychologische Diagnostik und Personalentwicklung unter der Leitung

von Prof. (em.) Schaarschmidt und Dr. Fischer, da hier sowohl eine personenbezogene Einschätzung der eigenen Ressourcen vorgenommen werden konnte als auch gleichzeitig eine Beurteilung der schulischen Arbeitsbedingungen (siehe hierzu auch die Buchrezension in dieser Ausgabe der BAG aktuell).

Neben einem persönlichen Auswertungsprofil, das jede teilnehmende Kollegin, jeder teilnehmende Kollege unmittelbar im Anschluss an die Befragung erhalten hat, liegt jetzt auch der Auswertungsbericht für die gesamte Schule vor. Aufgearbeitet wurden diese Ergebnisse von Matthias Döbler, Naimy Meschko, Liane Mohr und Tim Tenbusch. Sie wurden

sowohl vor der erweiterten Schulleitung als auch vor interessierten Kollegen präsentiert. Neben Klaus Schulz, dem stellvertretenden Vorsitzenden des Vereins Modul e. V., waren bei der Präsentation jeweils Frau Renz als kommissarische Leiterin des schulpsychologischen Beratungszentrums für Berufsschulen und Frau Junggebauer als Koordinatorin für Gesundheit für die berufsbildenden Schulen von der Senatsbildungsverwaltung anwesend.

Für alle Interessierten hat das OSZ IMT die Ergebnisse unter <http://www.oszimt.de/service/meldungen/news-reader/news-homepage/article/ergebnisse-der-gesundheitsbefragung.html> zur Verfügung gestellt.

## FÜR SIE GELESEN

### U. Schaarschmidt und A. W. Fischer: Lehrgesundheit fördern – Schulen stärken – Ein Unterstützungsprogramm für Kollegium und Leitung

Das Buch knüpft an die Publikationen zur Potsdamer Lehrerstudie an. Während diese Publikationen vor allem der gründlichen Zustandsanalyse und der Ableitung genereller Schlussfolgerungen für die Verbesserung der gesundheitlichen Situation im Lehrerberuf dienen, geht es in dem nun vorliegenden Buch um die Frage, was Schulleitung und Kollegium vor Ort und aus eigener Kraft tun können, um auf gesundheitsförderliche Arbeitsverhältnisse Einfluss zu nehmen.

Und alles weist darauf hin, dass in diesem Bereich erhebliches Potential an vielen Schulen besteht. Für dessen ge-

zielte Nutzung wird ein konkretes Unterstützungsangebot in Form des Programms „Denkanstöße!“ unterbreitet. Mit Hilfe des Programms können unter Mitwirkung aller Beteiligten Ressourcen und Veränderungsbedarf erkannt und darauf aufbauend verschiedene Wege der Intervention besprochen werden. Sie reichen von der Arbeits- und Organisationsgestaltung über die individuelle Beratung bis zum Gruppentraining mit den Schwerpunkten Selbstmanagement und Kommunikation. Die Darstellung des Trainingsprogramms macht einen wesentlichen Teil des Buches aus.

Für das Buch kommt ein breiter Adressatenkreis in Frage. Zunächst einmal sind das die Leitungen und Kollegien der Schulen, die mit dem Programm „Denkanstöße!“ arbeiten wollen. Darüber hinaus

richtet es sich an alle, die mit Schule im Allgemeinen und Lehrerarbeit im Besonderen zu tun haben, also generell an Lehrerinnen und Lehrer, an Schulleitungen, an Lehrerbildner, Schulpsychologen, Verantwortliche in den Bereichen von Schulpolitik, Schulverwaltung, Lehrerwerkschaften und -verbände, und nicht zuletzt auch an Referendare und Lehramtsstudierende. Das Buch ist auch als E-Book erhältlich. Es kann über Beltz und den Buchhandel bezogen werden.

[www.ichundmeineschule.eu/index.php?neuigkeiten](http://www.ichundmeineschule.eu/index.php?neuigkeiten).

Siehe hierzu auch den Beitrag „Ergebnisse einer Gesundheitsbefragung am OSZ IMT liegen vor“ in dieser Ausgabe der BAG aktuell.





# 25. Fachtagung

DER BAG ELEKTROTECHNIK, INFORMATIONSTECHNIK,  
METALLTECHNIK, FAHRZEUGTECHNIK

AM 19. UND 20. MÄRZ 2015



Im Rahmen der 18. Hochschultage Berufliche Bildung an der Technischen Universität Dresden

## Bedeutungsverlust oder Imagegewinn?

### Wandel der elektro- und metalltechnischen Aus- und Weiterbildung

#### CALL FOR PAPERS

Berufsfähigkeit ist gemeinsames Ziel beruflicher und beruflich-akademischer Bildung. Doch beobachtet man derzeit einen Konkurrenzkampf allgemeiner und beruflicher Bildungssysteme – nicht zuletzt aufgeheizt durch die Vorstellungen der OECD von einer substantiellen Bildungspolitik, in der sich die berufliche und akademische Bildungssysteme in den Dimensionen „Komplexität“ und „Tiefe“ scheinbar diametral gegenüberstehen und die das Potential hat, die Facharbeit zu erodieren. In diese Situation greift das Papier des Wissenschaftsrates „Empfehlungen zur Gestaltung des Verhältnisses von beruflicher und akademischer Bildung“ ein, indem es den Fokus auf „hybride“ Bildungsgänge sowohl in akademischen als auch beruflichen Systemen lenkt.

Auf der 25. BAG-Fachtagung im Rahmen der 18. Hochschultage Berufliche Bildung wollen wir diesen Faden aufgreifen. In Fachvorträgen und Arbeitskreisen werden wir der Frage nachgehen, wie sich moderne berufliche Bildungsgänge und Unterrichte in den Fachrichtungen Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik gestalten lassen, um dem Ziel einer anspruchsvollen, sich in der beruflichen Praxis bewährenden und umfassenden Bildung gerecht zu werden. Erst durch eine angemessene und allgemeine Wertschätzung beruflicher Bildung wird die Vision einer Gleichwertigkeit beruflicher und allgemeiner Bildung auch Platz greifen, beginnend von der Berufsorientierung über die berufliche Aus- und Weiterbildung bis hin zur anschließenden oder integrierten akademischen Bildung.

Die berufliche Bildungsarbeit in unseren Fachrichtungen transparent, nachvollziehbar und in ihren Ergebnissen über die unmittelbaren Protagonisten der Berufsbildung hinaus erfahrbar zu machen, soll ein Ziel dieser Fachtagung sein.

Bitte melden Sie uns Ihre Beiträge, die sich in unseren Berufsfeldern mit Fragestellungen

- der unterstützten (assistierten) Ausbildung,
- des Erfahrungslernens sowie der kognitiven Förderung im Fachunterricht,
- moderner Ansätze anspruchsvoller dualer Ausbildung und ihrer Problematik der zu geringen Wertschätzung,
- der gesellschaftlichen Anforderungen an berufsbildende Schulen und Berufskollegs,
- dualer Studiengänge, die Berufsausbildung und Studium integrieren und nicht zuletzt
- der Perspektiven sowohl nach erfolgter Aus- und Weiterbildung als auch nach Ausbildungs- und Studienabbruch auseinandersetzen.

#### ANMELDUNG VON BEITRÄGEN

Die Veranstalter bitten um die Anmeldung von Beiträgen aus Betrieben, Schulen, Hochschulen und Projekten, die sich dem Thema der Fachtagung widmen oder in einem engen Zusammenhang dazu stehen. Dabei sollen möglichst Bezüge zur elektro-, informations-, metall- oder fahrzeugtechnischen Berufsbildung vorhanden sein. Die Anmeldung soll auf ca. einer Seite mit einer knappen Darstellung der Fragestellung bzw. des Gegenstands Ihres Beitrags und der zu präsentierenden Ergebnisse erfolgen (Abstract).

Geben Sie bei Ihrem Beitrag bitte an, ob es sich um einen Forschungs-, Konzept- oder Praxisbeitrag handelt. Darüber hinaus sind die Referenten und ein Hauptansprechpartner mit Tel.-Nr. und E-Mail-Adresse sowie einem kurzen biographischen Hinweis zur Person zu nennen. Mit Ihrem Beitrag sollten Sie sich auf ca. **20 Minuten Vortrag** und **10 Minuten Diskussion** einstellen.

**ANMELDUNGEN ERFOLGEN ONLINE ÜBER FOLGENDE WEB-SITE:** [www.bag-elektrometall.de](http://www.bag-elektrometall.de)

Anmeldeschluss für die Einreichung von Beiträgen ist der 31. Dezember 2014.

#### Kontakt:

BAG Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik e. V.  
Ulrich Schwenger

Schloss-Wolfsbrunnenweg 1 • 69117 Heidelberg • Tel.: (06221) 9 15 80 53

## BAG IN KÜRZE

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

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

Eine mittlerweile traditionelle Aufgabe der Bundesarbeitsgemeinschaften ist es, im zweijährlichen Turnus die Fachtagungen Elektrotechnik und Metalltechnik im Rahmen der HOCHSCHULTAGE BERUFLICHE BILDUNG zu gestalten und so einer

breiten Fachöffentlichkeit den Blick auf Entwicklungstendenzen, Forschungsansätze und Praxisbeispiele in den Feldern der elektrotechnischen sowie metalltechnischen Berufsbildung zu öffnen. Damit geben sie häufig auch Anstöße, Bewährtes zu überprüfen und Neues zu wagen.

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

## BAG IN IHRER NÄHE

Baden-Württemberg	Ulrich Schwenger	schwenger@bag-elektrometall.de
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](http://www.bag-elektrometall.de/pages/BAG_Beitritt.html)

[www.bag-elektrometall.de](http://www.bag-elektrometall.de)  
[kontakt@bag-elektrometall.de](mailto: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](mailto:kontakt@bag-elektrometall.de)

Redaktion Michael Sander  
Layout Brigitte Schweckendieck  
Gestaltung Winnie Mahrin

Technik einen systemrelevanten Einfluss besitzt, zu Problemen in der Stabilität, Sicherheit und Versorgung führen kann. Vormalig ist eine relativ einfache Regelung der Wechselrichter vorgesehen gewesen. Bei einem Übersteigen der Netzfrequenz über 50,2 Hz ist die Photovoltaikanlage vom Netz genommen worden, da zu viel produziert und nicht genug abgenommen wurde. Dies wurde in der Richtlinie „Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz“ geregelt. Die damals vorgeschriebene harte Trennung vom Netz kann nun für die Netzstabilität problematisch sein. Werden mehrere Gigawatt Solarenergie gleichzeitig vom Netz getrennt, könnte dies wiederum zu einer relevanten Absenkung unter die 50 Hertz Netzfrequenz führen. Gerät das Netz aufgrund von Ausgleichsmaßnahmen ins Schwingen, besteht die Möglichkeit von Ausfällen, sogenannten Blackouts.

Die Sensibilität für und die Bedeutung der Thematik veranschaulicht die Reglementierung durch die Vorschriften. Für den Übergang von der VDE 0126-1-1, mit der schon beschriebenen Trennung vom Netz, hin zur „Anwendungsregel Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz“ (E-VDE AR-N 4105, gültig seit 01.01.2012) sind für mehrere Monate (Mai bis Dezember 2011) eigens Übergangsregelungen getroffen worden. Die Übergangsregelung für Neuanlagen im besagten Zeitraum sah beispielsweise eine Änderung der Abschaltgrenze auf einen anderen Wert im Bereich zwischen 50,3 Hertz und 51,5 Hertz vor. Die VDE-Anwendungsregel legt zunächst grundsätzliche Anforderungen an eine sogenannte „symmetrische Drehstromspeisung“ von Erzeugungsanlagen, insbesondere mit Blick auf Umrichter basierte Erzeugungsanlagen, fest. Für Wechselrichter von Photovoltaikanlagen bedeutete dies, dass für unterschiedliche Fälle von Frequenzanhebungen unterschiedliche Maßnahmen vorgesehen wurden. Bis zu einer Frequenzanhebung von 50,2 bis 51,5 Hertz reduzieren die Wechselrichter die eingespeiste Leistung mit einem Gradienten von 40 Prozent pro Hz. Die komplette Netztrennung ist erst bei 51,5 Hertz vorgesehen. Führt eine Leistungsreduktion zur Stabilisierung der Netzfrequenz, darf ab 50,5 Hz wieder eine langsame Anhebung der Einspeisung vorgenommen werden. Da auch bestehende Anlagen vor Inkrafttreten der Anwendungsregel einen erheblichen Einfluss ausüben, trat die Systemstabilitätsverordnung – SysStabV am 20.07.2012 in Kraft. Diese regelt die Nachrüstung bestehender Anlagen.

## Facharbeit im Rahmen der 50,2-Hertz-Problematik

Aus der 50,2-Hertz-Problematik generiert sich ein Aufgabenfeld für die Elektrofacharbeit. Die Systemstabilitätsverordnung schreibt eine allgemeine Nachrüstpflicht ohne Bestandsschutz für die Wechselrichter vor. Schätzungen gehen von etwa 300.000 Photovoltaikanlagen aus, bei denen ca. 1.000.000 Wechselrichter innerhalb der nächsten Jahre angepasst werden müssen. Im § 8 „Durchführung der Nachrüstung; Fristen“ der Verordnung zur Gewährleistung der technischen Sicherheit und Systemstabilität des Elektrizitätsversorgungsnetzes (Systemstabilitätsverordnung – SysStabV) ist geregelt, bei welchen Anlagen einer Nachrüstung erfolgen muss:

### Wechselrichter von Anlagen

1. mit einer installierten maximalen Leistung von mehr als 100 Kilowatt sind bis zum 31. August 2013 nachzurüsten,
2. mit einer installierten maximalen Leistung von mehr als 30 Kilowatt sind bis zum 31. Mai 2014 nachzurüsten,
3. mit einer installierten maximalen Leistung von mehr als 10 Kilowatt sind bis zum 31. Dezember 2014 nachzurüsten.

### Eigene Übergangsregelungen

Die Verteilnetzbetreiber, bei denen die jeweiligen PV-Anlagen registriert sind, schreiben die Anlagenbetreiber an. Anhand eines Rückmeldebogens wird das weitere Vorgehen koordiniert. Der Verteilnetzbetreiber legt in Abstimmung mit dem Übertragungsnetzbetreiber die Art der Umrüstung fest. Hierbei spielt der Wechselrichtertyp eine entscheidende Rolle. Den Wechselrichtern wird entweder eine stufenweise Drosselung der Einspeiseleistung einprogrammiert oder sie erhalten eine randomisierte Abschaltfrequenz zugewiesen. Für die Facharbeit bedeutet die Umstellung bzw. Umrüstung ein Update der Software, eine Umparametrierung der Software oder einen Austausch von Baugruppen. Die Verteilnetzbetreiber veranlassen gegebenenfalls durch Betriebe des Elektrohandwerks die Umrüstung. Die Nachrüstung darf nur durch „eine Elektrofachkraft nach DIN VDE 1000-10 (VDE 1000-10):2009-015, die

1. als Installateurin oder Installateur oder Angestellte oder Angestellter eines Installationsunternehmens in das Installateurverzeichnis eines Betreibers von Elektrizitätsverteilernetzen eingetragen ist, oder

2. Angestellte oder Angestellter oder Beauftragte oder Beauftragter von Wechselrichterherstellern ist“ (SysStabV), geschehen.

Derzeit werden bereits Schulungen z. B. „50,2-Hz-Installateur-Schulung – Qualifizierung zur Nachrüstung bestimmter Wechselrichter-Typen“ (BUNDESVERBAND SOLARWIRTSCHAFT O. J.) angeboten.

Für die Facharbeit bedeutet die Umrüstung ein eher informationstechnisches Aufgabengebiet, das die Diffusion fachlicher Expertisen bei neuen Technologien aufzeigt.

## AUSGEWÄHLTE BEISPIELE BERUFSWISSENSCHAFTLICHER UNTERSUCHUNGEN IM BEREICH „SMART GRID“

### „SmartRegion Pellworm“ – Zukunftsweisende Lösungen zur optimalen Nutzung erneuerbarer Energien<sup>1</sup>

Auf der Nordseeinsel Pellworm wird regional begrenzt mit einem Praxisversuch ein Lösungsansatz auf die zuvor beschriebene Problematik entwickelt und erprobt. Die Insel Pellworm weist optimale Bedingungen als Erprobungsstandort auf. So gibt es auf Pellworm bereits eine große Anzahl von regenerativen Erzeugungsanlagen, ein Hybridkraftwerk und eine gute Netzinfrastruktur. Mindestens genauso wichtig wie die technischen Voraussetzungen ist aber die hohe Akzeptanz der Bevölkerung für derartige Innovationen. In einer ersten Phase wird ein Smart Grid, das einen Energiespeicher und das Hybridkraftwerk verbindet, errichtet. In der zweiten Projektphase finden weitere steuerbare Erzeuger, Speicher und Verbraucher Integration. Wenn es gelingt, in der Modellregion die regenerativ erzeugte Energie und den Verbrauch mit Hilfe lokaler Speicherung zusammenzubringen, entfällt weitestgehend die Einspeisung ins Netz sowie die damit einhergehenden bereits benannten Problemstellungen. Das durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit geförderte auf drei Jahre angelegte Projekt (Laufzeit bis 2015) wird erste Erkenntnisse über den Betrieb von Smart Grids herausfinden. Auf die Facharbeit vor Ort kommen folgende Aufgaben zu:

- Aufbau und Inbetriebnahme eines Stromspeichersystems auf dem Gelände des Hybridkraftwerks mit der zugehörigen leistungselektronischen Ein- und Rückspeiseeinheit,

- Ausrüstung von Verbrauchern (insbesondere mit Elektrospeicherheizung) mit Leistungsmessgeräten und mit Smart-Metern, inklusive Steuerung,
- Erfassung der Verbrauchs- und Erzeugerportfolios als Minutenwerte,
- Automatisierung der Ortsnetzstationen und Anbindung der steuerbaren Erzeuger und Verbraucher an das Netzleitsystem, Aufbau einer neuen Kommunikationsinfrastruktur,
- Aufbau und Inbetriebnahme des Energiemanagementsystems für den netzparallelen Betrieb von Hybridkraftwerk, Speicher und Nachtspeicherheizungen.

Exemplarisch wird im Folgenden auf den Ausbau der Ortsnetzstationen (ONS) näher eingegangen (s. Abb. 1 und 2). Verteilungsnetze sind bisher – wie schon beschrieben – eindimensional zur Verteilung der Energie betrieben worden. Die Ortsnetzstationen stellen die Verknüpfungspunkte zwischen dem Mittelspannungsnetz und dem Niederspannungsnetz dar. Die Vielzahl von Ortsnetzstationen war vom Aufbau her einfach, robust und genau auf die beschriebene Aufgabe hin ausgelegt. Eine ONS besteht im Wesentlichen aus dem Transformator, der Mittelspannungsschaltanlage und der Niederspannungsverteilung.

Im Smart Grid bekommen die umgangssprachlich genannten Trafostationen die Aufgabe, alle Informationen über Spannungsqualität und Leistungs-

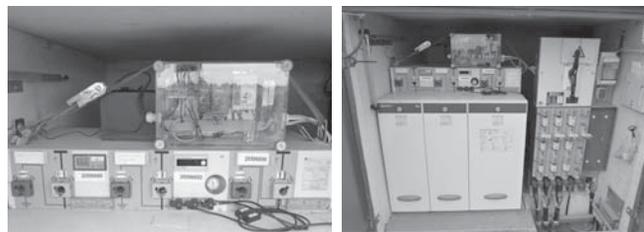


Abb. 1 und 2: Umrüstung einer Ortsnetzstation

flüsse im Stromnetz zusammenzutragen, sodass die Energiesituation vor Ort optimiert werden kann. Dadurch stellen intelligente Ortsnetzstationen für die Netzbetreiber eine interessante und wirtschaftliche Alternative zum Netzausbau dar. In den Ortsnetzstationen auf Pellworm werden intelligente Kurzschluss- und Erdschlussanzeiger mit Richtungsanzeige eingebaut. Dieses System (ComPass B) liefert Informationen über Messwerte, Zustandsmeldungen, Kurz- und Erdschlussmeldungen mit Richtungsentscheid, Lastflussrichtungsänderungen,  $\cos \phi$ , Netzauslastung sowie weitere für die Netzführung relevante Daten an die Netzleitstelle in Rendsburg. Diese

Daten werden über eine Modbus-Schnittstelle in das Prozessabbild der Fernwirkssysteme FW-5 übergeben und über GPRS-Mobilfunk-Modem und FW-50 System (Gateway und Kommunikationsrouter, Leitstellenkopplung) an die Netzleitstelle übertragen. Ein ONS wird dadurch zu einem aktiven Steuerelement, das im weiteren Verlauf des Projektes mit Betriebsmitteln in den Haushalten kommunizieren kann. So kann beispielsweise eine aktive Einbindung von Elektrofahrzeugen als Speichersysteme gesteuert werden. Für die Facharbeit lassen sich die folgenden Aufgaben zusammenfassen:

Vorarbeit im Labor in Rendsburg

1. Ermitteln aller relevanten Daten zu der ONS in einem Erhebungsbogen;
2. Programmieren der Busverbindungen zu den Geräten der Fernwirktechnik;
3. Montage und Konfiguration der Anlage (komplette Einheit, siehe Abb. 1) mit Netzteil, Akkupuffer, Kurz-/Erdschlussanzeiger mit Richtungsanzeige, Mikro-Fernwirkstation und GPRS Mobilfunk-Modem;
4. Integration der Meldungen und Messwerte in das Netzleitsystem (Netzleitstelle Rendsburg);
5. Test der Meldungen und Messwerte im Labor.

Arbeit an der Ortnetzstation auf Pellworm

1. Aufbau der Stromversorgung zur Versorgung der Fernwirkgeräte;
2. Abschaltung der Mittelspannung zum Einbau der Stromgeber;
3. Einbau der Anlage;
4. Test der Meldungen, Messwerte und Befehle an der ONS.

Für die hier vorgenommene Erhebung kann festgehalten werden, dass sich die Facharbeiter der beteiligten Firmen in den Bereichen Prozess- und Leittechnik sowie Informations- und Kommunikationstechnik langjährig spezialisiert haben, um im Arbeitsumfeld von Smart Grid eingesetzt werden zu können.

### **Installation einer Photovoltaikanlage auf einem Blechdach<sup>2</sup>**

Der Fokus der Studie lag auf der Montage einer Unterkonstruktion für eine Photovoltaikanlage auf einem Blechdach und auf der mechanischen Verlegung der PV-Module (s. Abb. 3). Da die analysierten Arbeiten nicht zwangsläufig durch Elektrofachkräfte

durchgeführt werden müssen, bieten unterschiedlichste Anbieter (z. B. Dachdeckerbetriebe) derartige Arbeitstätigkeiten auf dem Markt an. Für die Untersuchung wurde ein Elektrofachbetrieb ausgewählt, der den gesamten Anlagenaufbau von seinen Elektrofachkräften ausführen lässt. Zwei Mitarbeiter wurden bei der Montage der PV-Anlage begleitet.

Für die Dacharbeiten musste zunächst das Dach durch insgesamt drei Leitern begehbar gemacht und mit einem Fangnetz für den nötigen Arbeitsschutz gesorgt werden. Die Planung der Anlage ist inner-

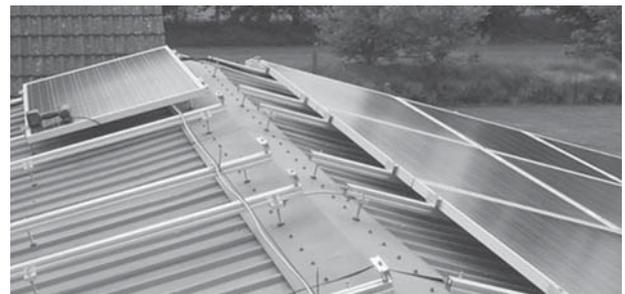


Abb. 3: Mechanische Unterkonstruktion, bereits mit Erdungsdraht und String-Leitung

halb der Firma durch einen anderen Mitarbeiter vorgenommen worden; die Monteure erhalten einen Montageplan, der aber noch an die tatsächlichen Gegebenheiten vor Ort eigenverantwortlich angepasst werden muss. Hierbei sind die Kenntnisse über die zu montierenden Teile und deren Abmessungen sowie das bereits vorhandene Erfahrungswissen von großer Bedeutung. Mit Kreide und Gliedermaßstab wurden die Markierungen für das Befestigungssystem auf das Dach übertragen. Im Firstbereich wurden Befestigungsschrauben des Firstbleches durch die Stehbolzen des PV-Systems ersetzt. Die vorhandenen Bohrungen mussten aufgebohrt werden. Durch die vorhandene Verschraubung des Blechdaches wussten die Monteure, wo die Dachlattung zu finden war. Die Stehbolzen wurden auf dem „Wall“ des Blechdaches montiert, um Stehwasser zu vermeiden. Die Stehbolzen sind bezüglich der Höhe bei der Vormontage zunächst nach Erfahrung eingeschraubt worden. Auf die Stehbolzen sind Halterungen für die Profilschienen angebracht worden. Mit einer Kappsäge wurden die Profilschienen auf das benötigte Maß gebracht. Die beiden äußeren Profilschienen sind mit Hilfe der Stehbolzen und der Halterungen per Augenmaß montiert und ausgerichtet worden. Anschließend sind die dazwischen liegenden Schienen, mit Hilfe einer an den äußeren Schienen fixierten Richtschnur, ausgerichtet und montiert worden. Für die Montage der Mittel- und Endverbinder wird

kein Werkzeug benötigt; sie werden einfach in die Profilschiene gedrückt, ungefähr ausgerichtet und, erst wenn das PV-Modul eingebracht ist, verschraubt. Mit der Montage der Erdung und der elektrischen String-Leitungen beginnt die klassische Arbeit einer Elektrofachkraft. Für die Befestigung der Module auf dem Dach muss berücksichtigt werden, dass die an der Rückseite der Module verorteten Anschlüsse gelöst und zur Seite herausgeführt sowie im Anschluss mit der jeweiligen String-Leitung verbunden werden müssen. Als Fazit der Arbeitsanalyse kann festgehalten werden, dass Elektrofachkräfte für die Montage von Photovoltaikanlagen Kenntnisse und Fertigkeiten der Metallbearbeitung benötigen.

### **ENERGIEEINSPARUNG MIT LED-TECHNIK – AUSTAUSCH VON LEUCHTMITTELN**

Die Energieeinsparung stellt ein großes Potential zur Entlastung der Umwelt, respektive des Energienetzes, dar. Am 1. September 2012 trat die vierte Stufe des sogenannten Glühlampenverbots in Kraft. Glühlampen mit mehr als zehn Watt dürfen nicht mehr produziert und in den Handel ausgeliefert werden. Der schrittweise Verzicht von Glühlampen in den vergangenen Jahren – seit September 2009 keine Glühlampen mit 100 W oder mehr sowie alle mattierten Glühlampen, seit September 2010 keine 75-W-Glühlampen, seit September 2011 keine 60-W-Glühlampen und seit September 2012 keine 40-W- und 25-W-Glühlampen mehr – schreibt den Verbrauchern energieeffizientes Handeln vor. Begonnen wurde diese Energieeinsparungsoffensive durch eine von der EU-Kommission am 10. Juli 2007 veröffentlichte Pressemitteilung, in der das Ziel der Reduzierung von Treibhausgas-Emissionen bis zum Jahre 2020 um mindestens 20 Prozent festgelegt wurde. Das EU-Parlament beschloss am 17. Februar 2009 das Glühlampenverbot. Neuen und effizienten Beleuchtungstechniken wie LED-Lampen und anderen Energiesparalternativen wurde somit der Weg geebnet. Mit dem Glühlampenverbot werden die im Augenblick gängigsten energiesparenden Alternativtechniken – Energiesparlampen und Lampen mit Leuchtdioden (LEDs) – für die Facharbeit von Bedeutung. Aber nicht nur die privaten Verbraucher sind betroffen. Die „ErP-Richtlinie 2005/32/EG“, umgesetzt durch die Verordnung (EG) Nr. 245/2009, regelt die Beleuchtung im Dienstleistungssektor. Hier ist ebenso ein Verbot des Verkaufs von Entladungslampen für den Außenbereich mit geringer Energieeffizienz beschlossen. Somit sind energieeff-

ziente Lösungen für die Beleuchtung öffentlicher Straßen und Plätze ebenfalls Gegenstand der durch die Gesetzgebung vorangetriebenen Veränderungen. Seit 2012 sind Natriumdampf-Hochdrucklampen und ab 2015 Quecksilberdampflampen von den ErP-Regelungen betroffen. Dies bedeutet praktisch das komplette Aus für alle Quecksilberdampflampen, die hauptsächlich für die Straßenbeleuchtung und häufig in der Industrie eingesetzt werden.

### **FACHARBEIT IM KONTEXT ENERGIEEFFIZIENTER LEUCHTEN<sup>3</sup>**

Technische Veränderungen bedeuten neue Anforderungen an die Facharbeit. Mit der gesetzlichen Neuregelung erhält das „Nischenprodukt“ Leuchtdiode eine Marktrelevanz, die bei der Planung, der Errichtung, dem Betrieb und der Instandsetzung von Lichtanlagen berücksichtigt wird. Ein einfacher Austausch von alter Technik zu neuer ist im privaten Bereich vielleicht noch möglich. Im gewerblichen und öffentlichen Bereich müssen dagegen beim Austausch der Leuchtmittel weitere Aspekte beachtet werden. Neben der Einsparung von elektrischer Energie wird mit der Leuchtmittelumstellung erhofft, die Betriebskosten allgemein zu senken. Eine längere Lebensdauer der Betriebsmittel und eine relativ geringe Minderung der Leuchtstärke über die Lebenszeit sowie eine verminderte Verunreinigung durch geringe Abwärme beeinflussen positiv die Wartungskosten eines Gebäudes. Wird bei einem Gebäude mit einem hohen Anteil an Leuchtstoffröhren ein Wechsel der Beleuchtungstechnik vorgenommen, so lassen sich Kosten der Blindleistungskompensation einsparen. Die dafür vorhandenen Anlagenteile können entfallen. Die Technische Regel für Arbeitsstätten ASR A3.4 „Beleuchtung“ (von April 2011) stellt auf den Grundlagen der Technik, der Arbeitsmedizin und gesicherter arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse das Errichten und Bestreben von Arbeitsstätten zusammen. Hier werden u. a. neue technische Regeln für künstliche Beleuchtung (ehemals ASR 7/3) oder künstliche Beleuchtung für Arbeitsplätze und Verkehrswege im Freien (ehemals ASR 41/3) zusammengefasst. Im Themenfeld sind besonders die Aussagen zu den Beleuchtungsstärken und der Farbwiedergabe von Bedeutung. Für die Facharbeit sind Vorgaben zum Betrieb, zur Instandhaltung und zu orientierenden Messungen aufgestellt.

Für die Planung von Beleuchtungsanlagen hat sich (so die nicht repräsentative Befragung) das Beleuch-

---

Aus für alte  
Lampentechnik

---

tungssimulationsprogramm DIALux in Handwerksbetrieben bewährt. DIALux ist ein Planungstool, das als Freeware im Download zur Verfügung steht. Das Unternehmen DIAL GmbH (Lüdenscheid) hat damit indirekt einen Standard der professionellen Lichtplanung geschaffen. Mit kostenpflichtigen Seminaren (die international angeboten werden) werden Anwender des Produktes geschult.

Der Planungsaufwand und die Beratungsleistungen beim Kunden haben in der Beleuchtungstechnik nach Aussage der befragten Experten an Anteil zugenommen. Wie dies in Kostenvoranschlägen des Handwerks, die i. d. R. hierfür keine Positionen vorsehen, in der Zukunft einfließen und wie die Kunden darauf reagieren, bleibt abzuwarten.

In Betrieben mit hohem Leuchtstärkenbedarf und alter Technik muss berücksichtigt werden, dass die unerwünschte Abwärme der Beleuchtung über Jahre positiv bilanziert in die Gebäudeerwärmung eingeflossen ist. Kommt es nun zu technischen Änderungen, muss die Auslegung der Gebäudeerwärmung bei der Planung berücksichtigt werden, um Folgeprobleme rechtzeitig lösen zu können.

Beim Umgang mit LED-Leuchten ist ein noch nicht näher ausgeführter und festgelegter Arbeitsschutz zu beachten. Beleuchtungseinrichtungen mit LEDs weisen einen hohen Anteil an Blau im emittierten Licht sowie eine sehr hohe Leuchtdichte („Helligkeit“) auf. Die Probleme, die auftreten könnten, betreffen, wegen der toxischen Wirkung vom blauen Licht und der Gefahr der Blendung, das Auge.

Nicht zuletzt wird die Facharbeit im Beleuchtungsbereich weiterhin gestalterische Elemente mit sich tragen, die in den Bereich architektonischer Fragen und Designvorstellungen der Kunden münden und in einer eher technischen Berufsrichtung i. d. R. mit erst zu entwickelnden Kompetenzen bewältigbar wird.

## BREITE DES BERUFSFELDES – EIN AUSBLICK

An wenigen, nicht repräsentativen Beispielen aus Arbeitsstudien von Flensburger Studenten des Studienganges „Master of Vocational Education“ wurde in diesem Beitrag versucht, die Auswirkungen der Energiewende hier am Beispiel des Smart Grids und die damit einhergehenden technologischen Veränderungen sowie die damit verbundenen Anforderungen an die einschlägige Facharbeit aufzuzeigen. Es lässt sich schon anhand der wenigen Beispiele einschätzen, dass sich die Komplexität des Berufsfeldes

durch die Diffusion informationstechnischer und metalltechnischer Qualifikationen und benötigter Kompetenzen erhöht. Offen bleibt, welche Wege in der Aus- und Weiterbildung dieser Komplexität gerecht werden und dabei tragfähig sowie zukunftsfähig ausgerichtet sind. Eine sicherlich pragmatische, aber auch sehr charmante Möglichkeit

könnte die Adaption des IT-Weiterbildungssystems darstellen. Auf der Grundlage weniger Kernberufe (RAUNER 2003) würde eine erste anerkannte Spezialisierung in noch zu evaluierenden Profilgruppen als sogenannte Spezialisten geschehen. Dies würde die duale Ausbildung spürbar entlasten und auf zukünftige Herausforderungen vorbereiten.

## ANMERKUNGEN

- 1) auf der Grundlage einer Arbeitsstudie von BERND SISKKA, Student der Universität Flensburg
- 2) auf der Grundlage einer Arbeitsstudie von FRANK WORTMANN, Student der Universität Flensburg
- 3) auf der Grundlage einer Arbeitsstudie von THOMAS PLEHN, Student der Universität Flensburg

## LITERATUR

- BUNDESVERBAND SOLARWIRTSCHAFT (o. J.): <http://www.solarwirtschaft.de/nachruetzung.html>
- DIN V VDE 0126-1-1/A1: Selbsttätige Schaltstelle zwischen einer netzparallelen Eigenerzeugeranlage und dem öffentlichen Niederspannungsnetz
- RAUNER, F. (2003): Die Berufsbildung im Berufsfeld Elektrotechnik-Informatik vor grundlegenden Weichenstellungen. In: lernen & lehren, 18. Jg., Heft 71, S. 102-110
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2013): <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/Energie/Erzeugung/Tabellen/Bruttostromerzeugung.html> (vom 16.09.2013)
- Technische Regel für Arbeitsstätten ASR A3.4 „Beleuchtung“: [http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Arbeitsstaetten/ASR/pdf/ASR-A3-4.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Arbeitsstaetten/ASR/pdf/ASR-A3-4.pdf?__blob=publicationFile&v=3) (vom 16.09.2013)
- VDE-AR-N 4105:2011-08: Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz, Technische Mindestanforderungen für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz
- Verordnung (EG) Nr. 245/2009 der Kommission vom 18. März 2009: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:076:0017:0044:DE:PDF> (vom 16.09.2013)
- Verordnung zur Gewährleistung der technischen Sicherheit und Systemstabilität des Elektrizitätsversorgungsnetzes (Systemstabilitätsverordnung – SysStabV) vom 20. Juli 2012 (BGBl. I S. 1635)

# Systematisierung der Qualifikationen und Gestaltung der Durchlässigkeit in der Energieberatung



SIMON HEINEN



MARTIN FRENZ

Gebäudeenergieberatung wird als Beratungsdienstleistung sowohl von Akademikerinnen und Akademikern als auch von Absolventinnen und Absolventen der beruflichen Bildung, vor allem Handwerksmeister verschiedener Gewerke, angeboten. Die derzeitigen Weiterbildungsangebote sind vielschichtig, zum Teil intransparent und bedienen sehr unterschiedliche Ausgangsqualifikationen der Teilnehmenden. Im Beitrag wird ein Gestaltungsvorschlag für ein Weiterbildungssystem der Gebäudeenergieberatung vorgestellt. Aus einer didaktischen Perspektive heraus werden auf Grundlage von Studien der Qualifikationsforschung die in Handlungsfeldern systematisierten Tätigkeiten aufgegriffen. Anschließend wird ein Gestaltungsvorschlag für Weiterbildungsmöglichkeiten in der Gebäudeenergieberatung dargelegt.

## GEBÄUDEENERGIEBERATUNG – TÄTIGKEITEN UND QUALIFIZIERUNGSWEGE

Steigende Energiepreise und neue Energiegesetze haben den Bedarf an Energieberatungsdienstleistungen in Deutschland rapide ansteigen lassen. Häufig wahrgenommene Dienstleistungen in der Gebäudeenergieberatung sind das

- Erfassen der energetischen Qualität von Gebäuden (beispielsweise Gebäudehülle, technische Gebäudeausstattung etc.),
- Beraten von Kunden im Hinblick auf technisch, ökologisch, gesellschaftlich und ökonomisch sinnvolle Modernisierungsmaßnahmen sowie
- Beraten der Kunden bei der Beantragung von staatlichen Fördermitteln zur Modernisierung von Wohngebäuden etc.

An diese klassischen Beratungsdienstleistungen schließen sich weitere Leistungen an. Die Leistungskette wird über die Erstellung von Konzepten hinaus um eine direkte Integration der Konzepte in die Planung konkreter Maßnahmen sowie die Begleitung der Umsetzung bis hin zum Energie- und Facility-Management ergänzt. Dabei geht es z. B. um die Überwachung von Energieverbräuchen oder Beratung der Nutzer bei der Bedienung der Anlagen und Geräte (s. FRENZ/MARFELS 2011).

Diese Dienstleistungen werden von Erwerbstätigen mit höchst unterschiedlichem Bildungshinter-

grund erbracht, die sich zur Energieberaterin bzw. zum Energieberater weitergebildet haben. Zahlreiche Leistungen werden sowohl von Absolventinnen und Absolventen aus dem akademischen Bereich (Architektinnen/Architekten, Bauingenieurinnen und -ingenieure etc.) als auch von Absolventinnen und Absolventen aus der beruflichen Bildung (vor allem aus den Gewerken Bau und Ausbau, Sanitär-Heizung-Klima, Elektro- oder dem Schornsteinfegerhandwerk) mit Meisterabschluss und einer entsprechenden Fort- oder Weiterbildung zum Energieberatenden angeboten (GROSSMANN 2009, MÖLLENHOFF/BRUNK 2011). Typische Ausgangsqualifikationen der beruflichen Bildung sind Meisterabschlüsse für Anlagenmechaniker/-innen SHK, Schornsteinfeger/-innen oder Tischler/-innen. Die Handwerkskammern listen beispielsweise bis zu 22 Berufe als einschlägig zugelassen. Das derzeitige Bildungsangebot ist insgesamt für alle Bildungsbereiche vielschichtig und oft intransparent (HEINEN u. A. 2010). Es existiert sowohl in der beruflichen Bildung als auch im akademischen Bereich eine Vielzahl diverser Angebote an Fort- und Weiterbildungen der öffentlichen Hand (z. B. von der HWK) und auch von privaten Bildungsträgern. So gibt es weder eine einheitliche gesetzliche Fortbildungsregelung oder geschützte Bezeichnung „Energieberater/-in“ noch eine etablierte, direkte Ausbildung zum/zur Gebäudeenergieberater/-in beispielsweise über das duale System oder ein Bachelor-/Masterstudium.

Ziel der Autoren des Beitrags ist es, aus einer didaktischen Perspektive heraus für die Gebäudeenergieberatung Möglichkeiten der Systematisierung der Qualifikationen und der Gestaltung der Durchlässigkeit aufzuzeigen. Aufgrund der Heterogenität der Ausgangsqualifikationen der in der Gebäudeenergieberatung Erwerbstätigen und der diversen Bildungsmöglichkeiten zum Energieberatenden bietet der Deutsche Qualifikationsrahmen (DQR) eine gute Hilfestellung zur Strukturierung der Bildungsmöglichkeiten. Für die Vielzahl an heterogenen Ausgangsqualifikationen ist eine transparente Gestaltung des Qualifizierungssystems notwendig. Erforderlich sind für berufliche wie auch hochschulische Bildung vergleichbar beschriebene Tätigkeitsanforderungen und eine entsprechende Gestaltung der Durchlässigkeit.

### QUALIFIKATIONSUNABHÄNGIGE SYSTEMATISIERUNG DER TÄTIGKEITEN

#### Handlungsfelder der Gebäudeenergieberatung

Zunächst wird durch eine qualifikationsunabhängige Beschreibung der Tätigkeitsanforderungen eine Grundlage für eine Vergleichbarkeit beruflich und hochschulisch erworbener Kompetenzen geschaffen. Um die Tätigkeiten in der Gebäudeenergieberatung entsprechend zu strukturieren und zu beschreiben,

wird die Situationsorientierung als dominantes curriculares Strukturierungsprinzip herangezogen. Eine solche situierte, handlungsorientierte Grundlage existiert für die Gebäudeenergieberatung noch nicht. Um diese Grundlage zu schaffen, wurden Studien der Qualifikationsforschung durchgeführt und die Tätigkeiten in Handlungsfeldern systematisiert (s. HEINEN U. A. 2010, HEINEN U. A. 2013).

Die Handlungsfelder können entlang einer Leistungskette der Energieberatung dargestellt werden (s. Abb. 1). Diese bietet eine Grundlage zur didaktischen Strukturierung und Gestaltung von Lernprozessen anhand konkreter Arbeitsprozesse.

Die Tätigkeiten von Gebäudeenergieberatenden sind dabei durch verschiedene Charakteristika geprägt (s. HEINEN U. A. 2013). Für die Arbeitsaufgaben bestehen oft hohe Anforderungen an problemlösendes Denken und den Umgang mit komplexen, zieloffenen und widersprüchlichen Arbeitszusammenhängen. Ebenso wird ein hohes Reflexionsvermögen benötigt. Hierbei gibt es häufig sich widersprechende Aspekte. So würde z. B. ein ökologisch sinnvolles Heizungskonzept, das vorwiegend auf niedrigen CO<sub>2</sub>-Ausstoß optimiert ist, anders konzipiert sein als eines mit niedrigem Staubausstoß. Energieberater/-innen müssen dazu in der Lage sein, verschiedene

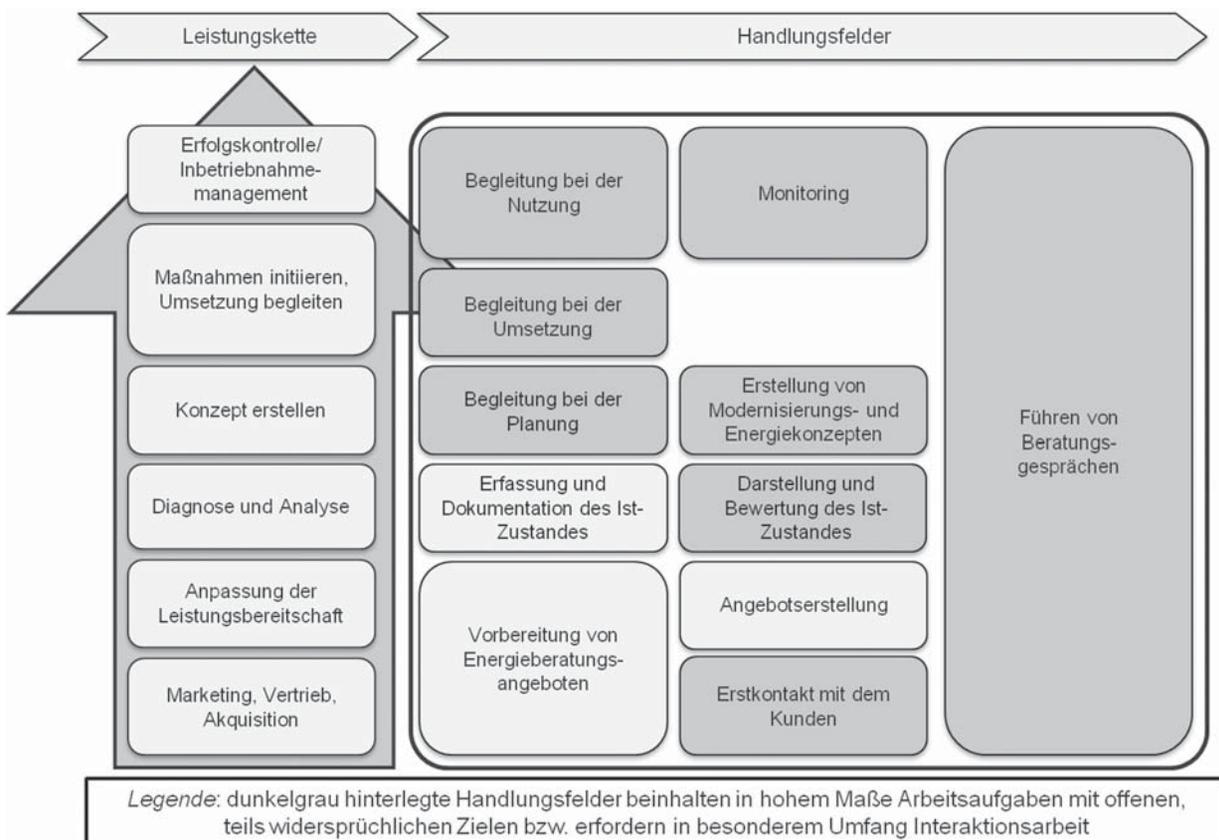


Abb. 1: Handlungsfelder in der Energieberatung entlang der Leistungskette (HEINEN U. A. 2013, S. 458)

Aspekte bei offenen, sich teilweise widersprechenden Aspekten und Zielen abzuwägen, diese für sich zu bewerten, Entscheidungen zu fällen und entsprechend handeln zu können.

Energieberater/-innen müssen bei der Erstellung der Lösungsvorschläge sowohl ökonomische als auch ökologische und gesellschaftliche/soziale Faktoren berücksichtigen. Dies schließt für die Entwicklung eines Lösungsvorschlags neben einer Betrachtung des Beratungsobjektes „Gebäude“ auch einen hohen Anteil an Interaktion mit den Kunden (Mieter, Vermieter etc.), Geschäftspartnern und weiteren Beteiligten (z. B. Behörden) ein. Dabei findet „Interaktionsarbeit“ statt (BÖHLE 2006, HACKER 2009). Dies bedeutet: Das Erfassen und Ausbalancieren von Zielen und Interessen aller beteiligten Akteure ist notwendig, führt aber auch dazu, dass die gewählte Handlungsstrategie des Energieberatenden und der Ausgang der Interaktion kaum planbar sind. Für eine erfolgreiche Energieberatung gilt es nicht nur, eine fundierte Lösung für ein Problem zu erarbeiten, sondern den Kunden hinsichtlich verschiedener möglicher Lösungen zu beraten, widersprüchliche Anforderungen aufzuzeigen und die bevorzugte Lösung dem Kunden auch als hochwertigen Vorschlag zu vermitteln.

**Differenzierung von Dienstleistungstätigkeiten in unterschiedliche Anforderungsniveaus**

Um die Tätigkeiten in den Handlungsfeldern differenzierter zu betrachten, werden zwei zentrale Strategien der Dienstleistungsforschung – Individualisierung und Standardisierung – herangezogen. Diese

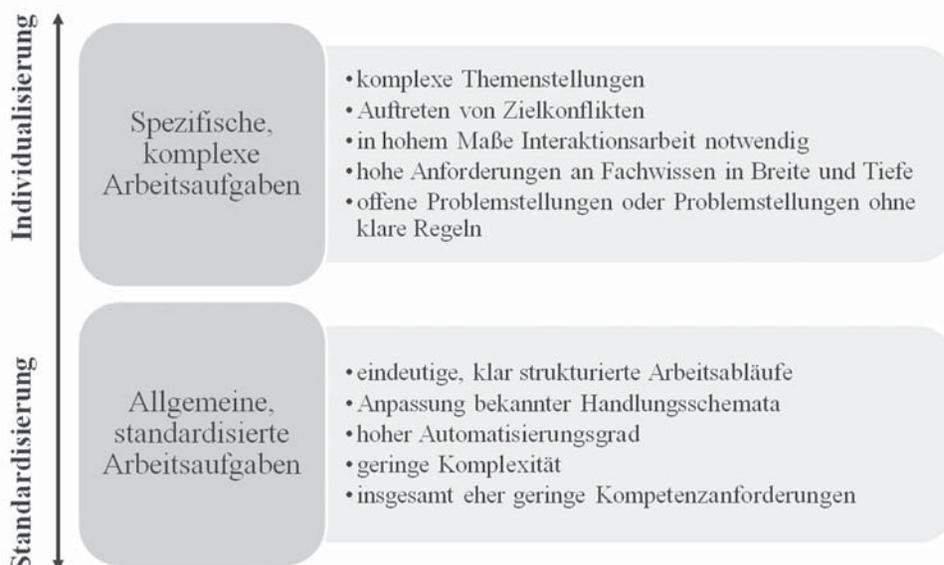


Abb. 2: Merkmale der Individualisierung und Standardisierung von Dienstleistungstätigkeiten

beiden Strategien gehen jeweils einher mit spezifischen Merkmalen beraterischen Handelns (vgl. TIEFEL 2004; s. Abb. 2).

Eine weitere Differenzierung im Bereich der individualisierten Arbeitsaufgaben kann hinsichtlich der Gebäudeart vorgenommen werden. Hier wird unterschieden zwischen Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden (Abb. 3). Letztere sind als deutlich anspruchsvoller einzustufen (HEINEN U. A. 2011). Die energetische Bewertung der Gebäudehülle ist immer ähnlich und stellt sich auch bei Nicht-Wohngebäuden als vergleichsweise einfach dar. Die klare Trennung in Wohngebäude und Nicht-Wohngebäude erfolgt aufgrund der sehr unterschiedlichen Komplexität der Arbeitsaufgaben insbesondere im Bereich der Technischen Gebäudeausstattung (kurz: TGA mit den Bezugsgrößen Raumheizung, Lüftung, Kälte, Beleuchtung, elektrische Verbraucher, Trinkwarmwasser, Druckluft und Prozesswärme).

**GESTALTUNGSVORSCHLAG FÜR EIN DIFFERENZIERTES WEITERBILDUNGSANGEBOT**

**Deckungsanalyse der Ausgangsqualifikationen mit den Handlungsfeldern der Energieberatung**

Da die Ausgangsqualifikationen der Erwerbstätigen, die sich für Tätigkeiten in der Energieberatung weiterbilden, sehr unterschiedlich sind, werden diese noch einmal differenzierter betrachtet (HEINEN U. A. 2011). Dafür wurden die von den Handwerkskammern als einschlägige Ausgangsberufe für die Fortbildung zum Gebäudeenergieberater/zur Gebäudeenergieberaterin gelisteten Berufe einer Deckungsanalyse mit den Handlungsfeldern der Gebäudeenergieberatung unterzogen. Eine zentrale Erkenntnis dieser Untersuchung ist, dass sich die Ausgangsqualifikationen im Wesentlichen in Berufe mit Affinität zur Gebäudehülle und Berufe mit Affinität zur Technischen Gebäudeausstattung (TGA) unterscheiden lassen. Unterschiede in den Tätigkeiten im Umgang mit der Gebäudehülle sind als eher nachgelagert zu betrachten, da diese

unterzogen. Eine zentrale Erkenntnis dieser Untersuchung ist, dass sich die Ausgangsqualifikationen im Wesentlichen in Berufe mit Affinität zur Gebäudehülle und Berufe mit Affinität zur Technischen Gebäudeausstattung (TGA) unterscheiden lassen. Unterschiede in den Tätigkeiten im Umgang mit der Gebäudehülle sind als eher nachgelagert zu betrachten, da diese

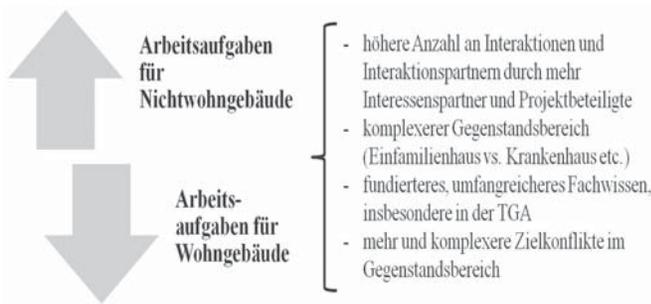


Abb. 3: Differenzierung der Tätigkeiten von Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden

als vergleichsweise einfach einzustufen sind. Bei der TGA hingegen ist verstärkt zwischen den einzelnen Berufen zu differenzieren. Aspekte der Interaktion mit Kunden hinsichtlich konkreter Beratungsaufgaben von Energieberatenden sind bei allen Berufen eher unzureichend eingebunden.

### Weiterbildungsmodule

Auf Grundlage der entwickelten Handlungsfelder und der Differenzierung der Tätigkeiten hinsichtlich Individualisierung und Standardisierung wurde ein Gestaltungsvorschlag entwickelt (vgl. HEINEN U. A. 2010, HEINEN U. A. 2011), der die Qualifikationen systematisiert und die Durchlässigkeit des Weiterbildungssystems verbessert. Es ergibt sich ein Systematisierungsvorschlag mit vier Modulen (Abb. 4). Der Vorschlag wurde durch vier Experten der Energieberatung validiert.

Modul 1 – Orientierung, Überblick und Zusammenhänge: Grundlage für eine Erwerbstätigkeit in der Energieberatung ist ein Überblick über die Handlungsfelder. Sie ermöglicht es, grundsätzlich unterschiedliche Leistungsangebote in der Energieberatung entlang der Leistungskette (s. Abb. 1) miteinander zu vernetzen und Zusammenhänge einzelner Tätigkeiten herzustellen. Dies ist auch notwendig, um über die eigenen Leistungsangebote hinausgehend eine ganzheitliche Energieberatung, gegebenenfalls in Kooperation mit Energieberatenden, die einen anderen Tätigkeitsschwerpunkt haben, anzubieten und Anschlussperspektiven aufzeigen zu können. Der Überblick erleichtert die Bildung von sinnvollen Kooperationen von Energieberatenden untereinander wie auch mit weiteren Geschäftspartnern, insbesondere bei komplexen Arbeitsaufgaben. Hierbei ist auch wichtig, die Vernetzung der unterschiedlichen Fach-

disziplinen (z. B. Bauphysik und Anlagentechnik) als ein zentrales Element für die Erbringung von Energieberatungsdienstleistungen zu erkennen. Dieses Modul sollten alle Teilnehmenden einer Qualifizierung zum/zur Gebäudeenergieberater/-in, unabhängig von ihrer Ausgangsqualifikation, durchlaufen.

Modul 2 – Details und Funktionen von standardisierbaren, speziellen Arbeitsaufgaben: Ebenfalls notwendig ist ein Repertoire an standardisierbaren Tätigkeiten, die man bei allen Leistungsangeboten eines Energieberatenden benötigt. So ist z. B. die Erfassung und Dokumentation des IST-Zustandes sowohl für einen bedarfsabhängigen Energieausweis als auch für eine umfassende, mit Contracting-Verträgen kombinierte Energieberatung notwendig. Sie folgt aber stets klaren Handlungsschemata. Diese Arbeitsaufgaben bestehen zumeist aus Tätigkeiten ohne Zielkonflikte im Gegenstandsbereich. Aufgrund der starken Standardisierbarkeit der Arbeitsabläufe und der eher geringen Komplexität sind die Tätigkeitsbereiche eher auf einer niedrigeren Niveaustufe anzusiedeln.

Die meisten Tätigkeiten von Energieberatenden sind jedoch durch Zielkonflikte geprägt, haben eine offene Problemstellung und/oder erfordern eine umfassende Interaktionsarbeit. Aufgrund der oben dargestellten unterschiedlichen Anforderungen an die Tätigkeitsausübung von Energieberatungsaufgaben für Wohngebäude und für Nicht-Wohngebäude werden für die komplexen Arbeitsaufgaben zwei Module vorgeschlagen (Modul 3 und Modul 4).

Modul 3 – Vertiefte Erfahrung für individualisierte Arbeitsaufgaben in Wohngebäuden: Im Bereich der Wohngebäude können und werden von Erwerbstätigen aus der beruflichen Bildung wie auch mit einer akademischen Bildung Leistungen erbracht. Typische Arbeitsaufgaben sind das Erstellen von Modernisierungs- und Energiekonzepten

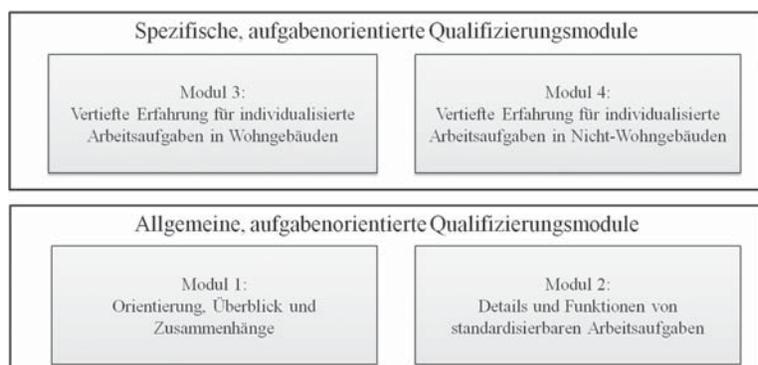


Abb. 4: Qualifizierungsmodule in der Gebäudeenergieberatung

oder die anschließende Begleitung der Umsetzung und die Erfolgskontrolle. Ein Beispiel ist das Erstellen eines Heizungskonzeptes für ein Einfamilienhaus im Rahmen der vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) geförderten Vor-Ort-Beratung. Aufgrund der unterschiedlichen Ausgangsqualifikationen und der damit verbundenen unterschiedlichen Zugänge zur Energieberatung empfiehlt es sich hier, bei der Gestaltung der Module verstärkt hinsichtlich akademischem und nicht-akademischem Bildungshintergrund zu unterscheiden. Für die berufliche Bildung sollte zudem die Ausgestaltung des Moduls stärker auf die konkreten Ausgangsberufe zugeschnitten sein. Hier empfiehlt es sich, in den Qualifizierungsangeboten insbesondere zwischen dem Zugang über die Gebäudehülle und dem Zugang über die TGA zu differenzieren.

Modul 4 – Vertiefte Erfahrung für individualisierte Arbeitsaufgaben in Nicht-Wohngebäuden: Ein deutlich

höheres Niveau ist den Arbeitsaufgaben im Nicht-wohngebäudebereich zuzuschreiben. Ein unmittelbarer Zugang zum Bereich der Nicht-Wohngebäude sollte aufgrund der hohen Komplexität zunächst ausschließlich über einen akademischen Abschluss auf Master- oder Diplomniveau erfolgen. Aufgrund von beruflichen Erfahrungen im Wohngebäudebereich sollte für die Absolventinnen und Absolventen der beruflichen Bildung auch eine Anerkennung dieser Erfahrungen für eine spätere Zulassung zu Fort- und Weiterbildungen in dem sehr viel komplexeren Teilbereich der Nicht-Wohngebäude möglich sein. Dadurch ergibt sich eine Durchlässigkeit zu den zunächst von Akademikerinnen und Akademikern wahrgenommenen Tätigkeiten.

## ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

In dem Beitrag wurde mit der Entwicklung von Handlungsfeldern für die Gebäudeenergieberatung ein qualifikationsunabhängiger, situationsorientierter Vorschlag zur niveaustufendifferenzierten Systematisierung der Tätigkeiten auf Basis von Studien arbeitswissenschaftlicher Qualifikationsforschung vorgestellt. Aufgrund dieser Unterteilung wurde ein Gestaltungsvorschlag für ein Weiterbildungssystem entwickelt, der die heterogenen Ausgangsqualifikationen der Energieberatenden berücksichtigt.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass das breite Spektrum an Ausgangsqualifikationen für eine Wei-

terbildung zum Energieberatenden nicht sinnvoll auf wenige Berufe eingeschränkt werden sollte, sondern dass vielmehr die konkreten Ausgangsqualifikationen bei der Gestaltung der Bildungswege differenzierter berücksichtigt werden und die Bildungsangebote stärker spezifisch auf die Ausgangsberufe zugeschnitten sein sollten. Nur dadurch ist eine gezielte Förderung einer beruflichen Handlungsfähigkeit für Tätigkeiten in der Gebäudeenergieberatung möglich. Dies trägt erheblich zu einer Verbesserung der Durchlässigkeit und Transparenz bei.

Der vorgestellte Gestaltungsvorschlag kann als Grundlage für Expertengremien dienen, um pauschale und individuelle Anrechnungs- und Zulassungsverfahren zu entwickeln, die formal, non-formal und informell erworbene Qualifikationen und Kompetenzen berücksichtigen. Weiterhin kann dieser Gestaltungsvorschlag bei der Entwicklung konkreter rechtlicher und organisatorischer Rahmenbedingungen behilflich sein.

## Breites Ausgangsqualifikationsspektrum

## LITERATUR

- BÖHLE, F. (2006): Typologie und strukturelle Probleme von Interaktionsarbeit. In: BÖHLE, F./GLASER, J. (Hrsg.): Arbeit in der Interaktion – Interaktion als Arbeit. Wiesbaden, S. 325–347
- FRENZ, M./MARFELS, K. (2011): Professionalisierung der Dienstleistung in der Energieberatung – Strategien auf individueller und organisatorischer Ebene. In: GATERMANN, I./FLECK, M. (Hrsg.): Mit Dienstleistungen die Zukunft gestalten. Frankfurt a. M./New York, S. 131–139
- GROSSMANN, B. (2009): So sieht der typische Energieberater aus. In: Der Gebäude Energieberater, 5. Jg., Heft 9, S. 12–15
- HACKER, W. (2009): Arbeitsgegenstand Mensch: Psychologie dialogisch-interaktiver Erwerbsarbeit. Lengerich u. a.
- HEINEN, S./FRENZ, M./DJALOEIS, R./SCHLICK, C. (2010): Gestaltung von Übergängen zwischen mittlerer Qualifikationsebene und Hochschule – Überlegungen zur Entwicklung eines Weiterbildungssystems in der Gebäudeenergieberatung. In: bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online, Ausgabe 19, abrufbar unter: [http://www.bwpat.de/ausgabe19/heinen\\_etal\\_bwpat19.pdf](http://www.bwpat.de/ausgabe19/heinen_etal_bwpat19.pdf) (letzter Zugriff: 10.01.2013)
- HEINEN, S./FRENZ, M./DJALOEIS, R./SCHLICK, C. (2011): Analytische und konzeptionelle Überlegungen für Fort- und Weiterbildungen in der Gebäudeenergieberatung – Reflexion ausgewählter Studien der Qualifikationsforschung auf Basis berufsbiografischer Studien des Energieberaters MARTIN KRANZ. In: FRENZ, M./UNGER, T./SCHLICK, C. M. (Hrsg.): Moderne Beruflichkeit – Untersuchungen in der Energieberatung. Bielefeld, S. 23–48

HEINEN, S./FRENZ, M./SCHLICK, C. (2013): Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Gebäudeenergieberatung – Entwicklung eines Kompetenzmodells und Konzeption von Weiterbildungsmodulen. In: BECKER, M./GRIMM, A./PETERSEN, A. W./SCHLAUSCH, R. (Hrsg.): Kompetenzorientierung und Strukturen gewerblich-technischer Berufsbildung. Berufsbildungsbiografien, Fachkräftemangel, Lehrerbildung. Berlin/Münster, S. 456–473

MÖLLENHOFF, N./BRUNK, M. (2011): Studie untersuchte die Energieberatungsbranche. In: Der Gebäude Energieberater, 7. Jg., Heft 11/12, S. 12–15

TIEFEL, S. (2004): Beratung und Reflexion – eine qualitative Studie zu professionellem Beratungshandeln in der Moderne. Wiesbaden

## Energienetze der Zukunft – ein Praxisbericht

Im Zusammenhang mit den gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklungen, die durch den Energiewandel zu verzeichnen sind, haben auch berufliche Schulen die Möglichkeit einer Schärfung ihres standortspezifischen Bildungsprofils. Die Staatliche Gewerbeschule Energietechnik – G10 Hamburg mit den beruflichen Schwerpunkten Energietechnik und Prozessautomatisierung legt hierfür ihr schuleigenes Curriculum für die Fachschule für Technik (FST) neu auf. Durchgängige Bezugsgröße ist ein intelligentes Energieversorgungssystem, wie es im Smart-Grid-Lernsystem abgebildet ist. Der Beitrag geht auf die Rahmenbedingungen ein, unter denen die Investition in dieses neue Lernsystem erfolgen konnte, und beschreibt den derzeitigen Einsatz im Unterricht.<sup>1</sup>



ANDREAS STETZA



ROBERT REDLING

### ENTSCHEIDUNG FÜR EIN LERNSYSTEM ZUR DEZENTRALEN STROMVERSORGUNG

Die Staatliche Gewerbeschule Energietechnik G10 hat es sich frühzeitig zum Ziel gesetzt, die Entwicklung und Etablierung eines politisch-gesellschaftlich gewollten Energieversorgungssystems, das zugleich dem Leitgedanken der Nachhaltigkeit folgt, derart aufzugreifen, dass die hiermit verbundenen technischen Neuerungen für eine breite Schülerschaft erfahrbar werden. Das erste Etappenziel der Beschaffung eines Smart-Grid-Lernsystems war aus einem für außergewöhnliche Investitionen in den Schulen vorgesehenen Budget des Hamburger Instituts für Berufliche Bildung (HIBB) möglich. Arbeitsergebnisse zweier schulinterner Gruppen, die sich seit 2011 mit verschiedenen Fragestellungen aus dem Themenfeld „Zukünftige Energieversorgung“ mit intelligenten Netzen befassen, konnten für die inhaltlich-didaktische Ausgestaltung eingesetzt werden.

### Arbeitskreis Curriculum Fachschule für Technik

Im internen Curriculum-Arbeitskreis der Fachschule für Technik (FST) wurde das übergeordnete Ziel ver-

folgt, den überkommenen Lehrplan durch ein neues Curriculum zu ersetzen. Lerneinheiten sollten jetzt unmittelbar im Rahmen der Unterrichtsplanung umgesetzt werden können. Jede Lerneinheit war so zu gestalten, dass alle Fächer innerhalb einer Einheit aufeinander bezogen sind. Hierzu war es notwendig, ein geeignetes Planungsfeld zu konstruieren, in dem sich alle Unterrichtsfächer so ansiedeln lassen, dass die Kolleginnen und Kollegen einen Beitrag leisten können, der an praxisnahe berufliche Tätigkeiten anknüpft und Kompetenzen herausbildet, die künftig am Hamburger Arbeitsmarkt nachgefragt werden.

Unter dem curricularen Arbeitstitel „Erneuerbare Energien in intelligenten Netzen“ wurde aus Sicht aller Beteiligten damit das im Sinne des Handlungsbezuges erste fruchtbare Planungsfeld gefunden, das die formulierten Anforderungen erfüllt.

### Fach-Arbeitsgruppe „Energieanlagen planen und analysieren“

Auch die zweite zum Thema „Smart-Grid-Lernsystem“ arbeitende Fachgruppe, die das Unterrichtsfach „Energieanlagen planen und analysieren“ an

der G10 repräsentiert, befürwortete die Anschaffung eines Smart-Grid-Lernsystems. In einer mehr als zwei Jahre andauernden Informations- und Testphase hat sich die Arbeitsgruppe auf Fachmessen und Workshops einen umfassenden Überblick über Smart-Grid-Lernsysteme verschafft. Hiernach wurde ein Anforderungsprofil erstellt:

- Der Komplexitätsgrad des Lernsystems ist hoch.
- Erneuerbare Energien und die zur Netzeinspeisung notwendigen Technologien sind wesentlich für die Funktion des Gesamtsystems.
- Alle Teilsysteme können voneinander unabhängig betrieben werden. In Einzelexperimenten kann jedes Teilsystem separat untersucht werden.
- Lernaufgaben und eine Informationsplattform unterstützen den Lernenden und fördern multimediales selbstgesteuertes Lernen.
- Die Teilsysteme sind in der jeweiligen Gesamtkonstellation aufeinander abgestimmt.
- Das Gesamtsystem kann um weitere Trainingsmodule erweitert werden.
- Die in den Teilsystemen verwendeten Geräte sollen überwiegend Standardkomponenten sein, die so auch am Markt erhältlich sind und in realen technischen Anlagen Verwendung finden.
- Das Thema „Windenergie“ soll unter bezogenen Gesichtspunkten auf Anlagenkonzepte einen technischen Schwerpunkt zum Kompetenzerwerb bilden.

Ein von der Arbeitsgruppe begutachtetes und der Firma LUCAS NÜLLE LEHR- UND MESSGERÄTE GMBH entwickeltes Lernsystem verfügte über die zuvor genannten Merkmale. Dieses sogenannte „Smart-Grid-Trainingssystem“ kann sowohl modular als auch integriert betrieben werden. Der Komplexitätsgrad des Gesamtsystems lässt sich, ausgehend von einem Teilsystem, durch Einbindung weiterer Einheiten erhöhen. Ferner ist das Gesamtsystem offen, d. h., es kann auch zu einem späteren Zeitpunkt erweitert werden.

### **RÄUMLICHE ERFORDERNISSE EINES SMART-GRID-LERNSYSTEMS**

Aufgrund einer mehrere Jahre in Anspruch nehmenden Gebäudesanierung der G10 konnte bislang keine definitive Raumplanung für ein Smart-Grid-Labor erfolgen. Aktuell ist das Lernsystem in einem herkömmlichen Klassenraum mit ca. 70 m<sup>2</sup> Fläche unter-

gebracht. Das aus sieben Teilsystemen bestehende Smart-Grid-Lernsystem konnte, da die Stellmöglichkeiten variabel sind, auch in einen Raum dieser Größe integriert werden. Schülerinnen und Schüler der Fachschule für Technik arbeiten an verschiedenen Teilsystemen des Smart-Grid-Lernsystems in einem Unterrichtsraum (Abb. 1 bis 3).

### **INBETRIEBNAHME DES SMART-GRID-LABORS**

Den im technischen Schwerpunkt „Netze und Schaltanlagen“ Unterrichtenden war es wichtig, gerade in der Etablierungsphase grundsätzliche Verantwortlichkeiten für das gesamte Lernarrangement innerhalb des Raums festzulegen, um technisch bedingte Stillstandzeiten zu vermeiden, die u. a. da herrühren können, dass das Lernsystem aufgrund fehlender aktueller Informationen nur in Teilen oder gar nicht nutzbar wäre.

Ein Arbeitskreis Smart-Grid-Labor wurde zu diesem Zweck eingerichtet. Für die Kommunikation nach außen, beispielsweise nach Hard- oder Softwareänderungen am Lernsystem oder Besichtigungen für interessierte Kollegen oder externe Gruppen, ist der Leiter des Labors zuständig. Er informiert zudem Kollegen über durchgeführte Maßnahmen nach technischen Änderungen am Smart-Grid-Lernsystem. Beispielhaft seien hier das Aufspielen von Software-Updates oder Veränderungen an Systemparametern der Geräte genannt. Alle Teilnehmer des Arbeitskreises sind in der Zeit der Etablierung für folgende Aufgaben verantwortlich:

- Beschaffung der notwendigen Ausstattung (Tische, Stühle, Leitungshalter (mobil), Rollcontainer und andere Schranksysteme, Beamer, ...),
- Durchführung der Experimente an den Teilsystemen unter Verwendung der Labsoft-Kurse,<sup>2</sup> um auch als unterrichtende Lehrkraft praktische Erfahrungen zu sammeln,



Abb. 1: Smart-Grid-Labor – Raumnutzung mit Teilsystemen

– Inbetriebnahme aller Teilsysteme zu einem Gesamtsystem.

### Einbindung des Smart-Grid-Lernsystems in den Fachunterricht

Für die FST existieren tabellarische Semesterfahrpläne (s. Tab. 1 mit den Themenblöcken 2 und 3 sowie Tab. 2 mit den Themenblöcken 5 und 6). In der mittleren Spalte sind Themen und wichtige Schlüsselbegriffe benannt. In der rechten Spalte sind die



Abb. 2: FST-Schüler diskutieren Messwerte einer Windenergieanlage mit doppelt gespeister Asynchronmaschine

Teilsysteme aus dem Smart-Grid-Lernsystem angeführt. Die zeitliche Gliederung des Unterrichts zu den Themenblöcken 2 und 3 bzw. 5 und 6 (S. 124/125) ist so strukturiert, dass in den drei zur Verfügung stehenden Zeitstunden acht bis zehn Schülerinnen und Schüler im Labor arbeiten. Der Zeitpunkt für die Partnerarbeit im Labor wird über einen entsprechenden Arbeitsplan festgelegt.

Die im Rahmen der häuslichen Arbeit notwendige Vorbereitung auf die Tätigkeiten an einem Teilsystem erfolgt mit der Labsoft-Kurssoftware, die den Schülerinnen und Schülern im Intranet zur Verfügung steht. Alle anderen Schülerinnen und Schüler der Klasse arbeiten im regulären Unterrichtsraum selbstständig und aufgabenorientiert. Da der Unterricht ohne Doppelbesetzung erfolgt, hält sich der Unterrichtende überwiegend im Laborraum auf, um unterstützend zu wirken. Zu Beginn eines Unterrichts erfolgt die Besprechung der Übungen aus der vorangegangenen Woche im Plenum. Nachdem die Arbeit im Smart-Grid-Labor beendet ist, erfolgt die Zusammenfassung und ebenfalls aufgabenorientierte Lernzielkontrolle zu den Themenblöcken.

Alternativ zum aufgabenorientierten Unterricht wird in einer anderen Schulklasse außerhalb des Smart-Grid-Labors gruppenorientiert gearbeitet. Die Schülerinnen und Schüler erstellen im letzteren Fall arbeitsteilig ein Informationspapier. Nachdem die Arbeit im Labor abgeschlossen ist, folgen Schülerpräsentationen und eine Ergebnissicherung.

Diese Vorgehensweise ist in Schulklassen, in denen die Schülerinnen und Schüler eine abgeschlossene

Berufsausbildung mitbringen und zudem eine genauere Vorstellung von den eigenen beruflichen Zielen besitzen, eine handlungsorientierte Möglichkeit zur Unterrichtsdurchführung.

### Teilsysteme im Einzelnen

Zu dem an der G10 eingesetzten Smart-Grid-Lernsystem des Unternehmens LUCAS NÜLLE gehören sieben Teilsysteme, die zu einem integrierten Technikersystem ausgebaut werden können. Aufgrund einer Sondersituation im Unterrichtsschwerpunkt „Netze und Schaltanlagen“ wurden auch zwei identische Teilsysteme, an denen die grundsätzlichen Zusammenhänge im Drehstromnetz an typischen Abnehmern handlungsorientiert erschlossen werden können, erworben.

Eine detaillierte Beschreibung aller nach Handlungsfeldern geordneten Lernsysteme wird auf der Homepage des Herstellers unter <http://www.lucas-nuelle.de/custom/3dlab/energie/deu/lab.html> gegeben. Das dort in ein virtuelles Labor integrierte Lernsystem ist interaktiv. Nach Mausklick auf das jeweilige Teilsystem öffnet sich ein Fenster, hinter dem sich eine Kurzbeschreibung sowie die angestrebten Lernziele des angewählten Systems befinden. Videobeiträge zu jedem System können zudem im Internet abgerufen werden.

### ZWISCHENBILANZ ZUM EINSATZ DES SMART-GRID-LERNSYSTEMS

Zum Ende des ersten Einsatzjahres des Smart-Grid-Lernsystems in der unterrichtlichen Praxis an der G10 ziehen die aktiv in dieser Lernumgebung arbeitenden Kollegen sowie die Lernenden aus den verschiedenen Schulklassen der FST im Unterrichtsschwerpunkt „Netze und Schaltanlagen“ eine sehr positive Bilanz, obgleich die räumliche Situation Brüche im Unterrichtsverlauf zur Folge hatte.

Wichtig aus Sicht aller Betroffenen war die Zuverlässigkeit der Geräte selbst. So gab es während der gesamten Nut-



Abb. 3: FST-Schüler nehmen das Photovoltaik-Teilsystem in Betrieb

Smart Grid Einsatz		Lernsystem
2	<b>Fernübertragung elektrischer Energie</b> <input type="checkbox"/> Geschichtlicher Zusammenhang <input type="checkbox"/> Netze <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verbundsysteme</li> <li>▪ Spannungsebenen</li> <li>▪ Stromleiter</li> </ul> <input type="checkbox"/> Schaltanlagen und Geräte (MS, NS)	„Sammelschiene“  <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; display: inline-block;">             Realobjekte              MS-Anlage (G10)              MS-Realmodell           </div>
3	<b>Kraftwerke</b> <input type="checkbox"/> Energiegewinnung: Kenngrößen verschiedener „Stromerzeuger“ (!) Informationsblatt (zweiseitig) <input type="checkbox"/> Netzbelastung und Einsatzplanung	„KWEA“ „PV“ („WEA“ im 2. Semester)

Tab. 1: Semesterfahrplan (FST) für zwei Themenblöcke des ersten von zwei Semestern im Schwerpunkt „Netze und Schaltanlagen“. Die in Block 2 gerahmten Elemente sind Realobjekte; sie werden besichtigt und sind Lerngegenstand eines Unterrichtsprojektes. (MS: Mittelspannung, NS: Niederspannung, KWEA: Kleinwindenergieanlage, PV: Photovoltaik, WEA: Windenergieanlage).

zungszeit keine diesbezüglichen Ausfälle. Positiv anzumerken ist, dass Schülerinnen und Schülern die Gelegenheit gegeben war, sich im Rahmen ihrer häuslichen Vorbereitung mit den für sie relevanten Geräten in ihrem individuellen Lerntempo vertraut zu machen und sich gezielt auf die durchzuführenden Experimente zum Teilsystem vorzubereiten. Die digitalen Dokumente wie Betriebsanleitungen sowie die als Selbstlernmedium konzipierte Kurssoftware waren geeignete Medien zur Erarbeitung des notwendigen Vorwissens zur produktiven Nutzung des Teilsystems. Diese Faktoren sind insofern zentral, als sie die Basis für selbstständiges und -tätiges Arbeiten der Schülerinnen und Schüler sind, ohne dass zusätzliche Unterrichtszeit oder Vorbereitungszeit von Seiten der Lehrenden benötigt wird.

Fragen in Bezug auf Software Updates, Busadressen einzelner Geräte sowie deren Einbindung in das System als auch Fragen zu Messergebnissen selbst können dank des guten herstellerseitigen Serviceangebots umgehend geklärt werden. Damit ist sichergestellt, dass alle Schülerinnen und Schüler Lernziele auch via Blended Learning erreichen können. Aufgrund des Zusammenspiels der Kurssoftware mit den einzelnen Geräten im jeweiligen Teilsystem haben diese für die Schülerinnen und Schüler einen hohen Aufforderungscharakter, umgehend mit der praktischen Arbeit zu beginnen.

Bisherige Erfahrungen zeigen, dass diese anfängliche Motivation erfreulicherweise über die gesamte Arbeitszeit bestehen bleibt. Die Auswertung der durchgeführten Schülerfeedbacks bestätigt die

Beobachtungen der Kollegen und macht auch deutlich, dass sich die Schülerinnen und Schüler mehr Arbeitszeit im Smart-Grid-Labor wünschen. Zudem ist festzustellen, dass die Smart-Grid-Lernumgebung interdisziplinäres Arbeiten unterstützt, indem nun an diesem Lernort auch Inhalte zu Drehstrommaschinen, die sonst ausschließlich am Schwerpunkt „Maschinen und Antriebe“ thematisiert werden, mit einem neuen Fokus aufgegriffen werden.

## AUSBLICK

Mit der im Smart-Grid-Labor begonnenen Arbeit ist nicht allein eine Veränderung der Unterrichtsinhalte, sondern auch die Ausdehnung des zeitlichen Umfangs der Lerneinheiten verbunden. Mit Blick auf die in Leistungsnachweisen aufgeführten Inhalte, die vielfach auch Gegenstand von Prüfungsaufgaben sind, ist regelhafte Abstimmung unter den im Fachschwerpunkt „Netze und Schaltanlagen“ unterrichtenden Kollegen notwendig. Voraussetzung ist es, die für die Teilsysteme bestehenden Arbeitsaufgaben fortzuentwickeln, indem die vom Hersteller bereitgestellte Kurssoftware – sie bezieht sich allein auf das jeweilige Teilsystem – von den Lehrenden dahingehend überarbeitet wird, dass die Kursinhalte einen stärkeren Bezug zu realen Tätigkeiten aus der beruflichen Praxis erhalten.

Würde die Arbeitszeit im Smart-Grid-Labor erhöht, um beispielsweise die Arbeit an einem Teilsystem in einen Arbeitsprozess zu integrieren oder weitere Teilsysteme kennenzulernen, wären die konventionellen Inhalte, obwohl gleichermaßen relevant, nicht mehr in der selben didaktischen Tiefe zu thematisieren. Eine Erhöhung der wöchentlichen Unterrichtszeit könnte dies ausgleichen.

Interdisziplinäres Arbeiten zu ermöglichen, ist ein wesentliches Anliegen der curricularen Arbeit an der G10. So besteht die Überlegung, dass im Rahmen einer Projektwoche am Ausbildungsende Schülerinnen und Schüler, die bereits intensiv mit den Teilsystemen in Kontakt gekommen sind, das sieben Module umfassende Gesamtsystem als Smart Grid in Betrieb nehmen. Das zu lösende Kernproblem kann beispielsweise darin bestehen, für bestimmte Netzzustände Einspeise- und Lastabwurfbedingungen mit Hilfe LUCAS NÜLLE eigenen SCADA-Tools zu programmieren und zu visualisieren. Zum Ende des über zwei Semester laufenden Unterrichts könnte unter der Voraussetzung einer größeren Wochenstundenzahl das zuvor beschriebene Projekt in Teilen realisiert werden.

Smart Grid Einsatz		
5	<b>Bemessung elektrischer Leitungen</b> <input type="checkbox"/> Allgemeine Grundsätze der Projektierung <input type="checkbox"/> Kenngrößen: $R'$ , $L'$ , $C'$	„Freileitung“
6	<b>Spannungsfall auf Drehstromleitungen (einseitige und zweiseitige Speisung)</b> <input type="checkbox"/> Ersatzschaltbild einer Anlage <input type="checkbox"/> Spannungsfall auf einer am Ende belasteten Leitung <input type="checkbox"/> Spannungsfall auf einer an mehreren Stellen belasteten Leitung <input type="checkbox"/> Spannungsfall auf einer Ringleitung Projektaufgabe mit Software-Tool	„Sammelschiene“

Tab. 2: Themen zum Ende des ersten/Beginn des zweiten Semesters im fachlichen Schwerpunkt „Netze und Schaltanlagen“

Die Etablierung eines offen gestalteten Lernsystems, das auch in pädagogisch-didaktischer Hinsicht den gedanklichen Leitlinien der G10 folgt, war im Vorfeld der Beschaffung eine weitere wesentliche Anforderung. Die Entscheidung zugunsten des vom Hersteller LUCAS NÜLLE konzipierten Lernsystems fußt auf der Eigenschaft, auch offen bezüglich der Lernformen zu sein.

Abschließend muss darauf hingewiesen werden, dass das übergeordnete Ziel, Unterrichtsverläufe künftig stärker an Kompetenzen aus dem Berufsfeld Energie-

technik auszurichten, wesentlich dazu beigetragen hat, dass die an der G10 getroffene Entscheidung zugunsten des in diesem Beitrag beschriebenen Lernsystems ausgefallen ist. Die im Rahmen eines Lern Management System (LMS) basierten Unterrichts auf Förderung und Stärkung der Selbstlernkompetenz zielende asynchrone Gestaltung von Lehr- und Lernformen ist aufgrund der Architektur der Lucas Nülle eigenen Kurssoftware-Plattform möglich. Neu gewonnene Frei- und Zeiträume können dann zur gezielten Unterstützung auch leistungsstarker Schülerinnen und Schüler auf dem von ihnen gewählten Lernweg genutzt werden.

**ANMERKUNGEN**

- 1) Ausführlich: siehe STETZA/REDLING (2013).
- 2) Labsoft (L@bsoft) ist die von LUCAS NÜLLE entwickelte Kursplattform.

**LITERATUR**

STETZA, A./REDLING, R. (2013): Energienetze der Zukunft – Smart-Grid-Lernsysteme in der unterrichtlichen Praxis. Ein Fallbericht. In: bwp@ Spezial 6 – Hochschultage Berufliche Bildung 2013, Fachtagung 08. Online: [http://www.bwpat.de/ht2013/ft08/stetza\\_redling\\_ft08-ht2013.pdf](http://www.bwpat.de/ht2013/ft08/stetza_redling_ft08-ht2013.pdf) (03.07.2014)

## SmartGrid-Control: IT- und ET-Kopplung an einem realen Industrie-4.0-Lernsystem

Smart Grid stellt, verbunden mit dem Anspruch der Nachhaltigkeit, ein Zukunftsfeld dar. Um die Stabilität der Netze sicherzustellen, müssen künftig Stromerzeuger, Netzbetreiber und Verbraucher viel enger miteinander kommunikativ vernetzt werden als bisher. Die Vernetzungsstrategie muss in der beruflichen Bildung vermittelt werden. Dazu entwickeln Technische Assistenten Elektrotechnik am Leo-Symphor-Berufskolleg Minden (LSBK) aktuell das Industrie-4.0-Lernszenario „SmartGrid-Control“. Neben diesem technischen Lernszenario stellt es gleichzeitig ein umweltpolitisches Lernszenario dar, in dem das nachhaltige Zusammenwirken künftiger SmartGrid-Energienetze mit bewusstem Verbraucherverhalten „anschaulich und begreifbar“ in einem interaktiven, d. h. vom Nutzer beeinflussbaren, Prozess nicht nur für angehende Elektrofachkräfte erfahrbar wird.<sup>1</sup>



REINHARD GEFFERT

**INTELLIGENTE STEUERUNG FÜR REGENERATIVE ENERGIEVERSORGUNG**

Jahrzehntelang war es gelebte Praxis, den preiswerten Strom aus der Steckdose ohne Nachdenken zu benutzen. Doch mit dem Aufbau regenerativer statt

nuklearer Energieerzeugung ist zuerst einmal der auch wegen der EEG-Umlage (Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien, Kurztitel Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG) gestiegene Strompreis beim Verbraucher angekommen. Aber statt den Verbrauchern

Hilfestellung und Mut zum aktiven kostensenkenden Energiesparen zu vermitteln, fordern Verbraucherschützer trotz des hohen Wirkungsgrads lieber die Abkehr von Offshore-Windanlagen. Damit zeigen sie deutlich, dass die Akzeptanz der Energiewende noch längst keine Selbstverständlichkeit geworden ist, obwohl die Atomkraftwerke weiterhin jedes Jahr etwa 12.000 Tonnen hochradioaktiven Müll erzeugen, für den es bisher kein Endlager gibt.

Generell haben wir alle ein hohes Maß an Umweltbewusstsein. Im Einzelnen mangelt es aber offensichtlich an der Bereitschaft zur persönlichen Verhaltensänderung, die einen wichtigen Beitrag liefern würde, auch wenn jeder nur ein kleiner Teil eines zusammengefasst riesigen ökologischen Gesamtsystems ist.

„Es muss ein mentaler Wandel in den Köpfen der Menschen etabliert werden, damit sie mehrheitlich bereit sind, Tag für Tag ihren persönlichen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Und genau diese womöglich nur sehr kleinen persönlichen Verhaltensänderungen sind dringend notwendig, damit der längst nicht mehr aufzuhaltende Klimawandel auf erträgliche Werte begrenzt wird.“ Dieses Statement von Prof. Dr. GERHARD DE HAAN, Vorsitzender des Nationalkomitees der UN-Dekade Deutschland, anlässlich der Fachtagung „Prima Klima?! – Ideen und Konzepte für nordrhein-westfälische Schulen zum Klimawandel“ im Gustav-Stresemann-Institut Bonn am 7. November 2007, ist seit nunmehr sechs Jahren Richtschnur für das Handeln am LSBK im Rahmen der „Schule der Zukunft in NRW“-Aktivitäten.

Doch wie sag ich's meinem Kinde, respektive dem Auszubildenden, und zwar so, dass auch die jetzige Generation der Auszubildenden sich nachhaltig daran beteiligt, die eigene Zukunft umweltverträglich zu gestalten? Diese rhetorische Frage macht deutlich, dass ein erhobener Zeigefinger oder die Informationsflut im Netz allein noch keine Lösung produzieren. Gefragt sind pädagogische Lösungen, die visuell und haptisch unterstützt im beruflichen (Ausbildungs-)Alltag getreu dem Motto „Zukunftsvisionen schon heute real erlebbar machen“ integriert werden können.

Smart Grid – die Koppelstelle zwischen Erzeugung und Verbrauch elektrischer Energie mit dem Anspruch der Nachhaltigkeit – stellt

ein solches Zukunftsfeld dar. Um die Stabilität der Netze bei wachsendem Anteil regenerativer und damit fluktuierender Energien sicherzustellen, müssen künftig Stromerzeuger, Netzbetreiber und Verbraucher viel enger miteinander kommunikativ vernetzt werden als bisher. Zur Vermittlung von Überblickswissen und mehr dient jetzt das von den Technischen Assistenten Elektrotechnik am Leo-Symphor-Berufskolleg Minden realisierte Industrie-4.0-Lernszenario „SmartGrid-Control“.

## ENERGIE AKTIV UND PFIFFIG „BE“NUTZEN

Basis der mehrjährigen stufenweisen Systementwicklung, an der sich nacheinander mehrere Klassen der Technischen Assistenten Elektrotechnik beteiligten, war ein Brainstorming zur Frage der zu verändernden Energienutzung. Als der Strom noch unbeachtet aus der Steckdose kam, war die Nachtaktive Nutzung erwünscht, weil tagsüber deutlich mehr Energie verbraucht wurde als in der Nacht. Da jetzt der Anteil der erneuerbaren Energien steigt, ist ein Paradigmenwechsel zur Tag-aktiven Nutzung notwendig, denn Photovoltaik-Anlagen produzieren ihren Strom am Tag. Auch Windenergie ist generell wetterabhängig. Hier hilft nur intelligente Nutzung nach dem Motto: Wenn der Wind weht oder die Sonne scheint – Energienutzung EIN. Dieses aktive Mitdenken und -handeln zum optimierten Einsatz regional erzeugter und verbrauchter Energie wird noch lange Zeit notwendig sein, denn die ausreichende Zwischenspeicherung überschüssiger regenerativer Energie z. B. durch Pumpspeicherwerke (Abb. 1) wird noch lange auf sich warten lassen. Deshalb ist nachhaltiges Handeln verantwortungsbewusster Menschen beim Energiesparen dringend erwünscht:

- Geräte aktiv abschalten statt stand-by,
- Energienutzung für Heiz-, Kühl- und Waschgeräte vorwiegend Tags einschalten bei Sonne/Wind,

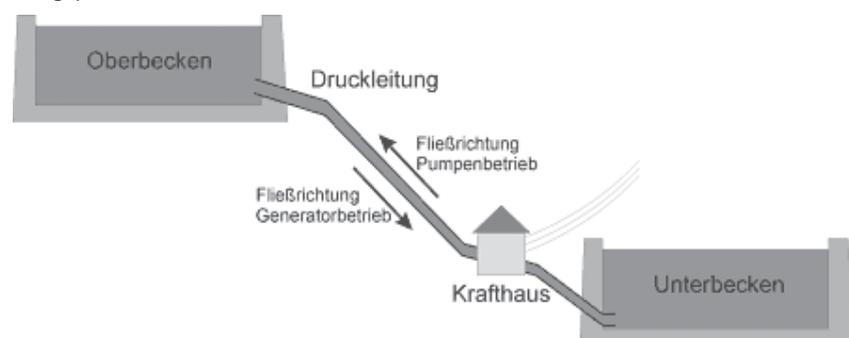


Abb. 1: Schema eines Systems „Pumpspeicherwerk“

– nachhaltiger Umgang mit Lichtenergie durch bewusstes Abschalten bzw. tageslichtabhängiges Dimmen.

Oder anders formuliert: Aus Energie passiv nutzen wird Energie intelligent bzw. pfiffig „be“nutzen = Smart Energy. Und so stand es am 08.06.2012 bei Spiegel-Online im Netz:

„Die Energiewende könnte viel effizienter sein: Laut einer Studie, die SPIEGEL ONLINE vorliegt, würde der Strombedarf zu bestimmten Tageszeiten deutlich sinken – wenn man Netze, Fabriken und Haushaltsgeräte mit moderner Kommunikationstechnologie aufrüstet. (...) Denn auch die Stromversorgung schwankt immer stärker, je mehr Solar- und Windanlagen ans Netz gehen. Anders als zum Beispiel Kohlekraftwerke liefern diese nur dann Strom, wenn die Sonne scheint und der Wind weht. Das Stromnetz der Zukunft soll diese Schwankungen mittels moderner Kommunikationstechnologie ausgleichen: Ein Kühlhaus etwa soll mit voller Kraft arbeiten, wenn das Stromangebot besonders hoch ist. Sinkt das Angebot, kann es sich eine Weile abschalten und Energie sparen, so lange, bis sich die Temperatur einem zulässigen Höchstwert nähert.“ (SCHULZ 2012)

Unter dem Slogan „SmartStart“ wirbt die Gütersloher Firma MIELE & CIE. KG für Haushaltsgeräte, die eine Kopplung von Energieangebot und Energieverbrauch zulassen:

„Im Rahmen des intelligenten Stromnetzes, dem Smart Grid, werden Strompreise angeboten, die im Tagesverlauf variieren. Smart Grid-fähige Hausgeräte können automatisch zu einer Zeit gestartet werden, wenn der Strom zu günstigen Preisen im Netz verfügbar ist. Diese SmartStart-Funktion von MIELE ermöglicht mit Hilfe eines digitalen Stromzählers (Smart Meter) Ihres Energieversorgers die einfache Umsetzung solcher Tarifoptionen.“ (MIELE 2013)

Zudem hat die Bundesregierung 2012 eine „Verordnung zu abschaltbaren Lasten“ auf den Weg gebracht. Sie bezieht sich auf solche Unternehmen, die rund um die Uhr Strom in erheblichen Mengen verbrauchen und gleichzeitig in der Lage sind, ohne nachteilige Eingriffe in ihren Produktionsprozess kurzfristig ihre Verbrauchsleistung zu reduzieren oder nahezu komplett einzustellen. Diese Lastmanagement-Möglichkeiten, den Stromverbrauch zu verringern (d. h., Lasten abzuschalten), sollen zukünftig die Übertragungsnetzbetreiber nutzen können, um so die Stromnetze bei z. B. wetterbedingten Energie-Unterangeboten zu stabilisieren. (vgl. SCHEVEN/PRELLE 2012)

## SMARTGRID-CONTROL: ENERGIEMIX MIT PUMPSPEICHERWERK

### Automatisierungstechnik zur Umsetzungsoptimierung

Beruflichkeit ist funktional betrachtet ein Produkt der gesellschaftlichen Arbeitsteilung: Die übergroße Vielfalt möglicher Arbeitsanforderungen und Qualifikationsprofile in ausdifferenzierten Gesellschaften wird auf eine Anzahl standardisierter Berufsbilder reduziert. Das erleichtert Arbeitgebern und Arbeitnehmern die Orientierung auf dem Arbeitsmarkt.

Wenn also der Beruf eine dauerhafte, auf Spezialisierung der Fähigkeiten und Kompetenzen beruhende Form der Bereitstellung von Arbeitsvermögen ist und Fachlichkeit das Kriterium für die Qualität der immanenten Fertigkeiten und Kenntnisse, welche Profilbildung in Beruflichkeit und Fachlichkeit braucht dann die Industrie 4.0 z. B. für den Aufbau der notwendigen Kombikraftwerk-Technologie?

Die Wege zu solchen Profilbildungen im Rahmen beruflicher Ausbildung werden vielfältig sein. Smart-Grid-Control stellt als einen ersten Schritt dazu als „Schule-der-Zukunft“-Lernsystem das Zukunftsfeld regenerativer Energieversorgung vor, in dem dezentrale ET- und IT-Systeme hier beispielhaft funkgestaltet zu einem intelligenten Gesamtsystem zusammenwachsen.

### Systemkonzeption

Das SmartGrid-Control-System umfasst zentral die IT-gesteuerte Vernetzung (Energy Intelligence System, Fa. ADIRO) eines simulierten Gas-Kraftwerks sowie interaktive Wind- und Sonnenenergieerzeugung mit energie-effizient leistungsgesteuerten Verbrauchern (Pulsweiten-Modulation) einerseits und eine funkgestaltete SPS-Steuerung für ein 3-Liter-Pumpspeicherwerk-Modell andererseits. Das SPS-Programm errechnet und realisiert autonom agierend aus den IT-Daten flexibel und intelligent optimale Speicherwerk- und Netz-Bedingungen.

Das System wurde in einem dreijährigen Entwicklungsverfahren von Oberstufe-Klassen im Zusammenspiel von Theorieunterricht zur Entwicklung und Fachpraxisunterricht zur eigenständigen Realisierung aufgebaut. Die Systemcollage (Abb. 2) zeigt die integrierten ET-Subsysteme:

– verstellbarer Windsimulator und Windrad-Generator mit analoger Kennlinienanpassung für Einheits-signal 0 bis 10 V,

- verstellbarer Sonnenlichtsimulator und Photovoltaik-Zelle,
- Lastsystem Förderpumpe mit energieeffizienter Pulsweitesimulation PWM und direkt gekoppelter Oszilloskop-Anzeige,
- Ampelleuchte zur Darstellung des aktuellen Smart-Grid-Energiestandes gut (grün), Mangel (rot), Überschuss (gelb),
- funkverbundene SPS-Steuerung mit realem 3-Liter-Pumpspeicherwerk-Modell, die autonom agierend aus den IT-Netzdaten flexibel und intelligent optimale Speicherwerk- und Netz-Bedingungen errechnet und realisiert. Zentrale Komponenten sind dabei die Pumpe und die Schaufelrad-Turbine.

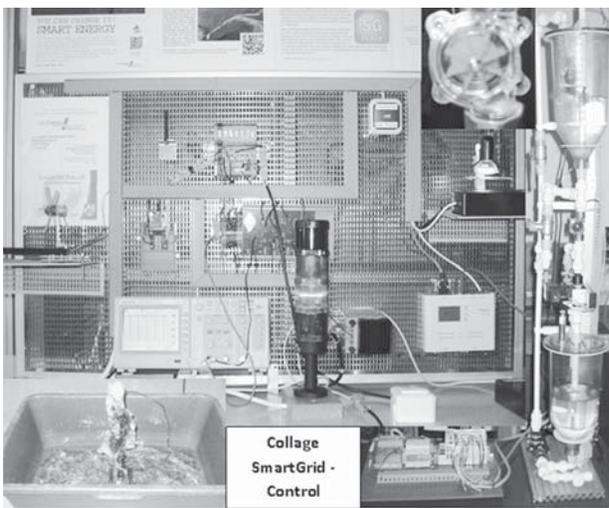


Abb. 2: Systemcollage „SmartGrid-Control“

### Industrie 4.0: Kombikraftwerk durch ET-/IT-Kopplung

Intelligentes Herz der Anlage ist das von Fa. ADIRO entwickelte „Energy Intelligence System EIS“ (Abb. 3). Das System empfängt die oben beschriebenen Einheitssignale der Subsysteme über die EASY-Box der Fa. FESTO mittels USB-Kopplung. Es berechnet mit ergänzender Kraftwerkssimulation wie z. B. einer bedarfsabhängigen Gasturbine den aktuellen Energiemix-Status und liefert dabei die notwendigen Regeldaten hier per Funk an das autonome Pumpspeicherwerk. Dabei wird das reale Pumpspeicherwerk-Niveau rückgekoppelt und exakt auf der Simulationsfläche im EIS abgebildet. Im Handmodus können zudem geeignete Pumpspeicherwerk-Funktionen in Abhängigkeit vom Statusampel-Lichtsignal auch von Lernenden per Taster-Funktion realisiert werden. Das interaktive Zusammenspiel mit verstellbaren Energieerzeugern (Potentiometer für variable Wind- und Sonnensimulation) und virtuellem Was-

serkocher verdeutlicht dabei den Lernenden die Stabilitätsproblematik im Kontext der Kombikraftwerke.

Das verantwortungsbewusste Verbraucherverhalten wird zudem durch die integrierte Waschmaschine angesprochen. Sie wurde mit einer „SmartStart“-Funktion ausgestattet, d. h., sie startet nach dem Einschalten ihr Waschprogramm mit zeitgesteuerten unterschiedlichen Energieverbräuchen erst, wenn eine ausreichende Energieeinspeisung gegeben ist (vgl. ADIRO 2014).

### AUSBLICK UND TRANSFER

Das real erstellte SmartGrid-Control-Projekt zur Energiewende dient auch allen dualen Elektroklassen im LSBK als Lernanlage. Es fungiert zudem als von Schülerinnen und Schülern begleitetes Ausstellungsprojekt auf Klima-Messen etc. der Region. Mehrfach wurde es öffentlich präsentiert, z. B. auf den „9. Holztagen Mindenerwald“ des Kreises Minden-Lübbecke mit den Sonderthemen „Umwelt“ und „Energie“ im März 2014. Dabei wurde den angehenden Elektrofachleuten im Rahmen ihres „Messestand-Schichtdienstes“ schnell klar, dass der Aufruf zum bewussten Energieverhalten zwar in aller Munde, aber die Anzahl der Menschen, die sich zu diesem Thema konkret informieren wollen, dennoch relativ klein ist.

SmartGrid-Control diente zudem im Juni 2014 als Lernträger an den Projekttagen der Mindener Kurt-Tucholsky-Gesamtschule im Rahmen des von der Deutschen UNESCO-Kommission offiziell anerkannten Bildungsprojektes der Stadt Minden „Klima für Energiewandel – eine Herausforderung“ (vgl. BNE MINDEN 2013).

Im Herbst 2012 entstand eine Kooperation zu den Schülerinnen und Schülern der Technischen Assistenten-Klassen der Gestaltungstechnik im LSBK. Die Schüler/-innen entwickelten nach einer Systemdemonstration Plakate, die anregen sollen, persönlich entsprechend den Anforderungen an „SmartEnergy“ zu handeln. Die Ausrichtung erfolgte auf die Zielgruppe junger Menschen. Dementsprechend wurde ein QR-Code integriert, der über ein Smartphone den direkten informativen Zugriff auf die AGENDA21-Seite des LSBK vermittelt.<sup>2</sup> Die aktuellen Aktivitäten rund um die SmartGrid-Problematik können somit direkt aufgerufen werden. (LSBK MINDEN 2014)

Seit 2003 läuft im Rahmen der AGENDA21-Aktivitäten am Leo-Symphor-Berufskolleg Minden das vom Fachbereich Elektrotechnik initiierte „Lokale

Aktionsprogramm für die nachhaltige Entwicklung von umweltentlastenden Verhaltensweisen durch Energieeffizienz in Industriellen Prozessen & Haushalts-Anwendungen“ (vgl. GEFBERT 2006). Es wird in der aktuellen 4. NRW-Landeskampagne „Schule der Zukunft“ bis Ende 2014 vom Anspruch „YOU CAN CHANGE IT! SMART ENERGY“ geprägt und dabei auf „Smarte Energielandschaften“ erweitert. Anfragen an den Fachbereich sind erwünscht unter e-elektro@lsbk.de.

**ANMERKUNG**

1) Die Anlage steht allen Auszubildenden im LSBK als nachhaltiges Lehr- und Lernobjekt zur Verfügung. Darüber hinaus wird sie u. a. bei der Kooperation mit der Mindener BNE-Bildungskampagne „Klima für Energiewandel – eine Herausforderung“ eingesetzt (BNE MINDEN 2013).

SmartGrid-Control wurde im März 2014 während eines „Abends der Nachhaltigkeit“ vor 300 Gästen durch Jurysprecher Dr. HEINRICH BOTTERMANN, Generalsekretär der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, mit dem Nachhaltigkeitspreis der Umweltstiftung der ostwestfälischen Wirtschaft ausgezeichnet.

2) Für Interessenten der QR-Code:



**LITERATUR**

ADIRO (2014): Online: <http://www.adiro.com/de/lernsysteme/software/index.php> (03.07.2014)

BNE MINDEN (2013): Online: <http://www.minden.de/internet/page.php?typ=2&site=7000657> (03.07.2014)

GEFFERT, R. (2006): „Agenda 21 in der Schule“ – Lehren & Lernen für eine nachhaltige Entwicklung von umweltentlastenden Verhaltensweisen im Beruf und im Privatleben. In: lernen & lehren, Sonderheft 2, S. 43-48

LSBK MINDEN (2014): Online: [http://www.lsbk.de/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=100003](http://www.lsbk.de/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=100003) (03.07.2014)

MIELE (2013): Online: [http://www.miele.de/de/haushalt/produkte/44669\\_44674.htm](http://www.miele.de/de/haushalt/produkte/44669_44674.htm) (03.07.2014)

VON SCHEVEN, A./PRELLE, M. (2012): Lastmanagement-Potentiale der stromintensiven Industrie. Online: <http://www.maschinenmarkt.vogel.de/themenkanale/erneuerbareenergien/articles/384615> (03.07.2014)

SCHULZ, S. (2012): Intelligente Systeme können Stromverbrauch drastisch senken. <http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/smart-grid-kann-nachfrage-nach-strom-energie-drastisch-senken-a-837517.html> (03.07.2014)

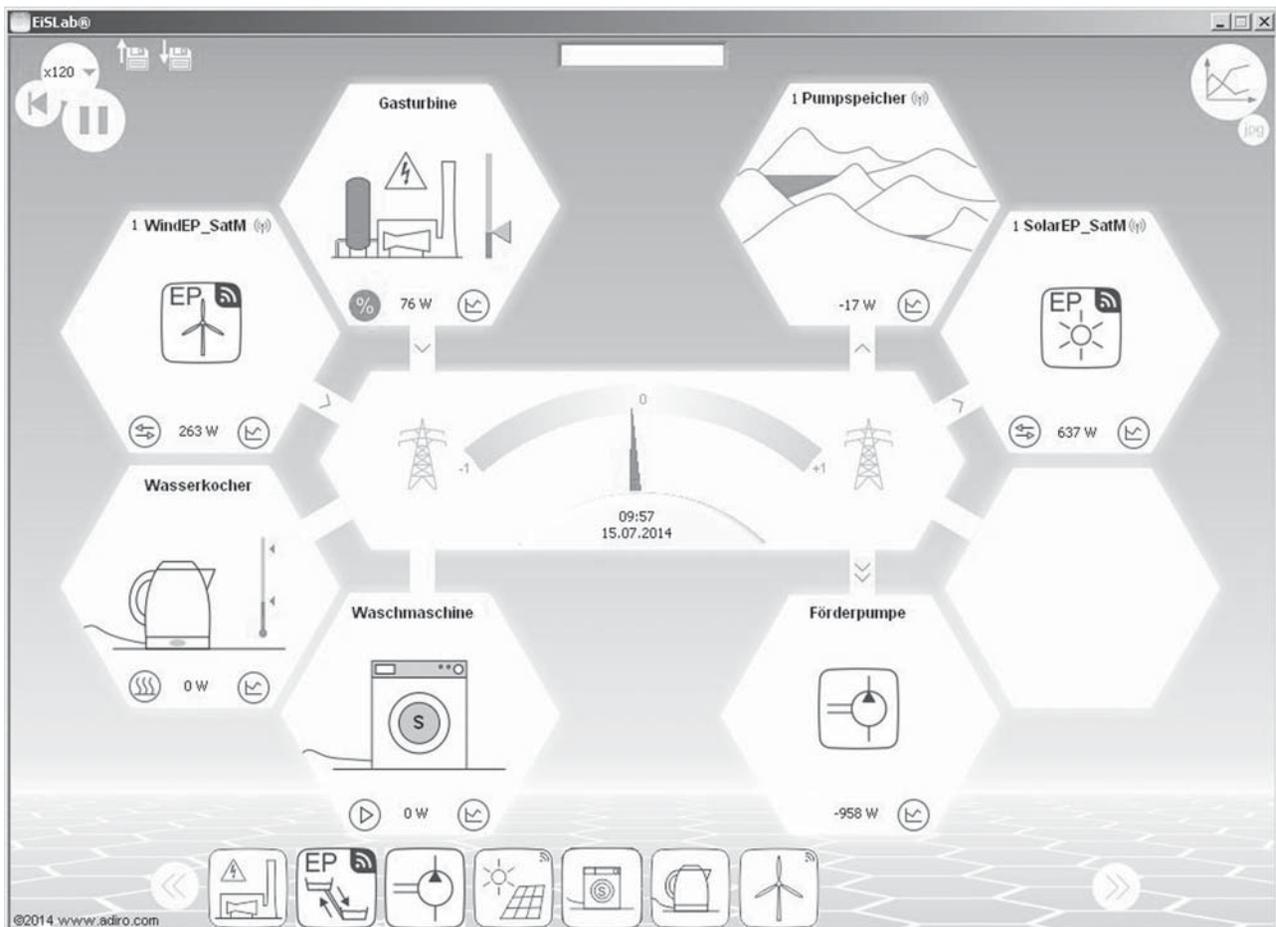


Abb. 3: Energy Intelligence System (EIS)

## „Lernfeldgespräche“ – Erfahrungsaustausch der Praktiker/-innen an berufsbildenden Schulen (Teil 1)



ECKEHARD HEYDT



UTA KUHBACH



ANDREAS LINDNER



PETER STENGEL

An der Georg-Schlesinger-Schule, dem Oberstufenzentrum für Maschinen- und Fertigungstechnik in Berlin, fand ein Erfahrungsaustausch über den Umgang mit Lernfeldern in der berufsschulischen Praxis statt. Konkretisiert wurden die Aussagen anhand des Ausbildungsberufes „Industriemechaniker/-in“. Zustandekommen, Ablauf, Ergebnisse und Fortführung der nicht alltäglichen Veranstaltung werden nachfolgend vorgestellt. Zugleich wird deutlich, dass auch fast 20 Jahre nach Einführung des Lernfeldkonzepts viel Gesprächsbedarf besteht und die schulischen Umsetzungen so verschieden sind wie die Schulen selbst. Letztlich stellt sich die Frage nach Bildungsföderalismus und Unterstützung von Schulen wie Lehrkräften.

### FORTBILDUNGSTHEMA „LERNFELD“

Spätestens seit den Neuordnungen der Metall- und Elektroberufe in den Jahren 2002 bis 2004 hat das Lernfeldkonzept auch diese Berufsfelder erreicht. Handreichungen der KMK, Lehrplanrichtlinien und landesweite Empfehlungen fußen auf kompetenzbasierten Lernfeldern. Deren Einführung kam für viele Lehrkräfte an berufsbildenden Schulen überfallartig und nahezu ohne wissenschaftliche Begleitung. Seitdem bemühen sich die Berufsschulen mit wechselnder Intensität und durchaus unterschiedlichem Erfolg um eine Umsetzung der Lehrplanvorgaben in die Praxis. Davon zeugen u. a. viele kleine und größere Veröffentlichungen in der Fachpresse. Viele andere Versuche in den Kollegien, teilweise unter Zuhilfenahme der Universitäten, sich intern fortzubilden und dem Konzept weiter zu nähern, bleiben überregional meistens unbeachtet.

In einer Fortbildungsveranstaltung an der Universität Flensburg haben Lehrkräfte der Georg-Schlesinger-Schule in Berlin, einem Oberstufenzentrum vorwiegend für fertigungstechnische Metallberufe, u. a. auf Basis einer Literaturrecherche versucht, die Unterrichtsorganisation und die Auswahl der Lernsituationen weiter zu verbessern. Bei Studium etwa des

Artikels der Münchener ANTONITSCH und RIEDL (2013) sowie von BERBEN aus Hamburg (2014) kam die Idee auf, im Rahmen einer Konferenz mit Vertretern unterschiedlich strukturierter Berufsschulen aus möglichst vielen Bundesländern verschiedene Arten der Unterrichtsorganisation und der Herangehensweise bei der Findung von Handlungsträgern darzustellen und sich über die jeweiligen Vorzüge auszutauschen. Aus diesem Grund luden die Georg-Schlesinger-Schule und das Institut der Universität Flensburg für den 12. und 13. Juni 2014 Vertreter der Gewerbeschule 1 (Hamburg), des Berufsbildungszentrums Mölln (Schleswig-Holstein), des Staatlichen Berufsbildungszentrums Riesa (Sachsen), des Oberstufenzentrums Elbe-Elster Elsterwerda (Brandenburg), des Staatlichen Berufsbildungszentrums des Saale-Orla-Kreises (Thüringen) und der Berufsschule für Fertigungstechnik in München (Bayern) ein. Außerdem nahmen Studierende der TU Berlin unter Leitung von Prof. Dr. FRIEDHELM SCHÜTTE, der Universität Flensburg unter Leitung von Prof. Dr. VOLKMAR HERKNER und Referendare des Berliner Fachseminars Metalltechnik an der Veranstaltung teil.

Ort	Land	Charakteristikum	Schülerzahl	Lehrerzahl	Besonderheit
Berlin	Berlin	Schwerpunkt duale Ausbildung Metall (1.400 SuS BS)	1.800	90	auch Berufe der Verkehrstechnik
Elsterwerda	Brandenburg	gemischtes Angebot (600 SuS BS)	2.300	90	5 Standorte, weit verteilt
Hamburg	Hamburg	metalltechnische Kernberufe (900 SuS BS)	1.400	73 (zzgl. Sozialarbeiterstellen)	Hamburger Übergangsmodell
Mölln	Schleswig-Holstein	gemischtes Angebot (11 Abteilungen, 2.300 SuS BS, 280 Metall)	3.800	220	3 Standorte, StudiLe, RBZ
München	Bayern	Schwerpunkt Metalltechnik, ausschließl. Teilzeit / BS (1.943 SuS BS)	1.943	63	DBFH, internationale Partnerschaften
Pößneck	Thüringen	gemischtes Angebot (300 SuS BS Pößneck)	800, 400 davon in Pößneck	29	2 Standorte, starke Rückgänge der Schülerzahlen
Riesa	Sachsen	Bereiche Technik und Wirtschaft (320 SuS BS Technik)	1.000	45	Zusammenlegung nach Schülerzahlrückgängen

Tab. 1: An den Lernfeldgesprächen teilnehmende Schulen (SuS = Schülerinnen und Schüler; BS = Berufsschule; StudiLe = Studium und Lehre; RBZ = Regionales Berufsbildungszentrum; DBFH = Duale Berufsausbildung mit Fachhochschulreife)

## LERNFELDGESPRÄCHE ZUM SCHULÜBERGREIFENDEN AUSTAUSCH

Nach einer kurzen persönlichen Vorstellung der Teilnehmer/-innen präsentierten sich die verschiedenen Berufsschulen und stellten ihre jeweiligen Strukturen vor. Es wurde deutlich, dass die Millionenstädte München, Hamburg (Stadtstaat) monogewerblich mit wenigen Berufen und Berlin (Stadtstaat) mit einem etwas breiteren Berufsspektrum sowie einer großen Schülerzahl und sehr großen Kollegien aufgestellt sind, während die anderen Berufsschulen typische Schulen mit einem breiten Berufsspektrum und vergleichsweise kleinen Metallabteilungen (Schüler- und Lehrerzahlen) repräsentieren (Tab. 1). Somit war es gelungen, ein breites Spektrum mit vielen verschiedenen Bedürfnissen, Organisationsformen und Voraussetzungen an einen Tisch zu bringen. Es sei dahingestellt, ob die Auswahl repräsentativ im statistischen Sinn war, sie stellte sich jedoch für den Verlauf als sehr befruchtend dar.

Augenfällig war von Beginn an die sehr unterschiedliche Ausstattung der einzelnen Schulen mit Ressourcen (Finanzmitteln, Unterrichtsräumen, Lehrpersonal in Alter, Anzahl und Ausbildung sowie Fachkräften wie z. B. Fachpraxislehrer/-innen oder Labortechniker/-innen zum Betrieb der Werkstätten). Hierdurch werden Rahmenbedingungen durch mehr oder weniger expliziten politischen Willen gesetzt, die die Möglichkeiten und Organisationsformen der Umsetzung des Lernfeldkonzepts massiv regulie-

ren. Veränderungen benötigen offenbar Freiraum und Mittel. Einiges kann – dies zeigten die Beispiele – durch Kreativität und persönlichen Einsatz kompensiert werden, doch sind diesem Prozess Grenzen gesetzt.

Zügig wurden bei der Vorstellung der Schulen auch die föderal bedingten Unterschiede im Umgang mit dem KMK-Rahmenlehr-

plan und den KMK-Handreichungen offensichtlich. Viele Bundesländer führten den KMK-Rahmenlehrplan unverändert ein. Demgegenüber weisen Hamburg und Bayern eigene Unterrichtsfächer aus, die jeweils mehrere Lernfelder zusammenfassen. Während in Bayern zentral vom Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB) in München die Fächer – auch durch Verschiebung einzelner Lernfelder über die Ausbildungsjahre hinweg – geschaffen wurden, führte die Hamburger Berufsschule diese Arbeit im Auftrag selbst durch, da sie in diesem Bundesland die einzig betroffene Schule ist. Dadurch ergeben sich dann in der Bewertung der Lernfelder in den Zeugnissen und z. B. im Hinblick auf die Vergabe eines beruflichen Abschlusszeugnisses (und damit die „Wichtigkeit“ einzelner Lernfelder aus Schülersicht) deutliche Unterschiede, die ihrerseits den Umgang mit der Umsetzung erheblich beeinflussen.

*Fortsetzung in Heft 116*

## LITERATUR

- ANTONITSCH, M./RIEDL, A. (2013): Unterrichtsentwicklung in Lernfeldern – Organisation, Lerninhalte und didaktische Ausgestaltung. In: lernen & lehren, 28. Jg., Heft 111, S. 119–126
- BERBEN, TH. (2014): Schulorganisation für den Paradigmenwechsel „Lernfeld“. In: lernen & lehren, 29. Jg. Heft 113, S. 4–12

**Liebe Leserinnen und Leser,**

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

Ab dem dritten Quartal 2015 sind derzeit folgende Themenschwerpunkte geplant:

- Industrie 4.0
- Elektromobilität
- Beitrag der berufsbildenden Schulen zur Lehrer(aus)bildung und forschendes Lernen

Wir freuen uns auf Ihre Rückmeldung!

*Herausgeber und Schriftleitung*

## Verzeichnis der Autorinnen und Autoren

**BECKER, MATTHIAS**

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

**FRENZ, MARTIN**

Prof. Dr., Dipl.-Ing., RWTH Aachen University, Abteilungsleiter Fachdidaktik am Institut für Arbeitswissenschaft, m.frenz@iaw.rwth-aachen.de

**GEFFERT, REINHARD**

StD, Dipl.-Berufspäd. Dipl.-Ing. (FH), Leo-Symphor-Berufskolleg Minden, r.geffert@t-online.de

**GRIMM, AXEL**

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

**HEINEN, SIMON**

Dipl.-Ing., Wissenschaftlicher Mitarbeiter, RWTH Aachen University, Abt. Fachdidaktik am Institut für Arbeitswissenschaft, s.heinen@iaw.rwth-aachen.de

**HERKNER, VOLKMAR**

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

**HEYDT, ECKEHARD**

StD, Leiter des Fachbereichs Produktionstechnik der Georg-Schlesinger-Schule, Oberstufenzentrum Maschinen- und Fertigungstechnik Berlin, eckehard.heydt@gs-schule.de

**JENEWEIN, KLAUS**

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

**KUHBACH, UTA**

Dipl.-Ing. mit päd. Abschluss, Berufsschullehrerin, Georg-Schlesinger-Schule, Oberstufenzentrum Maschinen- und Fertigungstechnik Berlin, uta.kuhbach@gs-schule.de

**LINDNER, ANDREAS**

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

**MAHRIN, BERND**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Technische Universität Berlin, Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre, bernd.mahrin@tu-berlin.de

**REDLING, ROBERT**

Lucas-Nülle GmbH, Kerpen-Sindorf, robert.redling@lucas-nuelle.de

**STENGEL, PETER**

StD, Stellv. Schulleiter der Städt. Berufsschule für Fertigungstechnik München, peter.stengel@muenchen.de

**STETZA, ANDREAS**

Oberstudienrat, Dipl.-Ing. (FH), Leiter des Smart Grid Labors, Staatliche Gewerbeschule Energietechnik – G 10, Hamburg, stetza@g10.de.

**TÄRRE, MICHAEL**

StR Dr., kommissarischer Abteilungsleiter Berufliche Gymnasien an den Berufsbildenden Schulen Neustadt a. Rbge., michael\_tierre@hotmail.com

**VOLLMER, THOMAS**

Prof. Dr., Hochschullehrer, Universität Hamburg, Institut für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, thomas.vollmer@uni-hamburg.de

# Impressum

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

[www.lernenundlehren.de](http://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

Reinhard Geffert (Porta Westfalica)/Klaus Jenewein (Magdeburg)

Titelbild: Michael Sander, Bremen

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

lernen & lehren

c/o Prof. Dr. Volkmar Herkner  
Universität Flensburg, biat, Auf dem Campus 1,  
24943 Flensburg, Tel.: 04 61/8 05-21 53  
E-Mail: [volkmar.herkner@biat.uni-flensburg.de](mailto:volkmar.herkner@biat.uni-flensburg.de)

c/o StR Dr. Michael Tärre  
Rehbockstr. 7, 30167 Hannover  
Tel.: 05 11/7 10 09 23  
E-Mail: [michael.taerre@ifbe.uni-hannover.de](mailto:michael.taerre@ifbe.uni-hannover.de)

Alle schriftlichen Beiträge und Leserbriefe bitte an eine der obenstehenden Adressen senden. Manuskripte gelten erst nach Bestätigung der Schriftleitung als angenommen. Namentlich gezeichnete Beiträge stellen nicht unbedingt die Meinung der Herausgeber dar. 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](mailto:kontakt@bag-elektrometall.de)

ISSN 0940-7340

ADRESSAUFKLEBER

**BAG**

[WWW.BAG-ELEKTROMETALL.DE](http://WWW.BAG-ELEKTROMETALL.DE)

[KONTAKT@BAG-ELEKTROMETALL.DE](mailto:KONTAKT@BAG-ELEKTROMETALL.DE)