

# Lernen & Lehren

Elektrotechnik-Informatik und Metalltechnik

## Schwerpunktthema

## Innovative Unterrichtsverfahren



*Vollmer/Berben/Jiritschka/Stemmer*  
**Arbeitswelt mitgestalten**  
– kooperative Förderung der  
Gestaltungskompetenz von  
Industriemechaniker/-innen an  
den Lernorten Berufsschule und  
Ausbildungsbetrieb

*Volkmar Herkner*  
**Unterricht zum Drehen in Vergan-  
genheit, Gegenwart und Zukunft**

*Franz Krämer*  
**Hochmoderne Karosserie-  
fertigung erfordert neues Fach-  
wissen im Reparaturbetrieb.**  
**Innovative Lerninhalte für Klassen  
des Karosseriebauerhandwerkes**

*Maike-Svenja Pahl*  
**Schadensanalyse – Ein neuer  
Unterrichtsansatz**

---

## Impressum

„lernen & lehren“ erscheint in Zusammenarbeit mit der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik-Informatik e. V. und der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Metalltechnik e. V.

Herausgeber: Gottfried Adolph (Köln), Klaus Jenewein (Magdeburg), Jörg-Peter Pahl (Dresden),  
Felix Rauner (Bremen), Georg Spöttl (Bremen), Bernd Vermehr (Hamburg)

Schriftleitung: Waldemar Bauer (Bremen), Volkmar Herkner (Dresden)

Kommentar: Gottfried Adolph

Heftbetreuer: Jörg-Peter Pahl

Redaktion: lernen & lehren

c/o Waldemar Bauer  
Universität Bremen, Institut Technik und Bildung  
Am Fallturm 1, 28359 Bremen  
Tel.: 0421 / 218 46 33  
E-mail: wbauer@uni-bremen.de

c/o Volkmar Herkner  
Technische Universität Dresden  
Fak. Erziehungswiss./IBF, 01062 Dresden  
Tel.: 0351 / 46 33 78 47  
E-mail: volkmar.herkner@mailbox.tu-dresden.de

Alle schriftlichen Beiträge und Leserbriefe bitte an eine der obenstehenden Adressen.

Layout: Egbert Kluitmann, Stefan Hoffmann

Verlag, Vertrieb und  
Gesamtherstellung: Heckner Druck- und Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG  
Postfach 1559, D-38285 Wolfenbüttel  
Telefon: 05331 / 80 08 40, Telefax: 05331 / 80 08 58

Bei Vertriebsfragen (z. B. Adressenänderungen) den Schriftwechsel bitte stets an den Verlag richten.

**Wolfenbüttel 2007**

**ISSN 0940-7440**

**86**

# lernen & lehren

## Elektrotechnik-Informatik/Metalltechnik

### Inhaltsverzeichnis

Kommentar: Der dreibeinige Gott <i>Gottfried Adolph</i>	50	<b>Praxisbeiträge</b>	
Editorial: Innovative Unterrichte zwischen Anspruch und Wirklichkeit <i>Jörg-Peter Pahl</i>	51	Das Projekt „Schülerwerkstätten“ im Bildungsgang der Fahrradmonteure/ Fahradmonteurinnen <i>Hildegard Wichmann/Ulrich Schwenger</i>	73
<b>Schwerpunktthema: Innovative Unterrichtsverfahren</b>		Gestalten von Lernsituationen zum Lernfeld 8 „An- triebssysteme auswählen und integrieren“ <i>Ulrich Becker</i>	81
Arbeitswelt mitgestalten – kooperative Förderung der Gestaltungskompetenz von Industrie- mechaniker/-innen und technischen Zeichner/ -innen an den Lernorten Berufsschule und Ausbildungsbetrieb <i>Thomas Vollmer/Thomas Berben/Manfred Jiritschka/Roland Stammer</i>	52	<b>Forum</b>	
Unterricht zum Drehen in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft <i>Volkmar Herkner</i>	60	Produktionsarbeit im Wandel – Chancen für Geringqualifizierte? Qualifikations- entwicklung an der Schnittstelle von Anlernertätigkeiten und Facharbeit. <i>Lutz Galiläer/Ralf Wende</i>	88
Hochmoderne Karosseriefertigung erfordert neues Fachwissen im Reparaturbetrieb. Innovative Lerninhalte für Klassen des Karosseriebauerhandwerks <i>Franz Krämer</i>	66	<b>Hinweise, Mitteilungen, Rezensionen</b>	
Schadensanalyse – Ein neuer Unterrichtsansatz <i>Maike-Svenja Pahl</i>	69	8. Bundesweite Fachtagung Versorgungstechnik am 15. und 16. November 2007 in Kassel	92
		Fachgebiet Technikdidaktik im Institut für Berufsbil- dung an der Universität Kassel: Lernmaterialien für die Berufsausbildung von Elektronikern <i>Wolfgang Kirchhoff</i>	93
		Reinhold Nickolaus: Didaktik-Modelle und Konzepte beruflicher Bildung <i>Ulrike Lange</i>	94
		Verzeichnis der Autorinnen und Autoren	95
		Ständiger Hinweis und Beitrittserklärung	96

Gottfried Adolph

## Der dreibeinige Gott

Vor mir liegt das Buch von CARL KÜPERS: Guten Morgen Fräulein Roggen-dorf; Erinnerungen eines rheinischen Schulmannes. Die Innenseiten der beiden Buchdeckel sind mit Schülerstilblüten in Wort und Bild geschmückt. Mir fällt sofort ein ungewöhnliches, etwas ungelinktes Bild ins Auge. Es ist ein Kreuz mit Korpus. Der untere Teil des Kreuzes hat nicht nur einen, sondern drei Balken. In jedem Balken ist ein Bein gezeichnet. Die drei Beine gehen alle vom Korpus des Gekreuzigten aus. Daneben steht in etwas unbeholfener Schrift, aber korrekter Rechtschreibung: Der Pfarrer sprach: „Es segne Euch der dreibeinige Gott.“

Wer mit christlichen Gottesdiensten vertraut ist, weiß, was mit der Segnungsformel: „Es segne Euch der dreieinige Gott“ gemeint ist. Er weiß wahrscheinlich auch, wie schwierig der theologische Begriff der göttlichen Dreieinigkeit ist. Wenn man sieht und liest, was das Kind mit dem Begriff gemacht hat, kann man sich eines amüsierten Lachens nicht erwehren.

Wirklich lustig, oder nicht?

Auf den ersten Blick ja. Aber auf den zweiten? Wie stets, wenn man pädagogisch wird, türmen sich Fragen über Fragen auf. Das liegt nicht am Pädagogen, sondern am Pädagogischen. Das Pädagogische ist nun mal von äußerster Komplexität und Kompliziertheit.

Wie wird aus dem dreieinigen Gott ein dreibeiniger Gott?

Ein Kind hört den Satz: „Es segne euch der dreieinige Gott.“ Es kann den Satz nicht verstehen. In „seinem Kopf“ wirkt aber der elementare Drang, in einer verstehbaren Welt leben zu wollen. Dieser Drang speist alles, was nun folgt. Das Gehirn des Kindes hört das Sprachmuster „dreieiniger Gott“. Um solch einen abstrakten Begriff verstehen zu können, bedarf es eines sehr differenzierten Vorwissens. Darüber verfügt das Gehirn des Kindes aber nicht. Trotzdem „weiß“ das Gehirn, dass solchen Sprachmustern eine Bedeutung zukommt. Ohne solche Be-

deutungszuweisungen wäre ein Spracherwerb nicht möglich. Eine Sprache zu lernen bedeutet, ein kulturell geprägtes Bedeutungssystem zu lernen. Das Gehirn des Kindes stellt aus dem bisherigen Wissen eine verstehbare Bedeutung zur Verfügung. Nur ein Buchstabe hinzugefügt und schon wird aus der Dreieinigkeit die Dreibeinigkeit. Das ist keineswegs absurd. Das Kind oder besser sein Gehirn, hat in der bisherigen religiösen Belehrung schon viele wundersame Dinge erfahren. Wasser wird in Wein verwandelt. Brot fällt vom Himmel. Ein Toter wird wieder lebendig und steigt in den Himmel. Ein Mensch ist zugleich Gott und kann übers Wasser gehen. Warum soll Gott nicht dreibeinig sein? Vielleicht hilft das beim Gehen über den See Genezareth? Solche Verständnisstrukturen zu entwickeln ist eine großartige, bisher noch wenig verstandene Leistung des menschlichen Gehirns. Das Kind, bei dem sich diese Bedeutungsstruktur entwickelt, ist alles andere als ein Dummerchen.

Ist solch eine Bedeutungszuweisung typisch für kindliches Denken?

Keineswegs. Immer, wenn es ums Verstehen, um Plausibilität geht, entstehen dreibeinige Götter. So habe ich z. B. einen Mathematiklehrer erlebt, der seinen Schülern den Satz, dass sich Parallelen im Unendlichen schneiden, zu erklären versuchte, indem er sie aufforderte, sich einen, in der Ferne verschwindenden Schienenstrang vorzustellen. Man kann es sehen: Der Abstand zwischen den beiden parallelen Schienen wird immer kleiner. Irgendwann, eben im Unendlichen, werden sie sich schneiden. In seiner Struktur unterscheidet sich dieses Beispiel in nichts vom dreibeinigen Gott. Die Verstehensstruktur dreibeiniger Gott ist prototypisch. Wie sich dreibeinige Götter (im übertragenen Sinn) bilden, hängt stets (wie alles verständige Lernen) vom Vorwissen ab. Dieses ist naturgemäß bei jungen Menschen geringer und weniger strukturiert als bei älteren.

In der Entwicklungspsychologie ist unstrittig, dass das Kind, von der Welt in die es hineingeboren wird, noch nichts weiß. Es ist wenig vorgeprägt und muss alles lernen. Diese Offenheit macht den Menschen, unter biologischem Aspekt betrachtet, zum anpassungsfähigsten Lebewesen. Das wenig vorgeprägte Kind kann aber nur lernen, wenn schon etwas vorhanden ist, das Neues verarbeiten kann. Verarbeiten heißt hier, dass das Neue, bisher Ungewusste, in vorhandene Strukturen eingebunden wird. Dabei wird das Neue so verändert, bis es in das Verständnis passt. So wird Dreieinigkeit zur Dreibeinigkeit. Der Entwicklungspsychologe PIAGET nannte diesen Prozess Assimilation. Wenn es sich im weiteren Verlauf erweist, dass das durch Assimilation herbeigeführte Verständnis in irgendeiner Weise unstimmig ist, kann, wenn die Umstände günstig sind, das Unstimmige durch Akkomodation (die Anpassung des Inneren an das Äußere) wieder stimmig gemacht werden. Das „Material“ des Neuen ist jedoch das schon vorhandene Alte. Es bildet die unabdingbare Grundlage für jeglichen Verständnisszuwachs. Deshalb ist die didaktische Diskussion zu den Grundlagen des Verstehens in einem bestimmten Fachbereich so ungeheuer wichtig.

Wie geht die pädagogische Praxis mit dreibeinigen Göttern um?

Das ist recht unterschiedlich. Im Anfangsunterricht der technischen Fachkunde z. B. werden unter der Kategorie didaktische Reduktion sehr viele dreibeinige Götter durch die Lehre gezielt erzeugt. Wer z. B. lernt, dass die elektrische Spannung die Kraft ist, die den elektrischen Strom durch Leitungen und Geräte treibt, erwirbt eine Begrifflichkeit, die in nichts dem Begriff des dreibeinigen Gottes nachsteht. Es entsteht hier ein Verständnis, das sich auf bisher Verstandenes gründet. Aber wie beim dreibeinigen Gott wissen andere es besser.

Der kindliche dreibeinige Gott landet in der Sammlung amüsanten Stilblü-

ten. Das ist jedoch nicht amüsant und nicht lustig, sondern verhängnisvoll.

Auch wenn ein Lehrer hinter vorgehaltener Hand lächelt, lächelt er. Es gibt für einen Menschen nichts Schlimmeres als verlacht zu werden. Nichts wirkt in menschlichen Beziehungen trennender. Um das Verhängnisvolle zu erkennen, müssen wir uns die Situation deutlich vor Augen führen: Da vollbringt ein Kind eine großartige Leistung des Verstehens und da ist ein Lehrer, der, wenn auch vielleicht versteckt, darüber lächelt. Das ist eine Katastrophe. Eine solche Reaktion kann schlimme Folgen haben. Bei ei-

nem Kind ist das Zutrauen zu den Leistungen seines Gehirns bei weitem noch nicht gefestigt. Zutrauen kann sich nur durch positive Rückwirkung, durch Bestätigung entwickeln. Erst wenn sich Zutrauen gefestigt hat, können Niederlagen verkraftet werden. Das Zutrauen zu sich selbst ist, vor allem bei Kindern, eine sehr empfindliche Pflanze. Verlachen ist der sicherste Weg, sie verkümmern zu lassen. Liegt hier vielleicht der Grund dafür, dass in der Vergangenheit so viele denkscheue Untertanen, bedingungslos Gehorchende vom Schulsystem hervorgebracht wurden? Misstrauen dem eigenen Denken gegenüber zu

sähen, ist der sicherste Weg dorthin. Im Kopf des Kindes spielt sich in etwa Folgendes ab: „Wenn mein dreibeiniger Gott mich verletzende Heiterkeit erzeugt, ist es wohl besser, sich bei der Rede vom dreieinigen Gott *nichts* zu denken und den Satz vom dreieinigen Gott einfach gehorsam nachzuplappern.“

„Dreibeinige Götter“ entwickeln sich als denknötterliche Strukturen des Verstehens. Eine verständige Schulpädagogik muss sie einfühlsam ernst nehmen und sich davor bewahren, die Lust am Denken in Angst, verlacht zu werden, umzuwandeln.

Jörg-Peter Pahl

## Editorial

### Innovative Unterrichte zwischen Anspruch und Wirklichkeit

Auch wenn das Attribut „innovativ“ inzwischen schon etwas abgegriffen ist, weckt es in Verbindung mit Ausbildung und Unterricht immer wieder Aufmerksamkeit. Ansprüche an innovative Unterrichte und neue Konzepte beruflichen Lernens werden leicht erhoben. Dabei findet kaum eine Unterscheidung darüber statt, ob sich die Innovationen durch die Aktualität des Themas oder die Art der Vermittlung ergeben sollen. Unabhängig davon ist der Katalog dessen, was an Neuem inhaltlich und methodisch gefordert wird und was geleistet werden soll, lang. Mit den inzwischen formulierten vielfältigen Anforderungen aufgrund der sich im Beschäftigungssystem rasant verändernden Inhalte einerseits und einer gewandelten Lernorganisation andererseits stehen Konzepte beruflichen Lernens auf dem Prüfstand. Dabei lassen sich Ausbildung und Unterricht von ihren Bedingungen und Wirkungen her nicht mehr als einzig kognitiv gesteuertes Geschehen der Informationsvermittlung und -aufnahme begreifen.

An den Lernorten der beruflichen Bildung wird deshalb über die Relevanz neuer Inhalte aus Arbeit und Technik debattiert und manchmal auch nach

deren Beitrag zu den übergeordneten Zielen von Berufs- und Allgemeinbildung gefragt. Außerdem gehen die methodischen Bemühungen dahin, innovative Unterrichte mit einer anderen Steuerung des Lerngeschehens sowie der Veränderung von beruflichen Lern- und Arbeitsprozessen zu initiieren. Gefordert wird aber auch ein selbstständiges und eventuell sogar selbstorganisiertes berufliches Arbeiten und Lernen. Häufig ergibt sich jedoch bereits bei der didaktisch-methodischen Planung von Ausbildungs- oder Unterrichtsprozessen eine Kluft zwischen den Ansprüchen der Lehrkraft und den konkreten Bedingungen am Lernort. Noch deutlicher werden die bereits während der Planung erkannten Unzulänglichkeiten dann bei der Durchführung des Geplanten.

Beim beruflichen Lernen stehen nicht nur inhaltlich oder methodisch innovative Vermittlungskonzepte zwischen den Ansprüchen der Lehrenden und den Erwartungen der Lernenden sowie externer Beobachter. Ausbildung und Unterricht werden dabei vorrangig von Letzteren an wie auch immer entstandenen Ansprüchen und weniger an den Gegebenheiten in den Lernorten gemessen. Wahrnehmung und Ur-

teil greifen dabei auf Wunschvorstellungen und nicht auf die Feststellung von Tatsachen vor Ort zurück.

Differieren Wunsch und Wirklichkeit in Lehr- und Lernprozessen zu stark, gibt es Probleme bei den Lehrenden und Lernenden. Bei den Lehrkräften können sich sowohl Erfolgs- als auch Misserfolgserwartungen einstellen, die aber im Grunde beide realitätsfern sind. Das Lehrerverhalten wird dann eher von Vorstellungen als von Tatsachen gesteuert. Die Lernenden registrieren die Widersprüche und reagieren in der Folge negativ auf den Frust und die Realitätsferne der Lehrkräfte.

Mit der Forderung nach innovativen Unterrichtskonzepten werden bei dem alltäglichen Geschehen an der Ausbildungsstätte die Lehrkräfte meist schnell von der Realität und insbesondere von den Reaktionen der Lernenden eingeholt. Hier gibt es ein natürliches Korrektiv, das unter dem Regime des Machbaren steht. Anders ist es dagegen bei den extern mit beruflicher Bildung Befassten. Diese unterliegen eher der Gefahr, wenig realistische Ansprüche zu erheben. So finden sich nicht nur in der berufspädagogischen Literatur, sondern auch in den Äuße-

rungen von Bildungsbeamten der Schullaufsicht nicht immer rein deskriptive Sätze über die Sachverhalte, d. h. das „Sein“ beim beruflichen Lernen, sondern vermehrt Aussagen über ein „Sollen“.

Sein und Sollen beim beruflichen Lernen dürfen, auch wenn Innovationen erforderlich sind, nicht zu weit auseinanderliegen. Es muss zwischen den Ansprüchen an Ausbildung sowie Unterricht und den Möglichkeiten zur Realisierung vermittelt werden. Das kann durch einen Transfer zwischen Wissenschaft und Praxis sowie einen Austausch von neuen Konzepten be-

ruflichen Lernens geschehen. Insbesondere die Erfahrung mit innovativen Modellen und Konzepten aus der Ausbildungs- und Unterrichtspraxis können zur Diskussion anregen und den Lehrkräften Anstöße zur Optimierung der geforderten oder zu verändernden Vermittlungspraxis geben. Innovative Ansätze beruflichen Lernens führen zur Reflexion der bestehenden Konzepte, also im weitesten Sinne auch des Seins und Sollens der Vermittlungspraxis an der jeweiligen Ausbildungsstätte.

Mit dem nicht nur im berufsbildenden Bereich schillernden Begriff „Innova-

tion“ und dem vorliegenden Heft mit dem Titel „Innovative Unterrichtsverfahren“ wird bewusst keiner ‚Rezeptologie‘ das Wort geredet, vielmehr wird versucht, einige Impulse für die Bildungspraxis zu geben. Es soll die Kreativität bei der Gestaltung beruflichen Lernens nicht eingeschränkt, sondern angeregt werden. Es geht um die Optimierung von Vermittlungskonzepten, mit denen der entstandene Spagat zwischen Anspruch und Wirklichkeit – zumindest punktuell – überbrückt werden kann. Hierzu können die Beiträge in diesem Heft anregen.

Thomas Vollmer/Thomas Berben/Manfred Jiritschka/Roland Stammer

## Arbeitswelten mitgestalten

### – Kooperative Förderung der Gestaltungskompetenz von Industriemechaniker/-innen und technischen Zeichner/-innen an den Lernorten Berufsschule und Ausbildungsbetrieb

#### Einleitung

Mit der KMK-Rahmenvereinbarung über die Berufsschule vom März 1991 wurden die Ziele der Berufsschule neu gefasst. Danach soll „sie zur Erfüllung der Aufgaben im Beruf sowie zur Mitgestaltung der Arbeitswelt und Gesellschaft in sozialer und ökologischer Verantwortung befähigen“ (KMK 1991, S. 1). Mit dieser Innovation ist der hohe Anspruch verbunden, Auszubildende durch berufliche Bildung dahingehend zu fördern, dass sie ihre Lebensumwelt als gestaltbar erkennen und sie zu motivieren, an deren Gestaltung mitzuwirken. Die 2004 eingeführten Rahmenlehrpläne haben dieses Berufsbildungsziel nun auch für die neu geordneten industriellen Metallberufe vorgegeben. Im Rahmen des Modellversuchs Förak<sup>1</sup> wurde bereits parallel zum Neuordnungsverfahren versucht, diesem Anspruch in der Berufsschule gerecht zu werden und Erfahrungen für die anschließende Arbeit mit den neuen Lernfeldern zu sammeln. Zudem wurden die Kooperation mit den Ausbildungsbetrieben im Hinblick auf die arbeitsprozessbezogene Curriculumpräzisierung vor-

Ort und die Durchführung gemeinsamer Ausbildungsvorhaben ausgebaut. Der nachfolgende Beitrag beschreibt das dritte Ausbildungsprojekt des Modellversuchs, in dem Auszubildende des Berufes Industriemechaniker/-in und eine Klasse Technischer Zeichner/-in der Berufsfachschule gemeinsam anhand von realen Aufträgen über zwei Kühlschmierstoffumwälz- und -filteranlagen in ihrer Gestaltungskompetenz gefördert werden sollten.

#### Gestaltungsorientierung des Ausbildungsprojektes

Die Planung des Ausbildungsprojektes orientierte sich an dem Ansatz gestaltungsorientierter Berufsbildung, der in den 1980er-Jahren entwickelt wurde (vgl. RAUNER 1986). Mit der Veröffentlichung der „Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen“ (vgl. KMK 1996;2000) nahm die KMK die Impulse der in den 1980er-Jahren geführten Diskussionen um die Humanisierung der Arbeit, die sozialverträgliche Technikgestaltung und die erweiterte Techniklehre als Leitidee beruflicher Bildung (vgl. RAUNER 1988) auf und gab das Berufsbildungsziel

„Befähigung zur Mitgestaltung von Arbeitswelt und Gesellschaft in sozialer und ökologischer Verantwortung“ verbindlich für die Erarbeitung aller neuen Lehrpläne vor. Damit bestand für die didaktische Projektplanung ein allgemeiner Rahmen, ohne dass bereits auf konkretere Vorgaben neuer Rahmenlehrpläne zurückgegriffen werden konnte.

Berufsschulunterricht, der sozial und ökologisch verantwortliches Handeln im künftigen Berufsleben fördern will, muss darauf ausgerichtet sein, die Jugendlichen für die Folgen ihrer beruflichen Tätigkeit in der Arbeitswelt und Gesellschaft zu sensibilisieren und ein Bewusstsein dafür zu fördern, dass sie *immer gestalten*, wenn sie technische Produkte fertigen oder Dienstleistungen erbringen, weil es gerade in den gewerblich-technischen Berufen kaum einen Arbeitsprozess gibt, bei dem nicht Ressourcen verbraucht, Energien genutzt, Arbeits- und Lebenswelt verändert, Gebrauchswerte geschaffen und Abfälle erzeugt werden. Ein Bewusstsein, das diese Aspekte eigenen Handelns in ihren Wechselwirkungen umfasst, bedingt

ein Denken in alternativen (technischen) Problemlösungen und ein Abwägen der damit verbundenen Konsequenzen für das eigene Leben und das anderer in der Arbeitswelt bzw. allgemein in der Gesellschaft (vgl. VOLLMER 2004). Diesem Ansatz folgend war es eine Intention des Ausbildungsprojektes, am Beispiel der Bearbeitung eines Auftrages Handlungsperspektiven aufzuzeigen hinsichtlich der Mitwirkung bei der Gestaltung gegenwärtiger und zukünftiger Arbeits- und Lebensverhältnisse.

### Didaktische Rahmenkonzeption

Die Rahmenkonzeption und später auch das Ausbildungsprojekt wurden in einem „Arbeitskreis Lernortkooperation“ gemeinsam mit Ausbildern mehrerer Ausbildungsbetriebe der Industriemechaniker/-innen, Lehrern der Berufsschule und der Berufsfachschule sowie der wissenschaftlichen Begleitung technisch-konzeptionell entwickelt und didaktisch geplant. Die Bearbeitung des Projektauftrages sollte sich an berufstypische Arbeitshandlungen orientieren, um mit einer solchen „arbeitsorientierten Wende“ (FISCHER 2003) das schulische Lernen stärker als bisher in Verbindung mit beruflichem Arbeitshandeln zu bringen und die beruflichen Handlungskompetenzen der Jugendlichen einschließlich ihrer Sozial- und Personalkompetenzen gezielter zu fördern.

Zentraler Bezugspunkt für die Entwicklung der Ausbildungsprojekte sollten zunächst die Arbeitsprozesse in den Ausbildungsbetrieben der Industriemechaniker/-innen sein. Aus diesem Grund wurden in den beteiligten Hamburger Betrieben Expertengespräche mit Abteilungsleitungen, Betriebsführungen und Arbeitsbeobachtungen in den Einsatzgebieten der Industriemechaniker/-innen durchgeführt, um auf diesem Wege zu ermitteln, ob es identische oder vergleichbare Arbeitsprozesse gibt, an denen die Entwicklung der Ausbildungsprojekte sich orientieren könnte. Es hat sich allerdings gezeigt, dass die Aufgaben, Arbeitsgegenstände und Werkzeuge der Industriemechaniker/-innen in den Betrieben aufgrund der sehr heterogenen Produkte und Dienstleistungen kaum vergleichbar

sind. Der ursprüngliche Leitgedanke, eine möglichst große Zahl von charakteristischen Merkmalen zu finden, die für alle Arbeitsbereiche bedeutsam sind und es gestatten, Lernsituationen möglichst für alle Auszubildenden wahrnehmbar praxisbezogen zu gestalten, hat sich somit als unrealistisch erwiesen (vgl. BERBEN/VOLLMER 2003, S. 8 f.). Insofern ergab sich als Aufgabe für den „Arbeitskreis Lernortkooperation“, solche Projektaufträge zu definieren,

- an denen sich beruflich bedeutsame Kompetenzen exemplarisch erwerben lassen,
- die innerhalb der verfügbaren Zeit an den Lernorten bearbeitbar sind und
- deren Kosten in einem begrenzten Finanzierungsrahmen blieben.

Dieses Konzept orientierte sich am Ansatz der Lern- und Arbeitsaufgaben, der für ein projektförmiges, prozess- und aufgabenorientiertes Lernen an problemhaltigen Situationen der beruflichen Realität steht (vgl. HOWE/BERBEN 2005). Der Modellversuch Förak erweiterte dieses Konzept hinsichtlich der Zusammenarbeit zweier komplementärer Berufsgruppen (Industriemechaniker/-innen und Technische Zeichner/-innen) aus unterschiedlichen Bildungsgängen (Auszubildende einer Berufsschulklasse und Schüler/-innen der Berufsfachschule), die in gemischten Teams gemeinsam und weitgehend selbstständig einen komplexen lernhaltigen Auftrag bearbeiten sollten.

Diese Auftragsbearbeitung sollte für beide Berufsgruppen phasenweise in der betrieblichen Ausbildung und in der Modellversuchsschule erfolgen. Hierzu sollte ein komplexer Gesamtauftrag zugrunde gelegt werden, der wiederum in Teilaufgaben zerlegbar ist, welche von einzelnen Lerngruppen im Sinne vollständiger Handlungen verantwortlich bearbeitbar sind. Diese Rahmenkonzeption wurde gewählt, um überschaubare Gruppenaufträge zu gestalten, die auch erfolgreich abgeschlossen werden können. Zudem sollten sie über die Teamarbeit innerhalb der Gruppen hinaus auch die Kommunikation und Interaktion zwischen den Teams befördern. Insgesamt sollten im Rahmen der Auftragsbearbeitung die in der Arbeitswelt heute zunehmend bedeutsamen Personal-, Sozial- und Methodenkompetenzen gezielt gefördert werden.

### Der Projektauftrag

Nach Auswertung zweier zuvor durchgeführten Ausbildungsprojekte (vgl. VOLLMER/BERBEN 2002) sollte das dritte Projekt in noch stärkerem Maße als bisher einem realen betrieblichen Auftrag entsprechen und auf das gestaltungsorientierte Lernen ausgerichtet sein. Der „Arbeitskreis Lernortkooperation“ entschied sich nach Abwägung mehrerer Alternativen für das Ausbildungsprojekt „Planung, Aufbau und Inbetriebnahme je einer Anlage zur Reinigung und Erhaltung von Kühlschmierstoffen für die Berufsschule und für einen Ausbildungsbetrieb“. Der Grund dafür war das reale Pro-

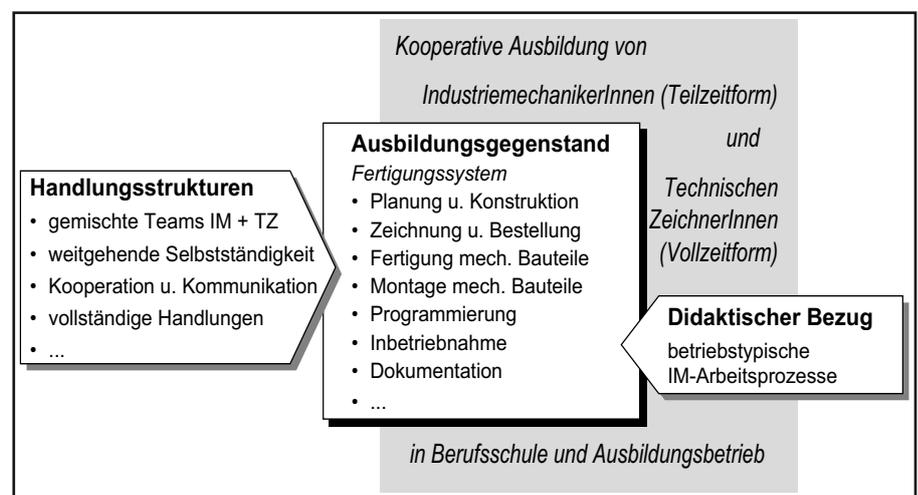


Abb. 1: Rahmenkonzeption des Modellversuchs Förak

blem an beiden Lernorten, dass die Kühlschmierstoffe (KSS) an den Fräsmaschinen der Werkstätten häufig gewechselt werden mussten, weil ihr Zustand schon nach relativ kurzer Zeit nicht mehr den technologischen und gesundheitlichen Anforderungen entsprach. Die von den Schüler/-innen zu bauenden Anlagen sollten die KSS-Standzeit deutlich verlängern verbunden mit einer Kostensenkung für KSS-Neubeschaffung und -Entsorgung.

In der Auftragsbeschreibung waren lediglich die gewünschten Funktionen KSS-Filterung (während der Zerspannung) und zeitgesteuerte Umwälzung (insbesondere in Phasen des Fräsmaschinenstillstandes z. B. an Wochenenden und in Ferien) vorgegeben, um auf diese Weise die Bildung unerwünschter Sekundärstoffe und das „Umkippen“ der Kühlschmierstoffe deutlich zu reduzieren. Die technische Ausführung dieser Anlagen wurde nicht definiert. Stattdessen sollten die Lernenden im Rahmen des Projektes Vorschläge zur Lösung eines Praxisproblems erarbeiten, die Realisierbarkeit prüfen und die Konzeption mit den Auftraggebern abstimmen, um dann für die beiden Werkstätten jeweils eine Anlage zu bauen, diese zu erproben und abschließend die Projektarbeit und deren Ergebnisse in einer öffentlichen Präsentation vorzustellen. Der Auftrag beinhaltete allerdings einen Zeit- und ein Finanzrahmen. Die Aufgabe bestand für die Lernenden folglich darin, den Gebrauchswertwunsch von Kunden unter bestimmten Rahmenbedingungen in ein technisches Produkt umzusetzen und auf diese Weise die Arbeitswelt (hier die Werkstätten) durch Technik mitzugestalten.

Mit der Projektbearbeitung war die Intention verbunden, dass sich die Lernenden in gestaltungsorientierter Perspektive mit mehreren Gesichtspunkten des KSS-Einsatzes auseinandersetzen sollten, insbesondere in Hinblick auf die Arbeitsbedingungen, Kosten und die Umweltbelastung. Es sollten also nicht nur technologische Aspekte im Zentrum stehen, wie die geeignete Filter- und Pumpentechnik oder – bezogen auf den Zerspanungsprozess – die KSS-Funktionen Wärmetransport und Reduktion der Reibung.

## Ein Beitrag zum Gesundheitsschutz

Die Gesundheitsproblematik der Kühlschmierstoffe und deren Verringerung durch die „Kühlschmierstoffhalterungsanlage“ (interne Kurzbezeichnung) war ein zentrales Moment des Ausbildungsprojektes. Den Lernenden sollte der Zweck der Anlage verdeutlicht werden, und dass sie damit die Arbeitsbedingungen mitgestalten. Weil sich ein Kontakt mit den Kühlschmierstoffen bei der Arbeit häufig kaum vollständig vermeiden lässt – sei es z. B. an den Händen bei der Entnahme von bearbeiteten Werkstücken aus der Werkzeugmaschine oder weil sie als Nebel oder Dämpfe mit der Atemluft auf die Haut und in die Atmungsorgane gelangen – können Hauterkrankungen wie Ölakne, Abnutzungsdermatose oder allergische Ekzeme entstehen. Neben den Hautkrankheiten treten auch Atemwegsbeschwerden wie Bronchialasthma auf und Kühlschmierstoffe, welche zur Nitrosaminbildung führen, können sogar Krebs verursachen (vgl. BGR 143).

Die potenzielle Gesundheitsgefährdung liegt u. a. darin begründet, dass Kühlschmierstoffe oft 30 % Additive bzw. bis zu sechzig Primärstoffe enthalten, die in der Regel von den Herstellern aus Wettbewerbsgründen nicht offengelegt werden (vgl. BGMS 2002; PFEIFFER u. a. 1991, S. 10 ff. u. S. 54 f.). Sie bestehen neben den Basisstoffen (z. B. Mineralöle oder Gemische von Einzelstoffen) und Wasser, das in Emulsionen eingesetzt wird, noch aus zahlreichen Zusätzen, die aufgrund ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften als Korrosionsschutz, Haftverbesserer, Schaumverhüter, Hochdruckzusätze, Konservierungsmittel usw. dienen und die Gesamteigenschaften der Kühlschmierstoffe verbessern sollen. Zudem sind sie ständigen Veränderungen unterworfen, die die chemischen und physikalischen KSS-Eigenschaften und in der Folge die Wirkungen auf den Menschen ständig modifizieren (vgl. PFEIFFER u. a. 1991, S. 13 f.). Diese Veränderungen werden verursacht durch verschiedene Sekundärprodukte:

- Fremdstoffe, die während des Gebrauchs von außen beabsichtigt (z. B. Biozide) oder unbeabsichtigt

(z. B. Metallabrieb, Verunreinigungen an Werkstücken) zugeführt werden,

- Mikroorganismen (z. B. Bakterien und Pilze), die über die Primärstoffe oder von außen unbeabsichtigt eingebracht werden und sich während des Gebrauchs vermehren sowie
- Reaktionsprodukte, die aus der Reaktion mit anderen Stoffen, durch thermische Zersetzung (z. B. Nitrosamine, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe) oder als Abbauprodukte von Mikroorganismen (meist Säuren) entstehen.

Diese Stoffwandlungsprozesse lassen sich durch die regelmäßige KSS-Umwälzung und -filterung erheblich reduzieren. Den Lernenden sollen die Wechselwirkungen zwischen Technikeinsatz und Arbeits- bzw. Lebenswelt exemplarisch an dieser Anlage verdeutlicht werden, die die Kühlschmierstoffe in bestimmten Intervallen umwälzt und filtert und die sie damit länger stabil hält, was nicht nur Gesundheitsbelastungen verringert, sondern infolge der Standzeitverlängerung auch die beträchtlichen Kosten für deren Neubeschaffungen und Entsorgung reduziert. Zudem wird damit auch ein Beitrag zum Ressourcenschutz geleistet in Bezug auf die KSS-Herstellung und -Entsorgung.

## Vollständige Auftragsbearbeitung

In diesem Ausbildungsprojekt ging die Projektinitiative nicht von den Lernenden aus (vgl. FREY 1998, S. 76 ff.), sondern von den Auftraggebern, was auch eher der Berufsrealität entspricht. Der erste Schritt für die Lernenden bestand darin, sich mit der Projektidee auseinanderzusetzen und die grundsätzliche Entscheidung zu treffen, ob sie den Auftrag annehmen und diesen verbindlich erfüllen. Nach dem positiven Votum für das Projekt erfolgten die weiteren Schritte im Sinne einer vollständigen Handlung:

- Informationen beschaffen, wie „Kühlschmierstoffhalterungsanlagen“ aufgebaut sein können und wie sie funktionieren.
- Konstruktion der Anlage.

- Beschaffung der Komponenten, Materialien usw.
- Fertigung der benötigten Bauteile, die nicht als Zulieferteile beschafft werden können.
- Programmierung der Steuerungen.
- Integration der Komponenten zu funktionsfähigen Anlagen.
- Montage und Installation in den Werkstätten.
- Probetrieb, Nacharbeiten und Abnahme.
- Vergleichende Bewertung der unterschiedlichen Anlagenkonzeptionen.
- Präsentation der Projektarbeit und der Anlagen.

Zusätzlich wurde zu Projektbeginn ein Tagesseminar angeboten, in dem sich Industriemechaniker/-innen und Technische Zeichner/-innen gegenseitig näher kennen lernen konnten, und ein weiteres, um ihnen die Notwendigkeit und die Methoden des Projektmanagements näher zu bringen. Ferner wurden Zeiten für die Prozessreflexion und die Präsentation der Ergebnisse der Arbeitsgruppen festgelegt. Die Projektbearbeitung wurde von den Lehrenden und den Lernenden gemeinsam geplant und kontrolliert.

Obwohl die Industriemechaniker/-innen und die Technischen Zeichner/-innen jeweils in den gemischten Gruppen für spezifische Aufgabenbereiche hauptverantwortlich waren, planten und entschieden sie gemeinsam ihre Arbeitsschritte. Somit erhielten sie Einblicke in die Aufgabenbereiche des anderen Berufes, tauschten Fachkenntnisse aus und sammelten erste Erfahrungen hinsichtlich der Kooperationsanforderungen in ihrem künftigen Berufsalltag. Im Rahmen dieser Zusammenarbeit sollten insbesondere die folgenden Kompetenzen gefördert werden:

- Teamfähigkeit und Kooperationsbereitschaft sowie Gesprächs- und Konfliktmanagement in der Zusammenarbeit.
- Kommunikationsfähigkeit bei der Gruppenarbeit und bei der Inanspruchnahme von Leistungen verschiedener Hersteller- und Servicefirmen.

- Bewusstsein von Prozess- und Systemzusammenhängen, insbesondere Bezug der eigenen Handlungen auf betriebliche und gesellschaftliche Kontexte.
- Befähigung zur vorausschauenden, systematischen Arbeitsplanung und zur Gestaltung von Technik und Arbeit.
- Weitgehende Selbstständigkeit der Auszubildenden bei der gemeinsamen Organisation, Durchführung, Kontrolle, Bewertung, Dokumentation und Präsentation ihrer Projektarbeit.

### Phasen der Projektdurchführung

Eine berufs- und lernortübergreifende Förderung beruflicher Handlungskom-

petenz sowie die Reflexion und Bewertung der Kompetenzentwicklung setzt eine gute Zusammenarbeit und Abstimmung der Lehrenden voraus, und zwar nicht nur innerhalb der Schule, sondern auch zwischen den Lernorten. Dies war gerade zum Projektstart von besonderer Bedeutung, einer Phase, in der die Ausbilder und die Lehrer besonders eng zusammengearbeitet haben (vgl. Abb. 2).

Die Projektbearbeitung begann mit einer ganztägigen Auftaktveranstaltung in einem Ausbildungsbetrieb, die die nähere Vorstellung des Auftrages „KSS-Umlauf- und -Filteranlage“ sowie die handlungsorientierte Einführung der Auszubildenden und der Schüler/-innen der Berufsfachschule gemeinsam mit den Lehrern in das

Woche	Inhalte	Dauer	Lernort
	erstes gegenseitiges Kennenlernen IM und TZ	1 Tag	Tagungsstätte
1. Woche	Einführung Projektmanagement und Arbeitsauftrag	1 Tag	Betrieb
	Arbeitsauftrag und Vorbereitung der Erkundung	1 Tag	Schule
	Erkundung KSS-Problematik und Konzept der KSS-Filteranlage	1 Tag	Betrieb und Schule
	Vorbereitung und Präsentation der Erkundungsergebnisse	1 Tag	Schule
	Reflexion der Gruppenarbeit während der Erkundung	1 Tag	Schule
	Einführung Gruppenarbeit: Sensibilisierung, Regeln / TZI		
	Entwicklung von Kriterien zur Bewertung der Zusammenarbeit		
2. Woche	Planung der Auftragsbearbeitung und der KSS-Anlage	4 Tage	Schule
	Reflexion, Bewertungskriterien	0,5 Tage	Schule
3. Woche	Projektplanung	4 Tage	Schule
	Präsentation	0,5 Tage	Schule
	Reflexion	0,5 Tage	Schule

Abb. 2: Grobplanung der ersten 3 Wochen der Auftragsbearbeitung

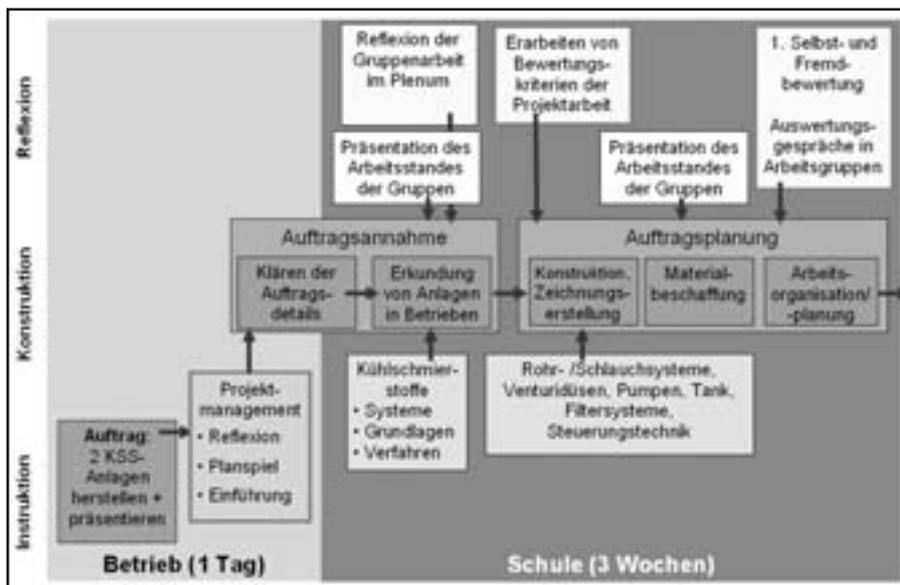


Abb. 3: Struktur des Lehr-Lern-Prozesses während der Auftragsannahme und -planung

Konzept des Projektmanagements zum Inhalt hatte.

Die folgenden drei Wochen der Projektbearbeitung in der Schule (vgl. Abb. 3) dienten den Gruppen dazu, sich in die Kühlschmierstoff-Problematik einzuarbeiten und die konkreten Rahmenbedingungen der Auftragsdurchführung zu klären. In dieser Zeit wurden im Rahmen einer Exkursion verschiedene Anlagentypen in anderen Betrieben erkundet (vgl. PAHL 2002, S. 205 ff.). Anschließend führten gemischte Teams von Industriemechaniker/-innen und Technischen Zeichner/-innen, die wiederum eng

miteinander kooperierten, die Handlungsschritte der Auftragsplanung durch. Dabei konnten die Industriemechaniker/-innen ihre technologischen Kenntnisse einbringen, erproben und weiterentwickeln und die Technischen Zeichner/-innen vor allem ihre Kompetenzen für die Erstellung von Fertigungsunterlagen (vgl. Abb. 4).

Dieser Abschnitt der Projektbearbeitung gab den Jugendlichen zudem Gelegenheit, unter Anleitung erste Erfahrungen mit der Gruppenarbeit und der Ergebnispräsentation zu sammeln. Die Reflexion dieser Erfahrungen war zugleich Ausgangspunkt der Entwick-

lung von Kriterien zur Bewertung der Gruppenarbeit und der dabei eingebrachten Kompetenzen (vgl. GÜNTHER 2002; NÖTHEN/THELEN 1996). Die Beobachtungs- und Bewertungskriterien wurden gemeinsam mit den Lernenden aus den Anforderungen der Auftragsbearbeitung abgeleitet und für einen PC-gestützten Selbst- und Fremdbewertungsbogen vorbereitet (vgl. BERBEN/VOLLMER 2003, S. 17 ff.). Im Laufe der Auftragsbearbeitung wiederholte sich diese Form der Reflexion und war Basis für die Verbesserung der Gruppenarbeit und die Förderung der benötigten bzw. intendierten Kompetenzen. Mit der so gearteten Selbst- und Fremdbewertung konnte eine prozessbegleitende ganzheitliche Selbstreflexion initiiert werden, die über die Förderung des Selbstkonzeptes und der Selbstwirksamkeit die Entwicklung der Personalkompetenz unterstützen sollte (vgl. PRANDINI 2001, S. 32 ff.). Die Lehrenden führten die Schüler entsprechend in das Konzept ein und moderierten die Bewertungsgespräche in den Schülergruppen.

Für eine systematische Darstellung der in einzelnen Gruppen arbeitsteilig erarbeiteten fachlichen Inhalte wurden regelmäßig Präsentationen durchgeführt, die für alle Schüler einen Überblick über die fachlichen Bezüge des Auftrages sowie einen gemeinsamen Kenntnisstand gestatten sollten. Die Ablaufstruktur (vgl. Abb. 3 u. 6) illustriert den bewusst gewählten hohen Anteil an Selbstständigkeit der Ler-

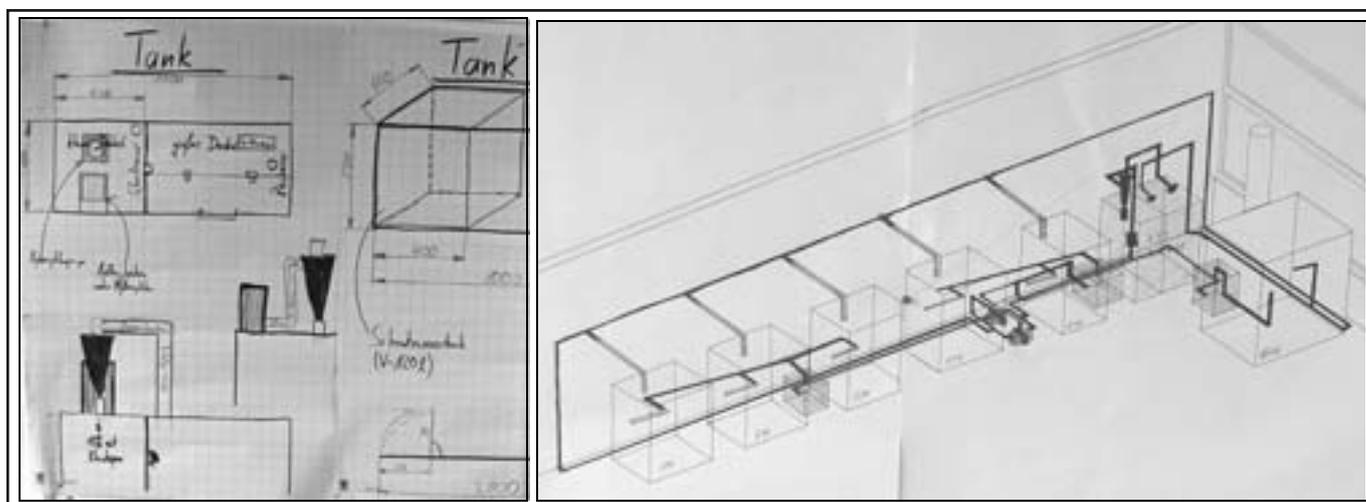


Abb. 4: Von den Lernenden erstellte Planungsunterlagen



Abb. 5: Schaltschrankmontage und Rohrleitungsinstallation

nenden mit nur wenigen Phasen gezielter Förderung einzelner Kompetenzbereiche durch die Lehrenden. Damit kommt es zu einer Balance zwischen Konstruktion und Instruktion, die ein lerntheoretisch begründetes schüleraktives Lernen ermöglicht (vgl. MANDL/REINMANN-ROTHMEIER 1995, S. 50 ff.). Nach der Präsentation der geplanten Anlagenkonzepte für die Berufsschule und den Ausbildungsbetrieb wurden zum Ende dieser Phase gemeinsam mit den Lehrern und Ausbildern Entscheidungen getroffen über deren Realisierung und über die Bestellung von erforderlichen Zukaufteilen, die von den Lernenden selbstständig getätigt wurde.

Nach Abschluss der Auftragsplanung wechselten die Lernenden in den Ausbildungsbetrieb, wo sie in den Werkstätten die Bauteile und Baugruppen der Anlagen fertigten. Hierbei erarbeiteten sie sich zum Teil mit Unterstützung der Ausbilder und betrieblicher Experten weitere Kenntnisse und Fertigkeiten beispielsweise aus den Bereichen der Füge- und Steuerungstechnik. Die Anlagen wurden dann an ihren Bestimmungsorten in Betrieb und Schule installiert und zum ersten Mal in Betrieb genommen (vgl. Abb. 5).

Im abschließenden dreiwöchigen Schulblock erstellten die Lernenden schwerpunktmäßig die Dokumentation der Anlagen und bereiteten die umfangreiche Abschlusspräsentation

vor (vgl. Abb. 6). Für die Förderung der präsentationsbezogenen Kompetenzen wurde ein eintägiges Training durchgeführt, in dem gezielt anwendungsorientiert Grundlagen und Methoden des Präsentierens vermittelt wurden. Parallel zur Erstellung der Dokumentation und Präsentation wurden die Anlagen fertig gestellt, die letzten Fehler beseitigt und der Dauerbetrieb erprobt.

Abschließend stellten die Jugendlichen ihre Arbeitsergebnisse, die fachlichen Zusammenhänge und Ge-

staltungskriterien in einer umfassenden Präsentation vor zahlreichen Fachleuten vor (vgl. Abb. 7) und übergaben die Anlage an den Kunden. Zum Abschluss wurden die Ergebnisse der Selbst- und Fremdbewertung unter Moderation der Lehrenden in den Schülergruppen reflektiert und in Kompetenzbeschreibungen überführt, die die Grundlage für die Formulierung der zusätzlich zum Zeugnis aus gegebenen Zertifikate bildeten.

Das Ausbildungsprojekt beinhaltete also verschiedene Lernphasen, die eine ganzheitliche Förderung beruflicher Handlungskompetenz sicherstellen sollten (vgl. BERBEN/VOLLMER 2004, S. 82 ff.):

- *Arbeitsprozessbezogene Phasen*, um den Zusammenhang zum Beruf und zur Erfahrungswelt der Lernenden herzustellen. Das Projekt greift die wesentlichen Handlungsschritte und Gestaltungsdimensionen des Arbeitsprozesses auf und gestattet eine ganzheitliche Bearbeitung der Aufgabenstellungen unter Einbeziehung gesellschaftlicher, ökonomischer, ökologischer und sozialer Gesichtspunkte.
- *Phasen der gezielten Kompetenzförderung*, weil dazu offene Lernumgebungen und -situationen sowie selbstständiges Lernen i. d. R. allein nicht ausreichen. Vielmehr sind aufeinander aufbauende Pha-

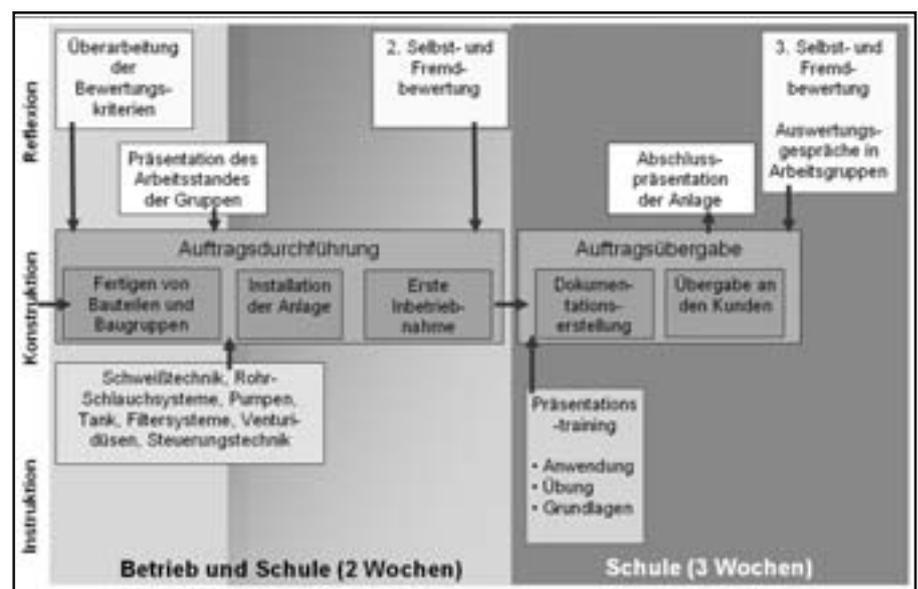


Abb. 6: Struktur des Lehr-Lern-Prozesses während der Auftragsdurchführung und -übergabe



Abb. 7: Abschlusspräsentation des Ausbildungsprojektes vor großem Publikum

sen vorgesehen gewesen, die auf die systematische Förderung der Lernenden im Prozess der Projektbearbeitung abgestimmt sind (z. B. fachliche Grundlagen, Methoden, Präsentationstechniken).

- *Phasen zur Planung, Kontrolle und Reflexion der Lehr-Lern-Prozesse* in den einzelnen Teams und in der Gesamtgruppe, um ihre Lernkompetenz zu fördern angesichts äußerst heterogener Voraussetzungen. Ergebnis waren meist Vereinbarungen zwischen Lehrenden und Lernenden zur Weiterentwicklung der Zusammenarbeit mit der Perspektive einer schrittweise selbstständigeren Lern- und Arbeitsplanung durch die Jugendlichen und einer zunehmenden Verantwortungsübernahme.
- *Phasen der Systematisierung des Erlernten* für die Entwicklung von

Fachkompetenz in handlungsorientierten Lernsituationen, um auf diese Weise die erarbeiteten Inhalte in einer fachsystematischen Struktur zu verallgemeinern und somit Handlungs- und Fachsystematik zueinander in Beziehung zu setzen (vgl. KMK 2000). Hierzu haben sich u. a. Themen- bzw. Inhaltsstrukturierungen und die systematisierende Darstellung der fachlichen Inhalte in Präsentationen bewährt.

Im Projektverlauf kam eine Kombination unterschiedlicher Unterrichtsmethoden zur Anwendung. Makromethodisch war das Ausbildungsprojekt eine auftragsbezogene Konstruktions- und Fertigungsaufgabe, die mikromethodisch u. a. verknüpft wurde mit der Erkundung von Anlagenkonzeptionen in anderen Betrieben, mit der experimentellen Untersuchung von Bauteilen der Funktion einzelner Anlagen-

komponenten, mit der Simulation von Steuerungsvorgängen usw. (vgl. Pahl 2002, S. 148 ff.).

### Projektergebnisse

Als materielle Ergebnisse sind in dem Ausbildungsprojekt zwei gänzlich unterschiedliche KSS-Umwälz- und Filteranlagen entstanden, die die Qualität gestaltungsorientierter Ausbildungskonzeptionen im wahrsten Sinne des Wortes vor Augen führen (vgl. Abb. 8). Während die Anlage in der Schulwerkstatt mit einem Zyklonfilter und einer Verbindungsprogrammierten Steuerung (VPS) realisiert wurde, ist die Anlage des Ausbildungsbetriebes mit einem Papierfilter und einer Speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) ausgestattet worden. Allein die mit den Auftraggebern abgestimmten unterschiedlichen Techniken der KSS-Filterung und Steuerungen

der Umwälzzyklen verdeutlichten den Jugendlichen schon, dass sich ein Gebrauchswertwunsch mit alternativen technischen Lösungen erreichen lässt. Ebenso unterscheiden sich die Pumpentypen, die Behälterkonstruktionen, die Rohr- und Schlauchverbindungen und schließlich die damit korrespondierenden Arbeitstechniken. Das Denken in technischen Alternativen und die Abstimmung des eigenen Handelns mit den Wünschen des Auftraggebers unter Einbeziehung ökologischer, ökonomischer, rechtlicher und weiterer Gesichtspunkte sowie – in diesem Fall – die Auseinandersetzung mit Fragen des Gesundheitsschutzes kennzeichnen gestaltungsorientiertes Lernen, insbesondere wenn den Jugendlichen ermöglicht wird, weitgehend selbstständig zu arbeiten und zu lernen, was systematisch gefördert werden sollte.

Insofern können als immaterielles Ergebnis des Ausbildungsprojektes die reflektierten Erfahrungen angesehen werden, die die Jugendlichen im Rahmen der berufsübergreifenden Gruppenarbeit machen konnten mit allen ihren Höhen und Tiefen. Dazu haben maßgeblich die von Anbeginn der Projektarbeit vorgesehenen Prozessreflexionen, die Ergebnispräsentationen, die Selbst- und Fremdbewertungen und die Auswertungsgespräche beigetragen. Zudem haben sie es erreicht, mit den Methoden des Projektmanagements ein funktionsfähiges Produkt in einem vorgegebenen Zeit- und Finanzrahmen zu erarbeiten. Vor allem während der Abschlusspräsentation wurde offensichtlich, dass das Selbstwertgefühl der Jugendlichen deutlich zugenommen hat, dass sie mit der Projektarbeit spürbare Entwicklungsfortschritte gemacht haben.

Ein wichtiges Ergebnis des Ausbildungsprojektes auf Seiten der Lehrer/-innen waren die neuen Erfahrungen mit arbeitsprozessbezogenen Unterrichtskonzeptionen und der damit verbundenen mehrdimensionalen Förderung beruflicher Handlungskompetenz. Auf diese Weise hatten sie bereits im Vorfeld der Neuordnung der industriellen Metallberufe nicht nur Gelegenheit sich mit den Intentionen des Lernfeldkonzeptes auseinander zu setzen, sondern die Projektplanung und -durchführung erforderte eine bis

dahin unübliche abteilungsübergreifende Teamarbeit innerhalb der Schule und eine Intensivierung der Kooperation mit den Ausbildungsbetrieben.

Die Modellversuchsarbeit und insbesondere das hier beschriebene komplexe Ausbildungsprojekt bildeten eine wesentliche Grundlage für den relativ problemlosen und schnellen Einstieg in die Umsetzung der neuen Rahmenlehrpläne und die Gestaltung arbeitsprozessbezogener Lernsituationen nach dem Lernfeldkonzept. Die enge Zusammenarbeit in den Bildungsgangteams der Berufsschule und mit den betrieblichen Ausbildern wurde kontinuierlich weitergeführt. Gemeinsam sind weitere lernortübergreifende Projektideen gesammelt, erprobt und optimiert worden. Eine wichtige Grundlage dafür war das in der bisherigen Zusammenarbeit gewonnene gegenseitige Verständnis für die jeweiligen Arbeitsbedingungen und Aufgaben der Lehrer/-innen und der betrieblichen Ausbilder.

### Anmerkungen

- 1 Der Modellversuch „FöraK – Förderung arbeitsprozessbezogener Kompetenzen“ wurde von August 2000 bis Juli 2003 an der Staatlichen Gewerbeschule Metalltechnik (G17) in Hamburg in Kooperation mit den in der Ausbildung von Industriemechaniker/-innen engagierten Betrieben (DaimlerChrysler, Deutsche Extraktkaffee GmbH, Deutsche Shell GmbH, Holborn Europa Raffinerie,

Ispat Hamburger Stahlwerke, Phoenix AG – Conseo GmbH, Strom- und Hafenbau) durchgeführt

### Literatur

BERBEN, THOMAS/VOLLMER, THOMAS: Kooperative Förderung arbeitsprozessbezogener Kompetenzen in der Ausbildung von Industriemechaniker/innen. In: BECKER, MATTHIAS/SCHWENGER, ULRICH/SPÖTTL, GEORG/VOLLMER, THOMAS (Hrsg.): Metallberufe auf dem Weg zur Neuordnung. Bielefeld: Bertelsmann 2002, S. 128-137.

BERBEN, THOMAS/VOLLMER, THOMAS: Intensivierung der Praxisbezüge in Berufs- und Berufsfachschule durch arbeitsprozessorientierung. In: EULER, DIETER (Hrsg.): Handbuch der Lernortkooperation, Band 2: Praktische Erfahrungen. Bielefeld: Bertelsmann 2003, S. 226-235.

BERBEN, THOMAS/VOLLMER, THOMAS: Förderung arbeitsprozessbezogener Kompetenzen zwischen den Lernorten Berufsschule und Ausbildungsbetrieb. In: Abschlussbericht zum BLK-Modellversuch FöraK. Juli 2003. (Url: <http://www.ibw.uni-hamburg.de/foerak/>, S. 4-23.)

BERBEN, THOMAS/VOLLMER, THOMAS: Kooperation als Strategie zur Förderung von Praxisbezügen in Berufs- und Berufsfachschulen – Entwicklungschancen für die Lehrenden und die Lernorte. In: PÄTZOLD, GÜNTER/STENDER, JÖRG/BUSIAN, ANNE (Hrsg.): Lernortkooperation und Bildungsnetzwerke. Bielefeld: Bertelsmann 2004, S. 77-93.



Abb. 8: Von den Lernenden gebaute und installierte KSS-Anlagen in der Schulwerkstatt (links) und im Ausbildungsbetrieb (rechts)

- BGMS – Berufsgenossenschaft Metall Süd (Hrsg.): Schwerpunktthema 2002 „Pflegebedürftig – Kühlschmierstoffe / Bio-Stoffe“. (Url: [http://www.bgmetallsued.de/praevention/arbeit-gesundheit/biologische\\_belastung/pflegebeduerftig\\_kss.php](http://www.bgmetallsued.de/praevention/arbeit-gesundheit/biologische_belastung/pflegebeduerftig_kss.php); (Stand: 28.11.2006).
- BGR 143 – Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen. Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften. Januar 2006. (Url: <http://www.arbeitssicherheit.de/servlet/PB/show/1200878/bgr143.pdf>; Stand: 28.11.2006).
- FISCHER, MARTIN: Grundprobleme didaktischen Handelns und die arbeitsorientierte Wende in der Berufsausbildung. In: *bwp@4/2003*. (Url: [www.bwpat.de](http://www.bwpat.de); Stand: 28.11.2006).
- FREY, KARL: Die Projektmethode. Wege zum bildenden Tun. Weinheim/Basel: Beltz 1998.
- GÜNTHER, JAN.: Entwicklung eines Konzeptes zur Bewertung von handlungsorientierten Lernsituationen am Beispiel des FöräK-Projektes. Hausarbeit im Rahmen der Zweiten Staatsprüfung für das Lehramt an Berufsbildenden Schulen in der Fachrichtung Metalltechnik. Hamburg 2002.
- HOWE, FALK/BERBEN, THOMAS: Lern- und Arbeitsaufgaben. In: Rauner, Felix (Hrsg.): *Handbuch der Berufsbildungsforschung*. Bielefeld: Bertelsmann 2005, S. 383-390.
- KMK – Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): *Rahmenvereinbarung über die Berufsschule* (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 14./15.03.1991). (URL: <http://www.kultusministerkonferenz.de/beruf/rvbs.htm>; Stand: 12.11.2006).
- KMK – Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): *Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz (KMK) für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe* (Stand: 15.09.2000). (Url: <http://www.kultusministerkonferenz.de/beruf/home.htm>; Stand: 12.11.2006).
- KMK – Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): *Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz (KMK) für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe*. Bonn 1996.
- MANDL, HEINZ/REINMANN-ROTHMEIER, GABI: *Unterrichten und Lernumgebungen gestalten*. Forschungsbericht Nr. 60. München: Ludwig Maximilians Universität 1995.
- NÖTHEN, KARL-GEORG/THELEN, LUTZ.: *Bewertung von Projektarbeit unter Berücksichtigung didaktisch-handlungsorientierten Unterrichts*. Köln: Stam 1996.
- PAHL, JÖRG-PETER: *Bausteine beruflichen Lernens im Bereich Technik. Teil 2: Methodische Konzeptionen für den Lernbereich Technik*. Alsbach: Leuchtturm 2002.
- PFEIFFER, WOLFGANG u. a.: *Kühlschmierstoffe. Umgang, Messung, Beurteilung, Schutzmaßnahmen*. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften. Sankt Augustin: Eigenverlag 1991.
- PRANDINI, MARKUS: *Persönlichkeitserziehung und Persönlichkeitsentwicklung von Jugendlichen. Ein Rahmenmodell zur Förderung von Selbst-, Sozial- und Fachkompetenz*. Markt Schwaben: Eusl 2001.
- RAUNER, FELIX: *Gestaltung von Arbeit und Technik*. In: ARNOLD, ROLF/LIPSMEIER, ANTONIUS (Hrsg.): *Handbuch der Berufsbildung*. Opladen: Leske + Budrich 1995, S. 50-64.
- RAUNER, FELIX: *Die Befähigung zur (Mit)Gestaltung von Arbeit und Technik als Leitidee Beruflicher Bildung*. In: HEIDEGGER, GERALD/GERDS, PETER/WEISENBACH, KLAUS (Hrsg.): *Gestaltung von Arbeit und Technik – ein Ziel beruflicher Bildung*. Frankfurt a. M./New York Campus 1988, S. 32-50.
- RAUNER, FELIX: *Elektrotechnik Grundbildung. Überlegungen zur Techniklehre im Schwerpunkt Elektrotechnik der Kollegscheule*. Hrsg.: Landesinstitut für Schule und Weiterbildung. Soest: Soester Verlagskontor 1986.
- VOLLMER, THOMAS: *Befähigung zur Mitgestaltung der Arbeitswelt und Gesellschaft in sozialer und ökologischer Verantwortung – Ein neues Berufsbildungsziel und seine Bedeutung für berufliches Lernen und Lehren*. In: KIPP, MARTIN u. a.: *Tradition und Innovation. Impulse zur Reflexion und zur Gestaltung beruflicher Bildung*. Münster u. a.: LIT 2004, S. 131-193.
- VOLLMER, THOMAS/BERBEN, THOMAS: *Inter- und intra-institutionelle Zusammenarbeit bei der Gestaltung arbeitsprozessbezogener Lernsituationen*. In: *bwp@ 3/2002*.

---

Volkmar Herkner

## Unterricht zum Drehen in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft

### Entwicklung des Drehens als Thema in Metallberufen

Von den spannenden Fertigungsverfahren nehmen das Drehen und das Fräsen eine Art Königsstellung ein. Diese

beiden maschinellen Verfahren sind in nahezu allen metallbearbeitenden Unternehmen und bei vielen Metallberufen zu finden.

Das Thema „Drehen“ fällt durch eine Besonderheit auf: Drehmaschinen

sind in ihrer historischen Entwicklung ausgesprochen gut dokumentiert. An Vorläufern der heutigen Drehmaschinen kann man das Wirkprinzip des Drehens sehr weit und mindestens bis in das Mittelalter zurückverfolgen. Geschichtliche Betrachtungen wecken

bei vielen Schülerinnen und Schülern in einem Unterricht häufig Interesse. Damit steigt oft die Aufmerksamkeit der Lernenden.

Das allein würde es aber nicht rechtfertigen, die Entwicklung des Drehens im beruflichen Unterricht zu thematisieren. Doch schon unter dem Gesichtspunkt, dass Metallfacharbeiter aus berufsethischen Aspekten auch etwas aus der Vergangenheit und die möglichen künftigen Entwicklungsrichtungen ihrer Beruflichkeit kennen sollten, ist es sinnvoll, das Thema in den Unterricht einzubringen. Dabei können aus zeitlichen und inhaltlichen Gründen nur grobe Linien der Entwicklungen skizziert werden. Aus der Beschäftigung mit der Vergangenheit und der Zukunft kann zudem erhofft werden, dass das Gegenwartsverständnis der Lernenden gefestigt und zum Teil erweitert wird. Mit anderen Worten: Indem sich die Schülerinnen und Schüler mit dem Drehen und der Drehmaschine in Vergangenheit und möglichen Trends der Zukunft befassen, werden nicht nur geschichtliches Verständnis sowie Kreativität für Zukunftsvisionen gefördert, sondern damit wird auch Fachlichkeit transportiert, z. B. durch die Verwendung von Termini, die für die Auszubildenden noch relativ ungewohnt oder sogar neu sind.

Da vor allem bei den Betrachtungen zur künftigen Entwicklung nicht nur die Technik selbst, sondern auch die Arbeit, die Organisation derer sowie die (berufliche) Bildung der Fachleute aufgegriffen werden, kann persönliche Betroffenheit erreicht werden, geht es doch auch darum, was künftige Metallfacharbeiter an einer Drehmaschine für Tätigkeiten ausführen werden. Diese Frage berührt alle Auszubildenden in Metallberufen direkt.

### Berufsdidaktische Eckpunkte

Entwickelt man eine Lernsituation, in der das Fertigen durch Drehen thematisiert wird, so ist es sinnvoll, auch auf die historische, gegenwärtige und zukünftige Entwicklung dieses Fertigungsverfahrens einzugehen. Doch nicht das Verfahren und die Technik allein sollten hier betrachtet werden, sondern ebenso die Veränderungen, die damit für die Menschen und deren Arbeit verbunden waren und sind. Da-

bei bietet es sich an, diese Lerneinheit eher an das Ende der Vermittlung zum Drehen zu setzen. Dann ist den Schülerinnen und Schülern das Drehen als spannendes Fertigungsverfahren bereits bekannt. Aus der betrieblichen Ausbildung bringen die Lernenden zu jenem Zeitpunkt in der Regel Kenntnisse und Erfahrungen zum Feilen und zum Bohren mit. Viele haben in ihrer Ausbildung oder in anderen Zusammenhängen aber auch schon gedreht oder gefräst.

Zum Drehen sollten u. a. Bedingungsfelder der Herstellung einer Welle wie Fertigungsverfahren, Werkzeugmaschinen, Arbeitsplanung, Qualitätsprüfung, Arbeits- und Umweltschutz bereits thematisiert worden sein; also wichtige Aspekte, die z. B. für Industriemechaniker/-innen oder Zerspanungsmechaniker/-innen berufsrelevant sind. Beim Aufbau der Drehmaschine geht es u. a. um deren Funktionseinheiten mit Energiefluss und Energieübertragungseinheiten (Zahnradtrieb, Riementrieb). Im Einzelnen sind den Lernenden folgende Begriffe und Inhalte bereits bekannt, die mit der Thematik im Zusammenhang stehen:

- Fertigungshauptgruppen nach DIN 8580,
- Arbeitsbewegungen, d. h. Anstell-, Zustell-, Vorschub- und Schnittbewegung (allgemein bei Werkzeugmaschinen sowie speziell an Drehmaschinen),
- Baugruppen der Drehmaschine,
- Winkel am Drehmeißel und Kräfte beim Drehen,
- technologische Größen wie Drehzahl bzw. Drehfrequenz, Schnittgeschwindigkeit, Vorschubgeschwindigkeit.

Oberflächlich betrachtet, könnte man annehmen, dass ein solcher Unterricht kaum mehr als informativen und ergänzenden Charakter hat, zumal er sich nicht problemlos und lehrplankonform in Lernsituationen einbinden lässt, die aus beruflichen Handlungssituationen abgeleitet sind. Bei genauerem Hinsehen zeigt sich aber, dass fachliche Ziele des Unterrichts angegangen werden können. So kann man zur Fachkompetenz folgende Zielstellungen formulieren:

Die Lernenden können ...

- wesentliche Aspekte zur geschichtlichen Entwicklung der Drehmaschinen und des Arbeitens an ihnen nennen sowie ggf. erläutern,
- strukturiert Aussagen zu möglichen zukünftigen Entwicklungen von Technik und Arbeit an Drehmaschinen treffen sowie
- mit Fachbegriffen aus der Zerspanntechnik in geeigneter Weise umgehen.

Um zu überprüfen, ob die Ziele erreicht werden können, sind entsprechende Indikatoren zu suchen. Lösungsvorschläge der Arbeitsblätter sind dabei eine wesentliche Hilfe.

Unter dem Aspekt der Methodenkompetenz verbessern die Lernenden ihre Fähigkeiten, aus gegebenem Material Informationen herauszufiltern und zu strukturieren. Außerdem wird unter dem Aspekt der Sozialkompetenz angestrebt, dass die Lernenden selbstständig und kooperativ arbeiten sowie Lösungen der Mitschüler akzeptieren. Darüber hinaus wird – „überfachlich“ – das Verständnis gefördert, durch die Beschäftigung mit der Vergangenheit und Zukunft auch Gegenwartsprobleme besser angehen zu können. Schließlich wird das Bewusstsein für sozialgeschichtliche Entwicklungen geweckt oder sogar gestärkt.

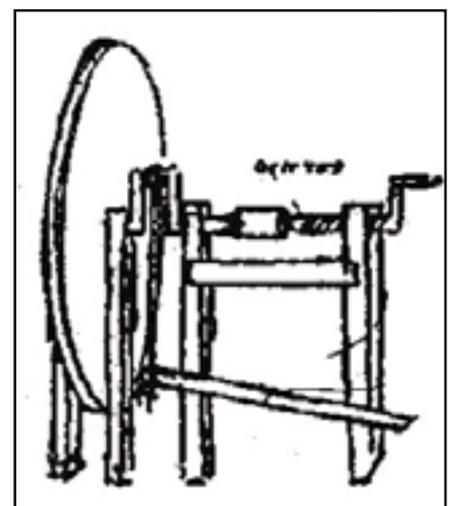


Abb. 1: Drehbank mit Schwungscheibe und Trittbrett (Beginn des 15. Jahrhunderts, Leonardo da Vinci)



Abb. 2: CNC-Universaldrehmaschine

### Berufsdidaktisches Konzept

Die Unterrichtseinheit weist inhaltlich eine Zweiteilung auf: erst Betrachtungen zur Vergangenheit, dann zur Zukunft mit dem gemeinsamen Schnittpunkt der Gegenwart, wobei in beiden Teilen eine ähnliche methodische

Grundanlage erkennbar wird. Es geht in der Reihenfolge jeweils um das Informieren, Bearbeiten mit Strukturieren und das abschließende Kontrollieren bzw. Vergleichen. In den Bearbeitungsphasen wird abstrakt-handlungsorientiert mit weitgehender Schülereigenaktivität vorgegangen.

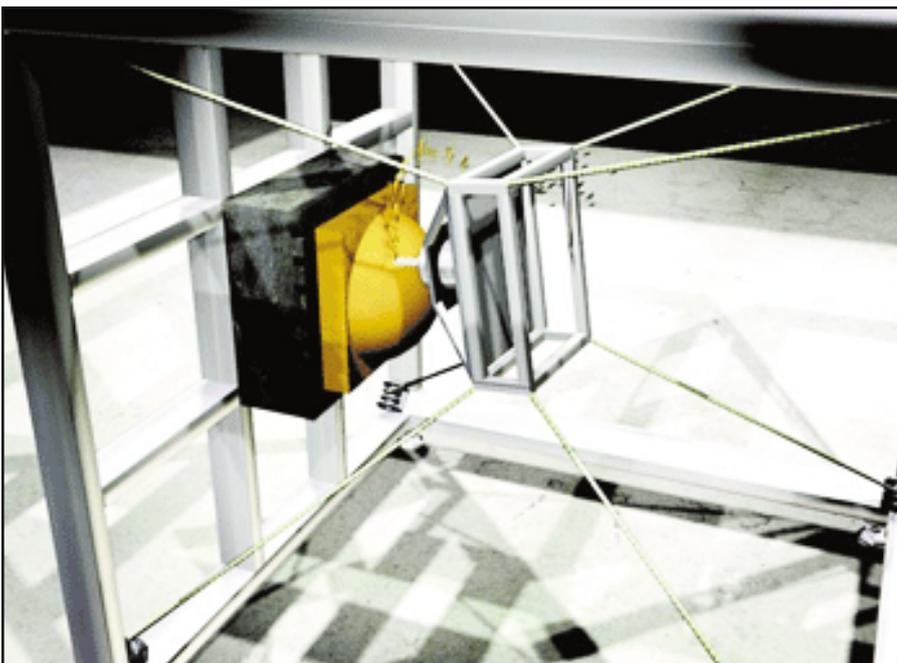


Abb. 3: Vision einer Werkzeugmaschine mit simuliertem Fertigungsprozess (Bild: Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb (IWF) der TU Berlin)

Die Ergebnisgestaltung ist für beide Teile relativ offen. Daher kann es auch nur Lösungsvorschläge und keine festen Lösungen geben. Dieses erschwert die Ergebniskontrolle.

Genauer sieht die Planung wie folgt aus:

- Einstieg mit Lehrer-Schüler-Gespräch

Es werden drei Fotos von Drehmaschinen in der Vergangenheit (Abb. 1), Gegenwart (Abb. 2) und Zukunft (Abb. 3) gezeigt. Die Lernenden äußern spontan ihre Meinungen. Es ergibt sich das Anliegen, das Drehen in seiner Entwicklung näher zu beleuchten.

- Erste Informations- und Erarbeitungsphase

Im Lehrer-Schüler-Gespräch werden die wichtigsten Merkmale herausgearbeitet, die für eine Analyse mit geschichtlicher Betrachtung zur Drehmaschine geeignet erscheinen. Danach erhalten die Lernenden das Arbeitsblatt 1, sehen anschließend den Ausschnitt aus einem Film zur Entwicklung der Drehmaschine und bearbeiten das Arbeitsblatt.

- Zwischenauswertung/Ergebnissicherung

Die Lernenden tragen ihre Ergebnisse mündlich vor und vergleichen sie. Ein Lösungsvorschlag kann eingesetzt werden (Abb. 4).

- Ideensammlung

Die Lehrkraft erklärt, dass der Blick in die Vergangenheit wichtig ist, zum Verstehen der Gegenwart und um über die Zukunft zu spekulieren. Danach äußern die Lernenden Ideen, welche künftigen Entwicklungen sie sich bei Drehmaschinen vorstellen können.

- Zweite Informations- und Erarbeitungsphase

Die Lernenden erhalten ein Informationsblatt (Abb. 5) sowie das Arbeitsblatt 2 und bearbeiten es in Partnerarbeit.

- Ergebnisvergleich und Kontrolle

Im Plenum werden die Ergebnisse aus der Partnerarbeit vorgetragen. Die Lösung der Aufgabe wird verglichen und besprochen (Abb. 6).

### Lösungsvorschlag für Arbeitsblatt 1: „Zur geschichtlichen Entwicklung der Drehmaschine“

Name: ..... Vorname: ..... Datum: .....

#### Aufgabe:

Schauen Sie sich bitte den Ausschnitt aus dem Film „Entwicklung der Drehmaschine“ genau an! Notieren Sie sich dazu während der Filmvorführung nur kurz die wichtigsten Dinge! Vervollständigen Sie danach in Partnerarbeit die nachfolgende Tabelle! Für die Aufgabe haben Sie nach dem Anschauen des Filmausschnittes zehn Minuten Zeit.

Epoche	Antrieb	Technologische Innovation	Stellung des Arbeiters	Anmerkungen zum Arbeitsschutz
Steinzeit ca. 10.000 v. Chr.	Schnurantrieb Seilzug Muskelkraft	Herstellen einer Pendel- bzw. Rotationsbewegung mit Hilfsmitteln	erzeugt selbst alle Arbeitsbewegungen; ist autonom und selbst verantwortlich	keine besonderen Vorrichtungen, aber auch geringe Gefahren
Mittelalter ab 1200  ab 1500  ab 1600	Wippenantrieb  Kurbelantrieb  Kurbelantrieb mit Fußpedal	<i>Metallgestell, Support</i>	<i>erzeugt durch Muskelkraft selbst alle Arbeitsbewegungen</i>	<i>keine besonderen Vorrichtungen, aber auch geringe Gefahren</i>
<i>beginnende Industrialisierung (um 1800)</i>	Dampfmaschine	<i>von Menschenkraft unabhängiger Antrieb, Transmissionsanlage, Werkzeugschlitten, Leitspindel</i>	<i>handwerkliches Geschick bestimmt das Arbeitsergebnis</i>	<i>hohe Gefahren, da kaum Schutzvorrichtungen</i>
<i>Industrialisierung/ beginnender Taylorismus (um 1900)</i>	<i>Elektromotor</i>	<i>elektrischer Einzelantrieb</i>	<i>fertigt nach Zeichnung, bestimmt Arbeitsablauf selbst; Meister kontrolliert</i>	<i>hohe Gefahren, da kaum besondere Schutzvorrichtungen bei Akkordarbeit</i>
<i>Digitalisierung (ab ca. 1960)</i>	<i>Elektromotor</i>	<i>computergestützte Produktion (CNC)</i>	<i>Programmierungs- und Bedienerfunktion (mit Aufsichts- und Einstellfunktionen)</i>	<i>hohe Geschwindigkeiten und Kräfte; damit hohe Gefahren, aber auch spezielle Schutzvorrichtungen</i>

Abb. 4: Lösungsvorschlag zu Arbeitsblatt 1

#### – Transfer und Auswertung

Die Lernenden nennen aus ihrer Berufs- und Lebenswelt (weitere) Beispiele, bei denen technologische Entwicklungen in der Trenntechnik interessant sein können.

Abschließend wird die Unterrichtseinheit ausgewertet.

Außerdem kann ein drittes Arbeitsblatt ausgeteilt werden, bei dem die Betrachtungen zur Arbeit und Technik des Drehens in Vergangenheit, Gegen-

wart und Zukunft in einem Mindmap auf grundlegende Bestimmungsfaktoren fokussiert werden.

In der Unterrichtseinheit kann allein schon aus zeitlichen und lernorganisatorischen bzw. medialen Gründen

<b>Informationsblatt: „Technik und Arbeit des Drehens in der Zukunft“</b>		
Name: .....	Vorname: .....	Datum: .....
<p><b>Technik und Arbeit des Drehens in der Zukunft – Visionen und Erwartungen</b></p> <p>Werkzeugmaschinen im Allgemeinen und Drehmaschinen im Besonderen sind schon seit langem Gegenstand der Forschung, um die technischen Möglichkeiten noch weiter auszuloten, Qualität und Quantität der Prozesse und der gefertigten Werkstücke weiter zu verbessern und insgesamt rationeller zu fertigen. Sicher ist, dass die Weiterentwicklungen der <b>Technik</b> vielfältige Auswirkungen auf die <b>Arbeit</b>, die <b>Organisation der Arbeit</b> und die an den Werkzeugmaschinen beschäftigten <b>Menschen</b> haben werden. So wird auch die <b>berufliche</b> und allgemeine <b>Bildung</b> der Fachkräfte verändert werden müssen. Welche Tendenzen in Technik, Arbeitsorganisation und Arbeit sowie Bildung sind im Einzelnen zu erwarten?</p> <p><b>Maschinenseitig</b> ist man z. B. bestrebt, die <b>Hauptantriebe</b> leistungsfähiger auszulegen, um höhere Drehzahlen (langfristig bis zu 150.000 min<sup>-1</sup>) erreichen sowie größere Drehmomente und Kräfte erzeugen zu können, die durch entsprechende <b>Übertragungselemente</b> oder sogar unter deren Verzicht direkt an der Arbeitsspindel wirksam werden. Eine Zielstellung ist es zu wohl komplizierte Werkstücke mit <b>Übertragungen</b></p>		

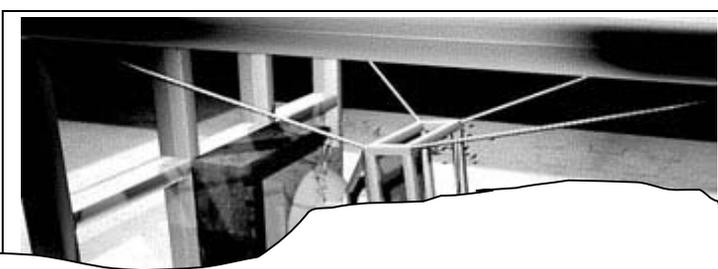


Abb. 5: Informationsblatt (Ausriss)

nicht konkret-, sondern nur abstrakt-handlungsorientiert vorgegangen werden. Die Aufgabenstellungen sind mithilfe der auf verschiedenen medialen Wegen zugänglichen Informationen – im ersten Teil mittels Film, im zweiten Teil mittels eines Informationsblattes – zu bearbeiten. Dabei wird besonderer Wert auf das Strukturieren gelegt. Für den ersten Teil, der Betrachtung des Drehens in der Vergangenheit, wird vorab die Struktur gemeinsam erarbeitet. Diese finden die Lernenden dann auf dem Arbeitsblatt 1 wieder. Im zweiten Teil, der Betrachtung zukünftiger Entwicklungen, kann eine Struktur aus dem Informationsblatt herausgelesen oder selbst entwickelt werden.

Nach dem Informieren und Strukturieren bzw. dem Bearbeiten der Arbeitsaufgabe ist jeweils eine Ergebniskontrolle bzw. ein Ergebnisvergleich vorgelesen. Hierbei ist darauf zu verwei-

sen, dass es für beide Aufgaben keine allein gültige Lösung gibt. Damit werden Kontrolle und Vergleich der Ergebnisse erheblich erschwert. Dieses erfordert im fachlich-inhaltlichen Verständnis Flexibilität von Lernenden und Lehrkraft. Insofern wird hier auch die Eigenverantwortung der Lernenden herausgefordert, da die Lehrkraft nicht alle Lösungen der Lernenden vergleichen kann. Vorbereitete Lösungsvorschläge können situativ eingesetzt werden, wenn zu befürchten ist, dass die Schülerinnen und Schüler stark divergierende und sodann auch falsche Lösungen haben sowie falsche Antworten zudem auch nicht erkennen sollten. Es hat sich in der Unterrichtspraxis als sinnvoll erwiesen, am Ende der Lerneinheit den Schülerinnen und Schülern die vorbereiteten Lösungsvorschläge zur Verfügung zu stellen.

Neben dem abstrakt-handlungsorientierten Vorgehen mit den Phasen „Informieren – Strukturieren – Kontrollieren/Vergleichen“ in zwei durch die Gegenwart verbundenen Teilabschnitten sind weitgehende Schüleraktivität, offene Lösungsvorschläge sowie mediale Vielfalt als knappe Kennzeichen des Vorgehens zu nennen. Die mediale Vielfalt könnte bei vorhandenen Ressourcen an der berufsbildenden Schule oder in deren Umfeld zwar noch weiter gehen (z. B. durch die Besichtigung älterer Werkzeugmaschinen im Haus oder den Besuch eines Technikmuseums), sie stößt aber allein aus zeitlichen Gründen oft schon an Grenzen.

Unter medialen Gesichtspunkten ist das Informationsblatt auffällig. Von Schülerinnen und Schülern sind oft Klagen zu hören, dass zuviel Text zu lesen sei. Bei der Gestaltung des In-

## Lösungsvorschlag zu Arbeitsblatt 2: „Technik und Arbeit des Drehens in der Zukunft“

Name: .....

Vorname: .....

Datum: .....

**Aufgabe:**

Diskutieren Sie mit Ihrem Nachbarn, welche Aspekte beim Drehen in der Zukunft eine wichtige Rolle spielen könnten! Notieren Sie bitte in möglichst strukturierter Form die wichtigsten Aussagen stichpunktartig! Bereiten Sie sich darauf vor, Ihre Ergebnisse vorzutragen!

Für diese Aufgabe haben Sie 18 Minuten Zeit.

- **prozess- und maschinenseitige Entwicklungen**

- multifunktionale und hochkomplexe umfassende Dreh- und Bearbeitungungsverfahren)
- Simulation des
- Fertigung

Abb. 6: Lösungsvorschlag zum Arbeitsblatt 2 (Ausriss)

formationsblattes wird zwar darauf geachtet, dass die Ausführungen nicht in epischer Breite erfolgen, dennoch wird ein Maß an Lesebereitschaft gefordert, das bewusst über das einer durchschnittlichen Unterrichtseinheit in der Metalltechnik deutlich hinausgeht. Außerdem wird darauf verzichtet, mit vereinfachend wirkenden Aufzählungen zu arbeiten, da sich die Auszubildenden in ihrem späteren Berufsleben auch über Fachtexte, zuweilen dann längere und ansprechendere, weiter bilden müssen.

### Wider verengter Sichtweisen – Schlussbemerkungen

Im Zusammenhang mit dem Lernfeldkonzept ist kritisch anzumerken, dass sich die Unterrichtseinheit nicht problemlos in eine solche Lernsituation einbinden lässt, die sich an einer relevanten, möglichst typischen beruf-

lichen Handlungssituation orientiert. Damit erhält die Unterrichtseinheit einen anderen, weniger direkt auf konkretes, psychomotorisches berufliches Handeln zielenden Charakter. Kritiker könnten sogar anfügen, damit werde eine Rückkehr von der Handlungs- zur Fachsystematik proklamiert. Doch das Lernfeldkonzept schließt solche Unterrichtseinheiten keinesfalls aus. Im Gegenteil: Es muss sogar für derartige Lernvorhaben offen stehen, um nicht Bildungsansprüche abzuschneiden, die eher auf die kognitive Ebene zielen und über utilitaristische Qualifizierungsforderungen hinausgehen. Hierbei ist hervorzuheben, dass dieser berufsbezogene auch mit sozialkundlichem Unterricht kombiniert werden kann. Dazu bietet sich neben einem rein berufsbezogenen auch ein mit allgemein bildenden Fächern wie z. B. Deutsch übergreifender Unterricht an.

Einem zweiten möglichen Einwand gilt es, bereits im Vorfeld entgegenzutreten. Man könnte meinen, die Schülerinnen und Schüler würden in diesem Unterricht fachlich nichts lernen. Für sie sei es eher eine informative Lernereinheit, zumal das Wissen später nie abgefragt werde. Dabei sollten nicht nur Historiker erkannt haben, dass sich durch das Befassen mit der Vergangenheit und mit möglichen Trends der Zukunft nicht nur geschichtliches Verständnis sowie Kreativität für Zukunftsvisionen gefördert werden. Damit wird auch Fachlichkeit für das Gegenwartsverständnis transportiert. So werden z. B. manchem Lernenden erst in diesem Zusammenhang die noch relativ ungewohnten Fachbegriffe deutlich.

Franz Krämer

# Hochmoderne Karosseriefertigung erfordert neues Fachwissen im Reparaturbetrieb

## – Innovative Lerninhalte für Klassen des Karosseriebauerhandwerks

### Einleitung

Im Laufe der letzten 100 Jahre hat sich die Automobilproduktion grundlegend verändert. Die Einführung der Fließbandproduktion zu Beginn des 20. Jahrhunderts ermöglichte recht früh eine Steigerung der Produktivität und gleichzeitig eine Reduzierung der Produktionskosten. Kostete beispielsweise ein Ford vom Typ „Tin Lizzy“ im Jahre 1908 noch 825 Dollar, so sank der Preis durch den Einsatz des Fließbandes auf 260 Dollar. Zum Vergleich: Heute beträgt der Verkaufspreis eines Fahrzeugs der gehobenen Mittelklasse vom Typ BMW 530i etwa 52.000 Euro. Dabei entfällt ein Drittel dieser Summe – ca. EUR 17.000 – auf die Herstellung des Fahrzeugs (vgl. OSTMANN, BERND 2005).

Diese Herstellungskosten müssen bei allen Automobilherstellern reduziert werden. Sie können nur gesenkt werden durch eine Verkürzung der reinen Produktionszeiten und eine Verminderung der Fertigungstiefe. Dem entgegen wirken Sicherheitsaspekte, die den Einsatz von neuen Werkstoffen und elektronischen Komponenten erforderlich machen. Erstreckte sich die Reparatur der Fahrzeuge vor 50 Jahren weitgehend auf die Beseitigung rein optischer Schäden, so muss bei der heutigen Reparatur ein Sicherheitsniveau wie vor dem Unfall erreicht werden.

### Moderne Werkstoffe und Fertigungsverfahren im Fahrzeugbau – eine Herausforderung für die Lehrerexpertise

Völlig neue Instandsetzungstechniken erfordern eine Ausbildung, die den oben genannten Aspekten in allen Bereichen Rechnung tragen muss. Für einen Berufsschulunterricht, der diesen Anforderungen gerecht werden soll, stellt das hohe Ansprüche an die

technologische Aktualität seiner Inhalte. Das gelingt am ehesten, wenn, wie beispielsweise am Nicolaus-August-Otto-Berufskolleg Köln, eine fruchtbare und enge Kooperation mit seinen industriellen Partnern besteht, durch die im Lehrerteam der Wissensstand über Neuentwicklungen und neue Verfahren auf einem hohen Niveau gehalten werden kann.

Am deutlichsten werden die Anforderungen an einen modernen Reparaturprozess dann, wenn wir einen Blick auf den Fertigungsprozess werfen: Vergleicht man die Produktionszeiten für verschiedene Fahrzeugtypen, so erstreckt sich die Bandbreite über 50 Produktionsstunden für einen Golf V, 24 Stunden für einen Opel Vectra bis hin zu 14 Stunden für einen Ford Fiesta. Die Produktionskosten in Deutschland liegen bei EUR 33 pro Produktionsstunde; in Amerika bzw. Westeuropa sind sie um 20 % bis 50 % geringer (vgl. FETH 2005). Beleuchtet man das Beispiel „Ford Fiesta“ ein wenig näher, wird der Aufwand für die Fertigungssteuerung und den Teilebedarf erkennbar. Pro Tag werden 2.000 Einheiten produziert. Die Anzahl der Widerstandsschweißpunkte beträgt 2.800 Punkte, die Länge der Klebenähte 30 Meter und die Anzahl der Karosserieteile pro Fahrzeug 300 (vgl. FORDWERKE AG 2005).

Ebenso überwältigend sind die Vielzahl der Fertigungsschritte und ausgefeilten Strukturen eines Personenzweiräders. Doch grundsätzlich gliedert sich der Karosserieaufbau eines Pkw nach wie vor in zwei Hauptbereiche: den Bereich der Strukturteile wie Säulen, Träger, Schweller und den Bereich der Außenhaut wie Heckblech, Seitenwand, Türen, Klappen. Als Werkstoff für Volumenfahrzeuge wird bis auf zwei Ausnahmen überwiegend Stahl eingesetzt. Beim Audi A8 und A2 hingegen werden Aluminium-Werkstoffe

verwendet. Die Werkstofffestigkeit bei Stahl richtet sich nach der zulässigen Deformation. Karosseriebleche mit höchster Festigkeit werden im Bereich der B-Säulen und Querträger verwendet. Die Außenhautfestigkeit wird bestimmt durch die Beulsteifigkeit. Die größte Schwierigkeit für die richtige Auswahl von Karosserieblechen besteht einerseits in der Herstellung der Bauteile, die Anforderungen wie niedrige Streckgrenze und hohe Bruchdehnung erfüllen und andererseits in der verlangten Steifigkeit des Bauteils nach dem Zusammenbau. So genannte „Bake Hardening Bleche“ (gebackene Bleche) und „Tailored Blanks“ (maßgeschneiderte Bleche) erfüllen diese Bedingungen. Eine völlig neue Entwicklung ist die Herstellung von konisch gewalzten Blechen. Diese Bleche können belastungsspezifisch im Fahrzeug eingebaut werden. Unabhängig von der hohen Diversität werden hohe Stückzahlen produziert. So verlässt z. B. alle 40 Sekunden ein Ford Fiesta das Fließband und gelangt auf unsere Straßen. Falls ein solches Fahrzeug in einen Unfall verwickelt wird, kann es wieder in Stand gesetzt werden, wenn die Reparaturkosten den Wiederbeschaffungswert des Fahrzeugs um nicht mehr 100 % (Vollkaskoschaden) und 130 % (Haftpflichtschaden) überschreiten (vgl. AKB 2005). Für den Kunden ist es selbstverständlich, dass er dabei keine Einbußen in Qualität und Sicherheit hinnehmen muss.

Bedenkt man nun, dass bei der Herstellung einer Karosserie bis zu zehn verschiedene Stahlsorten eingesetzt werden, erkennt man leicht, welche Probleme bei der Instandsetzung auftreten werden: So dürfen Rückverformungen grundsätzlich nur auf kaltem Wege vorgenommen werden. Der Festigkeitsbereich der Karosseriebleche beginnt bei 250 MPa (weiche Karosse-

riebleche) und endet zurzeit bei 1.500 MPa (höchstfeste Karosseriebleche).

Um das Fachwissen up-to-date zu halten und Neuerungen den Auszubildenden erfahrbar zu machen, liefern die Ford Werke AG u. a. dadurch effiziente Unterstützung, dass sie dem Berufskolleg seit Jahren Karosseriebleche, wie sie auch in der Produktion eingesetzt werden, und entsprechende Informationen zur Verfügung stellt. Hierdurch können alle Fertigungs- und Reparaturtechniken an „Originalblechen“ erprobt werden. Ob höherfeste oder höchstfeste, beschichtete oder unbeschichtete Bleche, mit allen Blechen muss sich der Schüler auseinandersetzen; das legt von Beginn seiner Ausbildung an den Grundstock zu einem breiten Überblickswissen im Bereich der vielfältigen Karosseriewerkstoffe.

Doch damit ist die Liste der fachlichen Herausforderungen an den Berufsschullehrer noch nicht erschöpft. Zum einen haben sich Fügeverfahren in der Karosserieproduktion außerordentlich gewandelt; zum anderen unterscheiden sie sich vielfach völlig von den traditionellen Verfahren in der Reparatur. In der Produktion werden sowohl kalte als auch heiße Fügeverfahren eingesetzt.<sup>1</sup> Daraus ergibt sich, dass in der Ausbildung eine genaue Kenntnis der Werkstoffe und der zugehörigen Fügeverfahren vermittelt werden muss; ebenso wichtig ist die korrekte Handhabung der bei der modernen Karosserie-Reparatur zum Einsatz kommenden Werkzeuge. Handwerkliches Geschick und eine ruhige Hand reichen z. B. beim Schweißen und Löten schon lange nicht mehr aus. Der Schweißprozess selbst gehorcht Regeln, die sich nur noch durch automatische Steuerungen unter Anwendung ausgeklügelter Algorithmen beherrschen lassen. Zunehmend wird der Handwerker zum „Kopfwirker“: Er muss darüber entscheiden, welche Parameter in welcher Situation überhaupt noch zu einem Ergebnis führen können.

### Der neue Werkstoffmix erfordert neue Reparaturtechniken

Im Folgenden soll an zwei Beispielen verdeutlicht werden, wie sehr moderne Herstellungsverfahren und Werk-

stoffe traditionelle handwerkliche Tätigkeiten verändert haben. Gleichzeitig soll auch gezeigt werden, wie sich ein Erkenntnisgewinn mit schulischen Mitteln bewerkstelligen lässt und hierdurch innovatives Handwerkswissen in den künftigen Arbeitsprozess auch durch schulisches Lernen gelangen kann.

#### Beispiel 1: Reparatur durch MIG-Löten

Durchrostungsgarantien von 10 bis 15 Jahren verstärken den Einsatz von verzinkten Blechen. Das MAG-Schweißen kann hier im Außenhautbereich Probleme bereiten. Als Ersatz hat sich das MIG-Löten bewährt. Das MIG-Löten ist ein Lichtbogen-Lötverfahren unter Schutzgasabdeckung. In Verbindung mit dem Schweißmaschinenhersteller EWM<sup>2</sup> wurde ein völlig neues Bedienerkonzept entwickelt. Zusätzlich zu dem MIG-Löten können das MAG-Schweißen und MIG-Schweißen angewählt werden. Die Blechdicke wird durch den Reparaturbereich am Fahrzeug vorgegeben. Der Karosseriebauer braucht jetzt nur noch die entsprechende Nahtart am Schweißbrenner „CAR-CONTROL“ (vgl. Abb. 1) auszuwählen. Ist dies geschehen, gibt es für ihn keine weiteren Eingriffsmöglichkeiten mehr, denn alle weiteren Parameter werden automatisch durch ein Programm ermittelt und verarbeitet. Wurde die Anfangsentscheidung richtig getroffen, minimiert das die Anzahl möglicher Fehler

und erhöht somit die Qualität der durchgeführten Reparatur. Bis die Auszubildenden Handlungssicherheit erreicht haben, gilt es für sie, umfangreiche Lötversuche für die einzelnen Blechdicken bzw. Nahtarten durchzuführen und immer wieder zu begutachten und zu testen (vgl. KRÄMER, FRANZ/LORENZ, HEINZ/BUDIG, BERND 2004).

Um gezielte Festigkeitsuntersuchungen der verschiedenen Fügeverfahren an Struktur- und Außenhautteilen vornehmen zu können, konstruierten und bauten die Studierenden der Fachschule für Karosserie- und Fahrzeugbautechnik am Nicolaus-August-Otto-Berufskolleg zwei Crash-Anlagen. Für die Schüler ist das Ergebnis hochinteressant, wenn eine Fallmasse von 270 kg mit einer Aufprallgeschwindigkeit von bis zu 20 km/h auf ein Strukturteil geprallt ist, dass sie zuvor gefügt haben. So können sie von der Reparatur bis zur erneuten Zerstörung tiefe Einblicke in Art und Qualität ihrer Arbeit gewinnen. Sie bekommen substanzvolle Kenntnisse über die Zusammenhänge von konstruktiven Vorgaben aus der Produktion, über Material und Fügeverfahren und erfahren Möglichkeiten und Grenzen der fachgerechten Reparatur. Als dauerhafte Lern-Produkte erstellen die Schüler Datenblätter für das MAG-Schweißen bzw. das MIG-Löten hinsichtlich der Nahtgeometriedaten an Lochpunkt- und Langlochnähten, die sie noch lange in ih-



Abb. 1: MIG-Schweißbrenner „CAR CONTROL“



Abb. 2: Rückverformung unter Verwendung von Zugblechen

rem beruflichen Leben begleiten werden (vgl. KRÄMER 2004).

Abschließend sei noch ein Blick auf technologische Besonderheiten geworfen, die durch das MIG-Löten erst möglich werden und die Schüler veranlassen, auch einmal „um die Ecke“ zu denken: So ergeben sich ganz neue Vorteile durch die Anwendung im Ausbeulbereich. Denn durch das Auflöten von Zugblechen kann eine Rückverformung an Strukturteilen und Außenhautbereichen innerhalb kürzester Zeit bei geringster Streckgrenzenreduzierung erfolgen. Besonders im Hinblick auf die höherfesten und höchstfesten Bleche ist dies von größter Bedeutung (vgl. Abb. 2).

**Beispiel 2: Reparatur durch Nieten und Kleben**

Der Einsatz von verschiedenen Werkstoffen (Stahl, Aluminium, Kunststoff) erfordert ebenfalls neue Fügeverfahren; wobei Clinchen (vgl. Abb. 3) und Stanznieten (vgl. Abb. 4) in der Fertigung immer breiteren Raum einnehmen. In der Reparatur werden diese Fügeverfahren jedoch nicht eingesetzt, sondern durch Blindnieten und Kleben ersetzt. Nun aber ergibt sich das Problem des fachgerechten LöSENS der Karosserieteile, da sich bei diesen Fügeverfahren eine zusätzliche

Festigkeitssteigerung durch Kleben einstellt.

Die Entfernung der Stanznieten (Werkstoff: hochlegierter Stahl) setzt Spezialwerkzeug voraus, um durch Bolzenaufschweißen den Stanzniet zu entfernen. Eine andere Möglichkeit ist das Ausbohren des Stanznietes. Die Verbindung von Alt- und Neuteil erfolgt anschließend durch Kleben und hochfeste Blindnietverbindungen, wobei der Kleber eine Aushärtezeit von 24 Stunden benötigt. Bedenkt man, dass alleine am neuen 5er BMW (E 60) 550 Stanznieten verwendet werden, wird deutlich, welche Problematik bei der Reparatur solcher Fahrzeuge auftritt. Zusätzlich kommt hinzu, dass in der Produktion bei der Verbindung der einzelnen Teile EMV-Schweißnähte

angebracht werden müssen. Sie dienen nicht der mechanischen, sondern der elektrischen Verbindung der Bauteile und Baugruppen. Erfolgt in diesen Bereichen eine Reparatur, ist Schweißen jedoch strikt verboten und die EMV-Nähte müssen durch spezielle Massebänder ersetzt werden (vgl. VON REINSTETTEL 2004).

Diese Reparaturtechniken erfordern bereits Spezialkenntnisse, die über die Anforderungen der Rahmenlehrpläne hinausgehen. Um dennoch den Schülern die Möglichkeit zu geben, auch nach ihrer Lehre die Expertise in diesem speziellen Bereich nachweisen zu können, sieht das schulinterne Curriculum eine eigenständige Zertifizierung vor. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass die Schüler in einem Kurs des Differenzierungsbereiches ausführlich auf diese Problematik eingegangen sind. Die Schule bietet diese Möglichkeit in einem zweitägigen Kurs „Kalte Fügeverfahren“ an. Die Inhalte dieses Kurses erstrecken sich von den Methoden des Scheibeneinklebens über Stoßfängerreparatur bis hin zum Kleben und Nieten an Strukturteilen.

**Fazit**

In der Automobilproduktion werden immer häufiger so genannte „High-tech-Materialien“ eingesetzt. Dies hat einen massiven Einfluss auf die Instandsetzung. An den Beispielen Schweißen/Löten, Ausbeulen und Kleben wurde aufgezeigt, welche Innovationen mittlerweile die Karosseriereparaturen beeinflussen. Das bleibt nicht ohne Einfluss auf die didaktische Planung des karosseriebautechnischen Unterrichts insbesondere im Hinblick auf zeitgemäße Reparaturtechniken. Am Nicolaus-August-Otto-Berufskol-

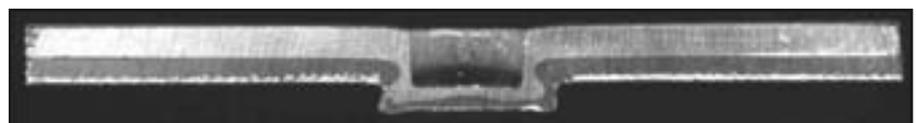


Abb. 3: Clinchen

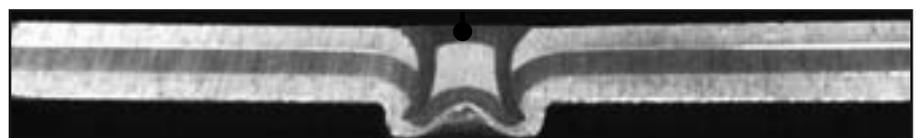


Abb. 4: Stanznieten

leg Köln wurde deshalb versucht, im Rahmen der Firmenkooperation Ausbildungsinhalte frühzeitig zu erkennen, die Lehrer mit diesen Entwicklungen vertraut zu machen und ihre Inhalte rechtzeitig in die Schulcurricula einfließen zu lassen. Erfreulich ist die positive Resonanz der Karosseriebetriebe – also der Bildungsabnehmer – auf die Ausbildung dieser Fachleute. Sie bestärkt die Berufsschule in ihrem Bestreben, technische Innovationen früh und in eigener Initiative für den Unterricht zu erschließen.

## Anmerkungen

<sup>1</sup> Kalte Fügeverfahren sind in der Kfz-Produktion z. B. Schrauben, Nieten und Kleben. Heiße Fügeverfahren sind

bspw. das MAG-Schweißen, das MIG-Schweißen, das MIG-Löten, das Laserschweißen und Plasma-Löten.

<sup>2</sup> EWM HIGHTEC WELDING GmbH in Mündersbach.

## Literatur

Allgemeine Bedingungen für die Kraftfahrtversicherung (AKB), Fassung Juni 2005.

FETH, GERD: Deutsche Autos aus dem Ausland? In: Frankfurter Allgemeine Zeitung, Motormarkt vom 24.12.2005, 300, S. 54.

Fordwerke AG: Die Fiesta Produktion. Werkszeitschrift 2005.

KRÄMER, FRANZ: Mit EWM hält die Verbindung. Mündersbach: EWM HIGHTEC WELDING GmbH 2004, S. 1-21.

KRÄMER, FRANZ/LORENZ, HEINZ/BUDIG, BERND: Schweißen und Löten im Karosseriebereich. Mündersbach: EWM HIGHTEC WELDING GmbH 2004, S. 1-5.

OSTMANN, BERND: Zur Sache. In: auto motor sport, 13/2005, S. 3.

KRÄMER, FRANZ: Schweißen und Löten. In: Klassisch auf Tour, Zeitschrift für Oldtimer Freunde (Ford Werke AG), 06/2004, S. 41-47.

VON REINSTETTEL, MARC: Neues aus der Serienfertigung: Mechanisches Fügen beim BMW 5er Vorderwagen. München: SLV München (BMW Group München) 10/2004, S. 173-176.

*Maika-Svenja Pahl*

# Schadensanalyse

## – Ein neuer Unterrichtsansatz

### Einordnung des Unterrichtsverfahrens

Der Ausfall von Anlagen, Maschinen, Aggregaten und Geräten stellt die Betriebe vor immer wieder neue Probleme. Problemlösungen „können nur dann eingeleitet werden, wenn die Schadensursachen durch Untersuchungen aufgeklärt werden“ (VDI 3822, 2004, Blatt e, S. 2). Zur Beurteilung der Ausfallgründe kann eine Schadensanalyse hilfreich sein: „Durch Schadensanalysen sollen die Ursachen für das Versagen von Werkstoffen und Bauteilen aufgedeckt werden. Die sich hieraus ergebenden Erkenntnisse bilden die Grundlage gezielter Maßnahmen zur Schadensabhilfe und -verhütung“ (VDI 3822, 2006, Blatt 2, S.2).

Auszubildende im gewerblich-technischen Bereich erleben in ihrer betrieblichen Praxis nicht selten das Auftreten von Schäden und erfahren dabei die Bedeutung von Schadensanalysen. Werden während der Ausbildung oder des Unterrichts entsprechende für diese Lernenden aufgrund ihrer Erfahrungen als relevant eingeschätzte Handlungs- und Problemsituationen

thematisiert oder angesprochen, so zeigt sich häufig ein gesteigertes Interesse der Lernenden. Solche positiven Erfahrungen verweisen auf die Sinnhaftigkeit gezielter didaktisch-methodischer Überlegungen zur Schadensanalyse als ein Vermittlungsansatz beruflichen Lernens. Da das Thema vom Verein Deutscher Ingenieure inzwischen sehr detailliert aufgearbeitet worden ist und es nun sogar „einen allgemeingültigen Ablauf für die Durchführung einer Schadensanalyse“ gibt, mit der „die zu erfassenden Angaben zum Schadensfall sowie die wichtigsten Untersuchungsmethoden“ (VDI 3822, 2004, Blatt1, S. 4) systematisiert worden sind, sollte auch eine Berücksichtigung dieser Aussagen für berufliches Lernen erfolgen.

Das Prozessuale der Schadensanalyse lässt sich im Rahmen der Instandhaltung als Gegenstand von Ausbildung bzw. Unterricht mit Methoden des Erkenntnisgewinns unter berufspädagogischen Gesichtspunkten verbinden. Hierzu bietet sich der in der VDI-Richtlinie 3822 dargelegte Vorgang bei der Durchführung der Schadensanalyse an, der über die Schritte

„Schadensbeschreibung“, „Bestandsaufnahme“, „Schadenshypothese“, „Einzeluntersuchungen“, „Untersuchungsergebnisse“, „Schadensursache“, „Schadensabhilfe“, „Bericht“ und „Dokumentation“ (ebd. 2004, S. 5) die fachlich-inhaltliche Prozessstruktur bestimmt (vgl. *Abb. 1*).

Darüber hinaus gibt es Ausführungen zu spezifizierten Bereichen der Schadensanalyse, die sich unter anderem auf „Schäden durch Korrosion“ und „Schäden durch mechanische Beanspruchungen“ richten.

Mit dem Prinzip „der fachlichen Entsprechung“ (OTT/REIB/ISBERNER 1995, S. 204) erhält man durch die Verknüpfung fachlicher Kategorien mit lernpsychologischen und berufspädagogischen Momenten im makromethodischen Bereich ein spezifisches Unterrichtsverfahren. Eine Ausformung davon ist die Schadensanalyse für den beruflichen Unterricht.

### Kennzeichnung des Unterrichtsverfahrens

Die Schadensanalyse als ein Unterrichtsverfahren, dessen Problemstel-

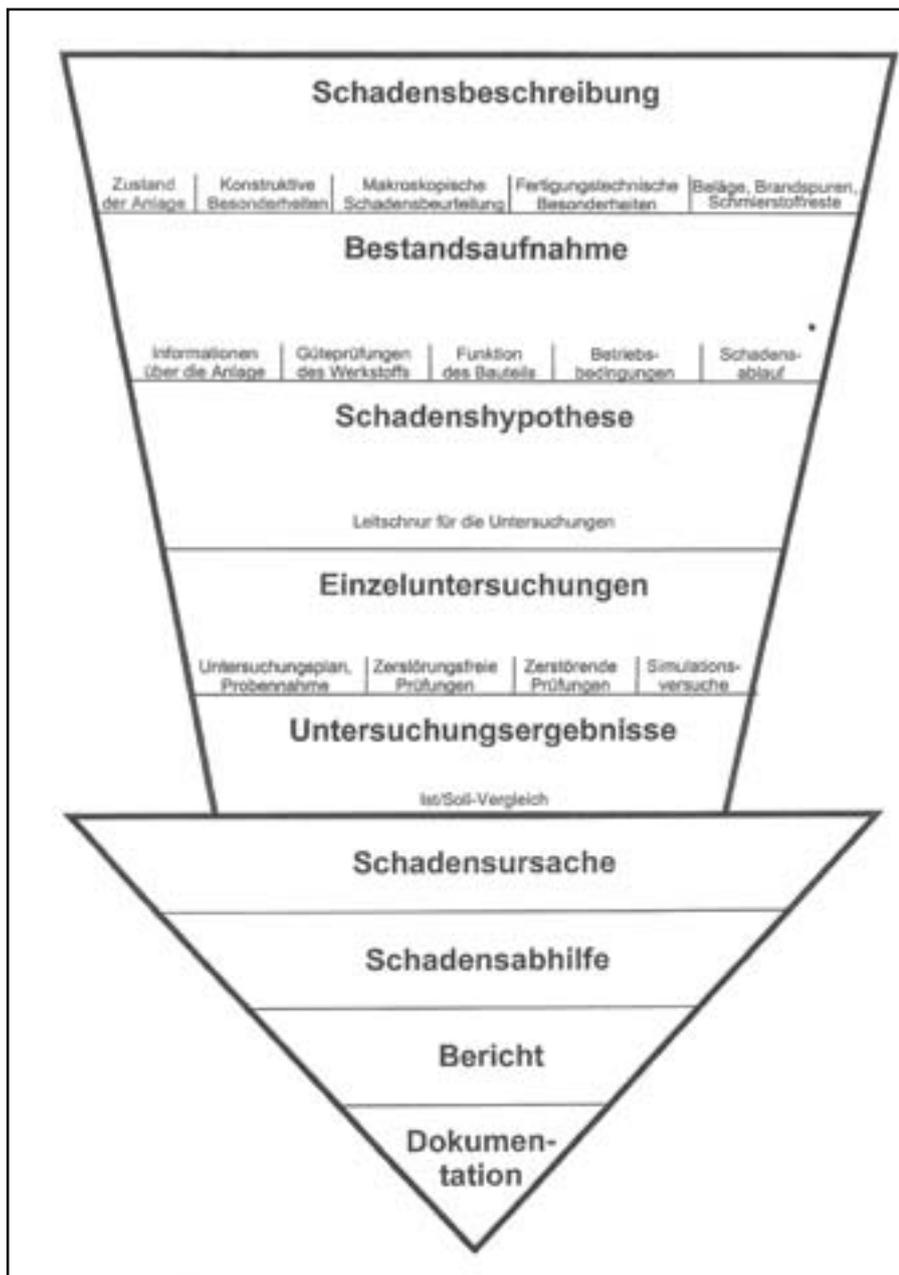


Abb. 1: Durchführung einer Schadensanalyse (VDI 3822, 2004, Blatt 2, S. 5)

lung in ihrer Komplexität und Inhaltlichkeit auf die Voraussetzungen der Lernenden abgestimmt ist, lässt den Handlungsablauf des Unterrichtsganges überschaubar werden. So können Schüler und Schülerinnen, wenn entsprechende Lernvoraussetzungen vorliegen, mithilfe des Ablaufschemas in die Lage versetzt werden, jeweils den nächsten Handlungsschritt selbst festzulegen. Das dabei vermittelte Gefühl der Selbstbestimmung und der hohe Anteil an motorischer Aktivität beim instrumentellen Handeln können die Lernenden motivieren. Die didakti-

sierte Schadensanalyse kann für die Lernenden eine sinnstiftende Aufgabe sein. Die Lernenden entwickeln konstruktive Überlegungen zur Aufgaben- und Problemlösung, indem sie die Schritte des Handelns selbst bestimmen und das zur Problemlösung erforderliche Wissen dem bereits vorhandenen hinzufügen.

Neben den kognitiv-analytischen Fähigkeiten können durch eine geeignete Ausbildungs- und Unterrichtsgestaltung auch soziale und kommunikative Kompetenzen erworben werden. Um allerdings solche umfassenden Kom-

petenzen vermitteln zu können, ist die Organisation des Lernprozesses in der Form der Partnerarbeit, Kleingruppen- oder Gruppenarbeit erforderlich. In Arbeitsgruppen, die die Möglichkeiten der selbsttätigen und handelnden Auseinandersetzung mit den Problemen des Schadensfalles, der Schadensart, des Schadensbildes, der Schadensmerkmale, von Schadenshypothesen zuzulassen, werden die Lernenden ihre Kenntnisse und Erfahrungen durch die dem Unterrichtsverfahren immanenten Anforderungen selbstbestimmt erweitern.

Die Leistungsfähigkeit dieses Verfahrens zeigt sich im tabellenförmigen Überblick unter den verschiedensten Beurteilungskriterien.

### Verlaufphasen des Unterrichtsverfahrens

Für die Grobstruktur einer entsprechenden Lerneinheit bietet sich eine Unterteilung in drei Phasen an (vgl. Abb. 4).

Nachfolgendes Artikulationsschema mit Handlungsablauf und didaktischem Kommentar zeigt den grobstrukturellen Ablauf einer Instandsetzungsangabe (vgl. Abb. 3).

Grundsätzlich gilt für eine solche von speziellen Inhalten unabhängige Unterrichtsplanung, dass es sich bei der Strukturierung lediglich um Vorschläge zum Ablauf einer Schadensanalyse handelt. Für die Schadensanalyse für „Schäden durch mechanische Beanspruchungen“ und für „Schäden durch Korrosion in Elektrolyten“ gibt die VDI-Richtlinie 3822 Blatt 2 und 3 gute Anregungen. Dieses hat sich bisher insbesondere für den Themenbereich „Korrosion an Rohren und Rohrbefestigungen“ gezeigt. Im jeweiligen Einzelfall kann eventuell durch das Einbringen betrieblicher Besonderheiten verstärkt zur Motivation der Schülerinnen und Schülern beigetragen werden.

### Schlussbemerkung

Aufgrund der bisherigen Erfahrungen im metalltechnischen Unterricht zum Thema „Korrosion“ (VDI 3822, 2005) an Rohrsystemen des Installationsbereiches deutet sich an, dass bei der Schadensanalyse die eher abstrakten,

<b>Beurteilungskriterien</b>	<b>Schadensanalyse</b>
Kennzeichnung und Kurzbeschreibung	Das fachspezifische Unterrichtsverfahren vermittelt sowohl Kenntnisse über arbeits- und technikspezifische Prozesse der Instandhaltung als auch über Anlagen, Maschinen, Aggregate und Geräte, d. h. technische Gegenstände bzw. technische Artefakte. Im Kern einer Schadensanalyse geht es um die funktionsgerechte Analyse von Schäden. Der Schadensumfang ist festzustellen und hinsichtlich der an die Bauelemente, Bauteile oder Baugruppen gestellten Anforderungen und des Funktionszusammenhanges, in dem sie stehen sollten, zu überprüfen, zu bewerten und wiederherzustellen oder sogar zu verbessern.
Erreichbare Lernziele	Die Lernenden sollen <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Schadensart und den Schadensumfang ermitteln</li> <li>- Schadensbeschreibungen vornehmen,</li> <li>- Schadenshypothesen aufstellen</li> <li>- Schadensursachen analysieren,</li> <li>- eine Schadensabhilfe vorschlagen und Schadensverhütung ermitteln,</li> <li>- einen Schadensbericht anfertigen.</li> </ul>
Didaktische Bedeutung	Die didaktische Reichweite ist groß und ergibt sich daraus, dass verfahrensorientierte Fähigkeiten im aktiven Prozess durch instrumentelle, kommunikative und strategisch-organisatorische Handlungen von den Lernenden erworben werden können. Bei häufigerer Anwendung der Schadensanalyse besteht die Möglichkeit, dass die Lernenden langfristig einen für die Instandhaltung wichtigen Verfahrensschritt beherrschen.
Stellung zu anderen Verfahren und Einordnungsmöglichkeiten für andere Verfahren und Methoden	Die Schadensanalyse kann im Vorfeld einer Instandsetzungsaufgabe durchgeführt werden, um die Analyseergebnisse an einem konkreten Fall zu überprüfen. Es ist aber ebenso möglich, die Schadensanalyse separat oder im Rahmen größeren Instandhaltungsprojektes einzusetzen.
Artikulationsschema	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einstieg durch Schadensproblem</li> <li>2. Intuitive Überlegungen zur Schadensursache</li> <li>3. Schadensbeschreibung und Bestandsaufnahme,</li> <li>4. Schadenshypothese</li> <li>5. Einzeluntersuchungen und Untersuchungsergebnisse</li> <li>6. Bestimmung der Schadensursache</li> <li>7. Schadensabhilfe</li> <li>8. Bericht, Dokumentation und Auswertung</li> </ol>
Anforderungen an die Lernenden	Der an der Schadensart ausgerichtete problemorientierte Ansatz erfordert insbesondere analytische Denkleistungen und systematische Handlungsfähigkeiten. Besonders motiviert sind die Lernenden, wenn ein Gerät, das aus dem Umkreis ihrer Arbeit oder Ausbildung stammt, untersucht werden soll.
Anforderungen an die Lehrkraft	Für die Lehrkraft wird es darauf ankommen, typische Fälle und Schäden einer genauen Analyse zu unterziehen. Diese Analyse im Instandhaltungsbereich ist die entscheidende Voraussetzung dafür, einen Lerngegenstand zu finden, mit dem eine sinnstiftende Aufgabengestaltung ermöglicht werden kann. Der Lehrkraft ist es anheim gestellt, das Artikulationsschema je nach Bedarf und Situation variabel zu handhaben.
Art und Höhe des organisatorischen Aufwandes	Der organisatorische Aufwand ist hauptsächlich vom Gerät abhängig, das vor der Instandsetzung hinsichtlich der aufgetretenen Schäden untersucht werden soll. Aber auch die Beschaffung von dazu gehörigen technischen Unterlagen über einen Schadensfall und seine Dokumentation kann aufwendig sein.

Abb. 2: „Schadensanalyse“ in der Übersicht

prozess- und verfahrensbezogenen Lernziele im Vordergrund stehen. Dennoch wird die Schadensanalyse von den Lernenden oft als praxisorientiert

erfahren, da sie bei ihrer beruflichen Tätigkeit fast täglich mit den Folgen von Korrosion konfrontiert werden. Diese problemlösende Methode der

Schadensanalyse motiviert durch ihren handlungsorientierten Charakter mit der Möglichkeit zu detektivischen Aktivitäten.

Handlungsablauf	Didaktischer Kommentar
<b>1. Einstieg durch Schadensproblem</b>	
Den Schülerinnen und Schülern wird ein Schadensfall beschrieben, so wie er in einem Betrieb vorkommt. Es wird Gelegenheit gegeben, sich dazu zu äußern.	Der Schadensfall muss Problemcharakter besitzen, sodass sich die Lernenden damit befassen wollen. Der aufgetretene Schaden sollte motivieren und das Interesse für den Arbeits- und Lernprozess wecken.
<b>2. Intuitive Überlegungen zur Schadensursache</b>	
Die Lernenden werden aufgefordert, an dem Instand zu setzenden Objekt – wenn dieses für die Ausbildung bzw. den Unterricht beschaffbar ist – spontane und intuitive Versuche zur Klärung der Schadensursache vorzunehmen.	Darüber hinaus kann dazu angeregt werden, kritisch zu reflektieren, ob die Auftragsstellung sinnvoll ist und der Auftrag unter technischen, ökonomischen, humanen sowie ökologischen Gesichtspunkten angenommen werden sollte.
<b>3. Schadensbeschreibung und Bestandsaufnahme</b>	
Im fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch wird die Schadensbeschreibung erarbeitet und eine Bestandsaufnahme vorgenommen.	Aufgrund von auftretenden Schwierigkeiten werden die Lernenden eventuell feststellen, dass weitere Informationen eingeholt werden müssen. Wenn sich für die Schülerinnen und Schüler Informationslücken zeigen, wird ein Impuls zum Sammeln von Informationen gegeben. Die Lernenden erarbeiten sich anhand der bereitgestellten Materialien die erforderlichen Kenntnisse zur Lösung des Problems selbstständig.
<b>4. Aufstellen von Schadenshypothesen</b>	
Die Lehrkraft fordert dazu auf, Ursachen für den Schaden oder Schadenshypothesen zu formulieren	Diese Phase ist nur erforderlich, wenn die Gruppe der Lernenden nicht genügend Vorwissen über das Objekt aufweist.
<b>5. Einzeluntersuchungen und Untersuchungsergebnisse</b>	
Die Lernenden untersuchen in Gruppenarbeit die vorher erkannten Ursachen. Die aufgestellten Schadenshypothesen werden überprüft.	Falls der Schadensfall sehr komplex ist und mehrere Bauteile betroffen sind, kann für die dazu nötigen Einzeluntersuchungen in arbeitsteiliger Gruppenarbeit vorgegangen werden. Die Untersuchung kann mithilfe von Versuchen geschehen
<b>6. Bestimmung der Schadensursache</b>	
Die von den Schülergruppen erarbeiteten Untersuchungsergebnisse werden verglichen. Im Plenum wird die Schadensursache mithilfe der Untersuchungsergebnisse festgelegt.	Die Lehrkraft sollte sich weitgehend zurückhalten und in erster Linie als Berater fungieren.
<b>7. Bericht, Dokumentation, Auswertung und Ausblick</b>	
Die Schülerinnen und Schüler erhalten die Aufgabe einen Bericht über die Schadensursachen oder eine Dokumentation der Schadensanalyse vorzunehmen. Im Abschlussgespräch fordert die Lehrkraft zu einem Rückblick auf, in dem die einzelnen Verfahrensschritte betrachtet werden. Es wird dazu angeregt, Vorschläge zur Schadensabhilfe abzugeben und diese Vorschläge für eine nachfolgende Instandsetzungsaufgabe zu diskutieren	Die Reflexion soll ein Verständnis für ähnlich strukturierte Probleme und Fälle aufbauen. Der durchgeführte Einzelfall soll die Möglichkeit eröffnen, die dabei gewonnenen Einsichten und Erkenntnisse auf vergleichbare technische Artefakte zu transferieren und somit zu einer Verallgemeinerung des Lernergebnisses beitragen.

Abb. 3: Schema der Ausbildungs- und Unterrichtsplanung für die „Schadensanalyse“

Phase	Inhalt
Einstieg	In dieser Phase wird der Schadensfall vorgestellt und das damit verbundene Problem aufgezeigt.
Hauptteil	Im Mittelpunkt dieser Phase steht die eigentliche Schadensanalyse; das ist Bestimmung der Schadensursache. Erarbeitet wird dazu eine Schadensbeschreibung mit Bestandsaufnahme und Schadenshypothese. Danach werden Einzeluntersuchungen durchgeführt und das Gesamtuntersuchungsergebnis festgehalten.
Schlussenteil	Die Schadensabhilfe wird festgelegt. Ein Bericht oder eine Dokumentation und Auswertung wird vorgenommen. Außerdem wird geprüft, inwieweit sich die gewonnenen Erkenntnisse auf andere Schadensfälle übertragen lassen.

Abb. 4: Phasen der Lerneinheit

Die Schadensanalyse kann, da sie handlungsorientiert angelegt ist, einen erheblichen medialen und organisatorischen Aufwand an Geräten und Unterlagen erfordern. Die zu wählende Sozialform ist dabei stark von der An-

zahl und den Einsatzmöglichkeiten vorhandener Medien abhängig. Die bisherigen unterrichtspraktischen Versuche sollten in nächster Zeit auf weitere Themen und Berufsfelder ausgeweitet werden.

## Literatur

OTT, HEINZ K./REIP, HUBERT/ISBERNER, DIETER: Planung, Analyse und Beurteilung von Unterricht. Bad Homburg v. d. H. 1995.

VDI 3822: Schadensanalyse – Grundlagen, Begriffe, Definitionen, Ablauf einer Schadensanalyse, Blatt 1/Part 1, Düsseldorf, März 2004.

VDI 3822: Schadensanalyse – Schäden durch mechanische Beanspruchungen, Blatt 2, Dusseldorf, Mai 2006.

VDI 3822: Schadensanalyse – Schäden durch Korrosion in Elektrolyten, Blatt 3, Düsseldorf, Dezember 2005.

WIEMANN, GÜNTER: Sinnstiftende Aufgaben in der Arbeitslehre. In: FAUSER, PETER/KONRAD, FRANZ-MICHAEL/ WÖPPEL, JULIUS (Hrsg.): Lernarbeit – Arbeitslehre als praktisches Lernen. Weinheim/Basel 1989, S. 247-261.

Hildegard Wichmann, Ulrich Schwenger

# Das Projekt „Schülerwerkstätten“ im Bildungsgang der Fahrradmonteure/Fahrradmonteurinnen

## Idee und Intention des Projektes

Mit Beginn des Schuljahres 2005/2006 wurde erstmalig eine Klasse mit Auszubildenden des Berufs Fahrradmonteur/Fahrradmonteurin am Nicolaus-August-Berufskolleg eingerichtet (vgl. VERORDNUNG ÜBER DIE BERUFSAUSBILDUNG ZUM FAHRRADMONTEUR/ZUR FAHRRADMONTEURIN 2004). Es handelt sich hierbei um einen neuen Beruf, der mit Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit 2004 anerkannt wurde. Die achtzehn männlichen und zwei weiblichen Schüler arbeiten hauptsächlich in Verkaufsstellen des Zweiradhandels, die in ihrer Mehrzahl der Industrie- und Handelskammer angeschlossen sind. Die Abschlussprüfung wird jedoch unter Federführung der Handwerkskammer durchgeführt. Diese Zweigleisigkeit verweist auf eine prinzipielle Schwierigkeit der Ausbildung in diesem Beruf: Arbeits- und Geschäftsprozesse

sind stark an das Verkaufsgeschäft gebunden und zielen auf eine Tätigkeit, die oftmals als Hilfstätigkeit im beruflichen Umfeld wahrgenommen wird, obwohl sie von den Fahrradmonteuren eine relativ hohe Expertise im Sinne der Kundenberatung und des Umgangs mit Präzisionstechnik verlangt (vgl. RAHMENLEHRPLAN FÜR DEN AUSBILDUNGSBERUF FAHRRADMONTEUR/FAHRRADMONTEURIN 2004). Das Unterrichtsteam „Fahrradtechnik“ des Nicolaus-August-Otto-Berufskollegs hat sich zur vordringlichen Aufgabe gemacht, diese Lücke zu schließen.

In enger Kooperation mit den auszubildenden Betrieben wurde fortan eine Ausbildung konzipiert, die sich entsprechend dem Prinzip der Arbeitsprozessorientierung fahrzeugtechnischer Berufe (vgl. RICHTER 2001) eng an betrieblichen Prozessen orientiert und Strukturen dieser Prozesse im Laborunterricht der Schule akzentuiert. Hierbei ist nicht die *Simulation* be-

trieblicher Arbeit zielführend, sondern die Einrichtung *echter* Dienstleistung im Sinne handwerklicher Arbeit und deren Vermarktung. Um annähernd echte Situationen zu schaffen, entstand die Idee, vier miteinander konkurrierende Firmen, so genannte Schülerfirmen (vgl. DASECKE 2004), zu gründen, deren Kundschaft sich aus ca. 4.800 Schülerinnen und Schülern sowie 250 Lehrerinnen und Lehrern von drei Berufskollegs des Campus Deutz rekrutiert.

Bevor jedoch das Projekt im Einzelnen beschrieben wird, soll ein kurzer Rückblick die schulische Ausgangs- und Problemlage verdeutlichen: So waren im Stundenplan zwei Stunden Laborunterricht vorgesehen, in denen jeweils die halbe Klasse in der kleinen schuleigenen Werkstatt unterrichtet werden konnte, während die andere Hälfte sich mit grundlegenden Themen elektrotechnischer Arbeiten auseinandersetzen sollte. Im ersten Lern-

feld des Lehrplans zur Probe ist das Warten und Pflegen von Fahrzeugen oder Systemen vorgesehen. In der Werkstattrealität begegnen den Auszubildenden entsprechende relevante betriebliche Handlungsfelder, die im Ausbildungsrahmenplan beispielsweise mit „Planen und Vorbereiten von Arbeitsabläufen sowie Kontrollieren von Arbeitsergebnissen“, „Montieren, Demontieren und Instandsetzen von Bauteilen, Baugruppen und Systemen“ benannt sind (vgl. VERORDNUNG ÜBER DIE BERUFSAUSBILDUNG ZUM FAHRRADMONTEUR/ZUR FAHRRADMONTEURIN 2004).

In diesem Zusammenhang ist es zunächst nützlich, den Unterricht in der Schulwerkstatt unmittelbar auf reale Arbeiten an schuleigenen Fahrrädern beziehen zu können. Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob man nicht einen Rahmen finden könnte, in dem das Gelernte an *echten* Aufgaben bzw. Aufträgen erprobt werden könnte, um so der betrieblichen Handlungssituation möglichst nahe zu kommen.

Das Projekt sollte weiterhin die Problemlösefähigkeit, Sozialkompetenzen, Teamfähigkeit, Kundenorientierung und die Sprachkompetenz der Auszubildenden erweitern. Im Idealfall sollte ein Diskussionsforum entstehen, in dem die Schülerinnen und Schüler voneinander lernen: Jeder/ jede von ihnen lernt vom jeweiligen Ausbilder eine bestimmte Vorgehensweise für Wartung und Reparaturen. Diese mit einander zu vergleichen, möglichst viele von ihnen auszuprobieren und einzuschätzen legt die Basis für Erfahrungswissen, das in künftigen betrieblichen Situationen zur Verfügung stehen wird.

### Finden von Arbeitsaufträgen

Auf Basis der Zielsetzung, den Unterricht an realen Aufgaben zu orientieren, entstand die Idee, eine oder mehrere Dienstleistungsbetriebe auf dem Campus zu gründen. Doch woher kommt für eine solche Firma die Arbeit? Dies war die erste Fragestellung, mit der sich die Klasse beschäftigte. Es kristallisierten sich schnell zwei Möglichkeiten heraus, die „Auftragsbücher“ zu füllen: Erstens gab es im Keller eines befreundeten Fahrradhändlers zwei nicht zusammengebaut

te Rennräder, die ursprünglich für eine Bekannte vorgesehen waren. An den Fahrrädern fehlten etliche Teile und im Zuge der erneuten Montage sollten sie auch zu modernen Fitnessbikes umgebaut werden. Nach etwas Werbung für das Projekt konnte dies in einen ersten „Kundenauftrag“ münden, der im Lernfeld 2: *Demontieren, Instandsetzen und Montieren von fahrzeugtechnischen Baugruppen oder Systemen* verortet werden kann. Zweitens lag die Idee nahe, allen Personen am Berufskolleg einen Fahrradwerkstattservice anzubieten, sodass potenzielle Kundenaufträge von allen Schüler/-innen und Lehrer/-innen gewonnen werden können.

Da die Klasse recht groß ist, wurde sie in vier Gruppen aufgeteilt, die sich jetzt mit der Frage beschäftigte, wie man mit vier Gruppen zum Firmenstart zwei Rennräder baut. Es wurde entschieden, sich in einen freundschaftlichen Wettbewerb zu begeben. Die Gruppen wurden zu Schülerfirmen und sie gaben sich Namen: Hell of Bikes, Bikefactory, Firebikes und Kölner Radprofis. Sie erstellten Logos und Werbeaussagen und sie besetzten Rollen und Funktionen in den Firmen, die sie aus dem Aufbau und den Arbeitsgebieten ihrer Ausbildungsbetriebe abgeleitet hatten. Jede Firma wählte: Geschäftsführer/-in, Lagerist/-in, Werkstatteleiter/-in, Buchhalter/-in und Kundenbetreuer/-in.

Als erste Information bekamen sie nur die Namen und die E-Mailadressen der Kunden, denen die beiden „Fahrradleichen“ gehörten. Sie schrieben E-Mails, stellten sich vor, bewarben sich um die Aufträge und erstellten Kostenvoranschläge. Die Aufträge wurden nach intensivem E-Mail-Kontakt zügig erteilt.

Zwei der Schülerfirmen beschäftigten sich von nun an mit dem Um- bzw. Aufbau der alten Rennräder. Dabei waren u. a. folgende Probleme zu lösen: Wie lege ich die Schaltung vom Rahmen auf den Lenker, damit der Kunde bequemer Schalten kann? Mit welchen modernen Schalthebel-Schaltwerk-Kombinationen lässt sich das alte 6-Gang-Ritzelpaket ansteuern?

Die beiden anderen Firmen beschäftigten sich in dieser Zeit mit der Frage,

wie man in der Schule neue Kunden und Kundinnen gewinnen kann. In einem Beratungsgespräch mit dem Schulleiter diskutierten sie zunächst den rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmen. Dabei waren einige Fragen zu klären, wie z. B. Werbemöglichkeiten in der Schule, der Konkurrenzaspekt zu nicht ausbildenden Firmen/Werkstätten in der Region, mögliche Investitionen im Rahmen der Lehr- und Lernmittel sowie die Verwendung der erzielten Vergütungen. Steuer- und wettbewerbsrechtlich sind hier Grenzen zu beachten, die durch die steuerlichen Geringfügigkeitsgrenzen gezeichnet werden. Für die Schülerinnen und Schüler war es wichtig zu erfahren, dass sie sich auch im schulischen Umfeld in einem gestaltbaren Rechtsraum bewegen. Aus dem gleichen Grund muss Schulleitung auf diese Situation vorbereitet sein, um kompetent Handeln und Beraten zu können (vgl. DASECKE 2004). Ein Plakat und ein Flyer wurden entworfen und veröffentlicht.

### Schulorganisatorische Rahmenbedingungen

Die Firmen wechselten sich mit der Werkstattzeit ab: Pro Woche standen je zwei Firmen Montagezeiten in der Werkstatt zur Verfügung. Allerdings mussten bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein: Es musste einen Auftrag geben und die Ersatzteile mussten vorhanden sein. Erfüllte eine Firma die Voraussetzungen nicht, rückte eine andere nach. Jede Firma war für ihren Kunden allein zuständig. Sie musste die Auftragsannahme, die Terminvereinbarung, die Ersatzteilversorgung, die Durchführung der Inspektion, die Erreichbarkeit auf beiden Seiten und die Übergabe des Fahrzeugs gewährleisten.

Die Arbeitsabläufe einer Fahrradwerkstatt sind gut in den Stundenplan eines Berufskollegs zu integrieren, da für eine durchschnittliche Inspektion etwa eine halbe bis eine dreiviertel Stunde angerechnet werden kann. Die Kunden und Kundinnen müssen allerdings die Bereitschaft mitbringen, notfalls zwei Wochen auf ihr Fahrrad zu verzichten, falls noch Teile beschafft werden müssen. Bisher gab es damit noch keine Probleme. Wenn es möglich ist, machen die Auszubildenden

das Fahrrad auch vorübergehend wieder fahrtüchtig und der Kunde kommt zwei Wochen später zur Endmontage.

### Ausstattung der Werkstatt

Die Ausstattung der Werkstatt wurde durch das Engagement der Schulleitung und des Fördervereins zügig und unkompliziert auf ein handlungsfähiges Niveau gehoben. Zu Beginn der Arbeit fehlte notwendiges Werkzeug, doch dieses Manko hat sich sehr günstig auf die Fähigkeit der Schüler und Schülerinnen ausgewirkt, Alternativen zu finden, wenn es nicht optimal lief, und auch ihre organisatorischen Fähigkeiten gestärkt, wenn es galt, Werkzeug auszuleihen. Welchen Umfang die Organisation annahm, kann Abb. 1 entnommen werden:

### Fächerübergreifender Unterricht

Von Beginn des Projektes „Schülerwerkstatt“ war fächerübergreifender Unterricht notwendig. Der gesamte Schriftverkehr wurde einer Rechtschreibprüfung unterzogen, sodass viele gängige Rechtschreibprobleme zum Unterrichtsgegenstand im Fach Deutsch wurden. Das gilt auch für die Themen *Geschäftsbriefe* und *Rechnen mit Dezimalbrüchen*. Letzteres wurde für die Erstellung der Kostenanschläge dringend benötigt. Der fächerübergreifende Unterricht wurde und wird erheblich dadurch erleichtert, dass die betreuende Lehrerin nach dem Klassenlehrerprinzip viele Stunden in der Klasse unterrichtet. Die Haltung der Schülerinnen und Schüler zu den genannten Themen war durchgehend von der Echtheit der Situation geprägt: Es macht einen erheblichen Unterschied, ob sie sich in einer Klassenarbeit oder bei der Erstellung des Kostenvoranschlages für den Kunden verrechnen. Das gleiche gilt für die Vermeidung von Rechtschreibfehlern.

### Planung und Ablauf des Projekts

Die beiden folgenden Tabellen zeigen den Ablauf der beiden Projekte „Montagebetrieb“ und „Inspektionsbetrieb“: Zwei Schülerwerkstätten montierten die in Auftrag gegebenen Rennräder während die anderen beiden den Inspektionsbetrieb aufnah-

men. Dabei erfolgte im Vorfeld die Phasenplanung durch die Schülerinnen und Schüler weitgehend selbstständig, was der Erstellung eines betrieblichen Arbeitsplanes entspricht. Im Sinne der Lernzielorientierung wurde die Planung von der Lehrerin um inhaltliche und methodische Elemente ergänzt.

### Kooperation mit den Ausbildungsbetrieben

Die Schülerwerkstätten arbeiten nicht lohnorientiert, sondern nach dem „Trinkgeldprinzip“. Das Ziel ist immer,

Aufgabenstellungen für den Unterricht in der Werkstatt zu erhalten und nicht, Geld zu verdienen. Das Einzugsgebiet der Schülerfirmen ist klar begrenzt und der Durchsatz von Fahrrädern ist insgesamt recht gering. Daher entsteht keine Konkurrenz zu den ortsansässigen Fahrradhändlern. Die Ausbildungsbetriebe unterstützten die Schülerwerkstätten teilweise sehr intensiv. Einige stellten den Schülerfirmen die Ersatzteile zum Einkaufspreis zur Verfügung, die an die Kunden zum Verkaufspreis weitergegeben wurden und leisteten somit einen Beitrag zur Klassenkasse; andere lieferten Lö-

Start-Equipment der Fahrradwerkstatt	Fehlendes, aber notwendiges Werkzeug/Gerät	Wünschenswerte Zusatzausrüstung
Raum ca. 30 m <sup>2</sup>	Handbohrmaschine	Standbohrmaschine
4 Ratschenkästen	Abzieher	Ordnungselemente
4 Sätze Schraubendreher	Einpresswerkzeuge	Kleinteilesortiment
1 Satz Schraubenschlüssel	Fräswerkzeuge	Sortiment Inspektionsbedarf
div. Zangen	T-Schlüssel	
2 Montageständer	Gummimatten	
2 Werkbänke	Reinigungs- und Schmiermittel	
1 Kettenpeitsche	Schrauben- und Mutternsortiment	
1 Schraubstock mit Alubacken	Mess- und Prüfmittel	
1 Satz Inbusschlüssel	Plastikhammer	
1 Satz Torxschlüssel	Seitenschneider	
1 Satz Montierhebel	Gripzange	
2 Zentrierständer	Heißluftfön	
Speichenschlüssel	Spitzzangen	
Sägen	Gewindebohrer	
Feilen	Austreibwerkzeuge	
Metallhammer	Seegeringzangen	

Abb. 1: Grundausrüstung des Fahrradbetriebes für Montage und Inspektionsanalyse

Das Projekt „Schülerwerkstätten“ im Bildungsgang der Fahrradmonteure/Fahradmonteurinnen				
Phase	Lernsituationen	Berufsübergreifende Inhalte	Ressourcen, Methoden/Medien	Intendierter Lernprozess
Einstieg in das Thema „Rennradumbau“	Die Schüler/-innen berichten von eigenen Erfahrungen mit derartigen Umbauten		Unterrichtsgespräch	Die Schüler/-innen nehmen das Thema auf und machen den Arbeitsprozess zu ihrem eigenen Anliegen
Einstieg in die Planung Bildung der Schülerfirmen	Die Schüler/-innen bilden Gruppen und besetzen innerhalb der Gruppen Positionen, die den benötigten Arbeitsbereichen entsprechen.		Unterrichtsgespräch/Tafel	Die Schüler/-innen finden einen organisatorischen Rahmen zur Bewältigung der Arbeitsaufgaben mit den im BK vorhandenen Mitteln. Sie sind in der Lage, einzelne Arbeitsbereiche abzuschätzen.
Selbstdarstellung beim Kunden, Erstellung der Kostenanschläge	Die Schüler planen den Umbau und erstellen mithilfe von Katalogen und des Internets Kostenvorschläge. Sie treten mit den Kunden in Kontakt.	Die Schüler/-innen entwickeln Werbemittel und Anschreiben, um mit den Kunden in Kontakt zu treten. Werbeargumentation. Verfestigung der Sicherheit im Rechnen mit Dezimalbrüchen	Eigenständiges Handeln der Schülerfirma, Internet, Ersatzteilkataloge	Die Schüler/-innen schätzen ein, welche Teil erhalten werden und welche nicht. Sie entwickeln Vorschläge, um z.B. Kompatibilitätsprobleme zu lösen.
Erste Auswertung und erneuter Kundenkontakt.	Sonderwünsche der Kunden werden eingebunden.	Schreiben und Kommunikationsmuster zu Nachfragen, Kritik und Hinweisen der Kunden werden entworfen. Sonderwünsche der Kunden werden berechnet (s. o.)	Eigenständiges Handeln der Schülerfirma	Die Schüler/-innen arbeiten Kundenwünsche in ihre Angebote ein und reflektieren ihr bisheriges Vorgehen. Sie sind bereit, die Kritik des Kunden anzunehmen. Die Schüler/-innen behalten die Sorgfalt in der Vorgehensweise bei.
Erteilung der Aufträge und zweite Auswertung	Technischer und finanzieller Vergleich der Angebote	Die Argumentation des Kunden wird ausgewertet: Warum hat welche Firma den Auftrag bekommen und warum nicht?	Unterrichtsgespräch	Die Schüler/-innen lernen die unterschiedlichen Entscheidungskriterien der Kunden kennen und reflektieren daraufhin ihr Angebot.
Planung der Arbeit durch die Firmen, die einen Auftrag gewonnen haben.	Die Schüler/-innen erstellen einen Arbeitsplan für den Umbau. Sie verteilen die Aufgaben.		Eigenständiges Handeln der Schülerfirma	Die Schüler/-innen strukturieren ihre Arbeit und sehen die notwendigen Ressourcen und Hilfsmittel vor. Sie schätzen ab, wer welche Aufgabe erfüllen soll.
Umbau der Fahrräder	Sie demontieren und montieren die Teile nach Herstellervorschrift. Bei Kompatibilitätsproblemen entwickeln sie eigene Lösungen.	E-Mails zur Kontaktpflege und zur Kundenberatung werden geschrieben.	Eigenständiges Handeln der Schülerfirma	Die Schüler/-innen wenden die Montageanleitungen an und entwickeln bei Problemen Alternativen und Lösungsstrategien. Sie beschaffen sich dafür notwendige Informationen. Sie sehen die Notwendigkeit, die Kunden laufend zu informieren und zu beraten.

Das Projekt „Schülerwerkstätten“ im Bildungsgang der Fahrradmonteure/Fahradmonteurinnen				
Phase	Lernsituationen	Berufsübergreifende Inhalte	Ressourcen, Methoden/Medien	Intendierter Lernprozess
Vorbereitung der Auslieferung		Einladungsschreiben werden geschrieben und das Übergabegespräch vorbereitet.	Eigenständiges Handeln der Schülerfirma Rollenspiele	
Auslieferung	Technische Erklärungen am Fahrzeug für die Kunden		Eigenständiges Handeln der Schülerfirma	Die Schüler/-innen versetzen sich in den Kunden und wählen ein Gesprächsniveau, das der Kunde verstehen kann.
Reflexion	Technische Probleme werden aufgenommen und die gewählte Lösung eingeschätzt und bewertet. Dabei wird die Rückmeldung des Kunden beachtet.	Sprachliche Probleme werden aufgenommen und die gewählte Lösung eingeschätzt und bewertet. Dabei wird die Rückmeldung des Kunden beachtet  Rechnerische Probleme werden aufgenommen und die gewählte Lösung eingeschätzt und bewertet. Dabei wird die Rückmeldung des Kunden beachtet	Unterrichtsgespräch	Die Schüler/-innen sind bereit, ihre Handlungen kritisch zu reflektieren und ihre Strategien weiterzuentwickeln.

Abb 2: Phasenschema des Kompetenzzuwachses für die Reihenplanung „Montagebetrieb“

sungsmöglichkeiten und Know-how oder liehen den Schülerfirmen notwendige Spezialwerkzeuge. Ein Beispiel kann dies illustrieren: Bei einem Rennrad musste an der verchromten Gabel ein Gewinde verlängert werden, da der Steuerkopf des Rahmens sehr kurz war (vgl. Abb. 1). Ein Ausbildungsbetrieb lieh der Schule einen 1“-Gewindeschneider. Das abgetragene Chrom zerstörte jedoch durch seine Härte das zu schneidende Gewinde sofort, sodass es nicht mehr zu gebrauchen war. Die Frage, wie man dieses Problem lösen könnte, beschäftigte fünf Ausbilder in den Betrieben eine ganze Weile. So wurde eine lebendige Diskussion in Gang gesetzt und das Wissen der fünf Ausbilder zusammengetragen. Am Ende wurde in einem der Betriebe auf der Drehbank das Gewinde mit dem Meißel geschnitten.

In Feedbackgesprächen mit den Auszubildenden wurde unter anderem Folgendes angemerkt: Die Blickwinkel der Auszubildenden auf die Kunden und auf den Arbeitsprozess verändern sich merklich. Die von den Auszubildenden verantworteten Prozesse sind deutlich stärker von Servicedenken und Verantwortung geprägt (vgl. RICHTER 2001)

In den Schülerwerkstätten kommunizieren die Auszubildenden mit den Kunden auf Augenhöhe und werden als Fachleute wahrgenommen; diese Haltung nehmen sie in die Ausbildungsbetriebe mit.

### Schwierigkeiten der Projektarbeit

Natürlich gab es Schwierigkeiten. Aber viele von ihnen trugen das Prädi-

kat „besonders wertvoll“. Eine Firma verlor einen Kunden, der eigentlich einen großen Auftrag erteilen wollte wegen fortgesetzter organisatorischer und kommunikativer Schwierigkeiten und weil die Verantwortung für zu Erledigendes von einem zum anderen geschoben wurde. In der Reflexion wurde der Firma klar, wann und warum der Auftrag verloren gegangen war und dass der Kunde sich aus gutem Grund nicht für die innerbetrieblichen Vorgänge interessiert und die Firma immer als Ganzes wahrnimmt.

Eine der vier Firmen hat überhaupt nicht funktioniert. Die Konflikte innerhalb der Gruppe waren im laufenden Schuljahr nicht zu lösen und die Firma musste aufgelöst werden.

<b>Das Projekt „Schülerwerkstätten“ im Bildungsgang der Fahrradmonteure/Fahradmonteurinnen</b>				
<b>Phase</b>	<b>Lernsituationen</b>	<b>Berufsübergreifende Inhalte</b>	<b>Ressourcen, Methoden/ Medien</b>	<b>Intendierter Lernprozess</b>
Einstieg in die Idee des Inspektionsbetriebes	Die Schüler/-innen berichten von ihren Werkstatterfahrungen		Unterrichtsgespräch	Die Schüler/-innen nehmen das Reihenthema auf und machen die Arbeitsziele zu ihren eigenen.
Einstieg in die Planung	Die Schüler/-innen ermitteln die logistischen Anforderungen an die Werkstatt zur Aufnahme des Inspektionsbetriebes.	Die Schüler/-innen ermitteln die logistischen Anforderungen an Schriftstücke (Auftragsformulare, Rechnungsformulare) Aufnahme des Inspektionsbetriebes. Sie planen den Bedarf an Werbemitteln.	Eigenständiges Handeln der Schülerfirma	Die Schüler/-innen finden einen organisatorischen Rahmen zur Bewältigung der Arbeitsaufgaben mit den im BK vorhandenen Mitteln. Sie sind in der Lage, einzelne Arbeitsbereiche abzuschätzen.
Selbstdarstellung auf dem Campus		Die Schüler/-innen entwickeln Werbemittel und Werbeargumentation, sowie die notwendigen Formulare	Eigenständiges Handeln der Schülerfirma	Die Schüler/-innen schätzen ein, mit welchen Mitteln im Umfeld des BK Kunden geworben werden können.
Entwicklung der Schriftstücke für die Werkstatt.		Die Schüler/-innen entwickeln die notwendigen Schriftstücke (Auftragsformulare, Rechnungsformulare) zur Aufnahme des Inspektionsbetriebes.		Die Schüler/-innen schätzen ab, wie ein „funktionstüchtiges“ und ansprechendes Formular gestaltet sein muss.
Überprüfung der Werkstatt	Die Schüler/-innen überprüfen die Werkstattausrüstung.		Eigenständiges Handeln der Schülerfirma	Die Schüler/-innen sind in der Lage, den Werkstattbedarf abzuschätzen.
Klärung der Rahmenbedingungen		Die Schüler/-innen bereiten das Gespräch mit der Schulleitung vor und vereinbaren einen Termin.	Rollenspiel	Die Schüler/-innen sind in der Lage, einen solchen „Geschäftstermin“ sprachlich und organisatorisch angemessen zu bewältigen.
Erste Auswertung	Die Ergebnisse der verschiedenen Arbeitsbereiche werden zusammengetragen und ausgewertet.		Unterrichtsgespräch	Die Schüler/-innen bewerten die Ergebnisse und leiten daraus neue Planungsschritte ab.
Auftragsannahme (ab hier beispiel-	Der Geschäftsführer der jeweiligen Firma nimmt den Auftrag an	Kundenannahmegespräch Kostenanschlag	Eigenständiges Handeln der Schülerfirma	Die Schüler/-innen schätzen den zeitlichen und materiellen Aufwand für die Inspektion richtig

Das Projekt „Schülerwerkstätten“ im Bildungsgang der Fahrradmonteure/Fahradmonteurinnen				
Phase	Lernsituationen	Berufsübergreifende Inhalte	Ressourcen, Methoden/ Medien	Intendierter Lernprozess
haft für eine Firma)	und plant mit dem Lageristen seiner Firma die Teilebeschaffung.			ein. Sie vereinbaren realistische Termine und Kostenrahmen mit dem Kunden.
Teilebeschaffung (außerhalb des Berufskollegs)			Einzelner Schüler in der Firma	Die Schüler/-innen übernehmen die Verantwortung für ihre Aufträge.
Inspektion	Durchführung der Inspektion		Eigenständiges Handeln der Schülerfirma	Die Schüler/-innen führen die Inspektion fachmännisch durch, informieren sich über Unbekanntes. Sie sind bereit, Informationen von Teammitgliedern aufzunehmen.
Übergabe		Übergabegespräch Erläuterung der Rechnung	Geschäftsführer der Firma im Einzelgespräch	Die Schüler/-innen kommunizieren im Gespräch für den Kunden verständlich und nachvollziehbar.
Zweite Auswertung	Reflexion des Arbeitsprozesses	Reflexion des Prozesses in Kommunikation mit dem Kunden	Eigenständiges Handeln der Schülerfirma	Die Schüler/-innen sind bereit positiv kritisch sich selber zu beurteilen und ihr Spektrum an Handlungsmöglichkeiten zu erweitern.

Abb. 3 Phasenschema des Kompetenzzuwachses für die Reihenplanung „Inspektionsbetrieb“

### Erreichte, nicht intendierte Ziele

Beim Lernen in Projektarbeiten (vgl. NÖTHEN 2005) gibt der Lehrer die Kontrolle über den Lernprozess in großem Maße aus der Hand und vertraut der Lerngruppe viel Organisations- und Steuerungsarbeit an. In der Reflexion stellt sich dann gelegentlich heraus, dass bei diesem „unkontrollierten“ Lernen, viele Ziele erreicht wurden, die nicht explizit formuliert waren. Bei der Präsentation des Projekts erklärte einer der Schüler (Geschäftsführer seiner Schülerfirma), dass diese Form des Lernens besonders empfehlenswert sei, da er gelernt habe auf Leute zuzugehen, was ihm bis dahin be-

sonders schwer gefallen ist. In seinem Ausbildungsbetrieb sei er nie in die Situation gekommen, da der Betrieb neue Fahrräder herstellt und es keinen Kontakt mit den Endkunden gibt.

### Stand der Dinge im Herbst 2006

Die Rennräder sind im Frühjahr fertig geworden, die Kunden waren begeistert und haben mit ihrer freiwilligen Vergütung der Arbeitsleistung einen erfreulichen Beitrag zur Klassenfahrt im Juni nach Willingen zum Mountainbikefestival geleistet.

Die Firmen haben im ersten Jahr fast alle anfallenden Probleme mit eigenen Mitteln gelöst und die Auszubildenden

haben dabei sehr viel voneinander gelernt. Nur in Ausnahmefällen und zur Endkontrolle wurde die Hilfe der Lehrerinnen und Lehrern benötigt. Die beiden Schülerinnen und die Schüler schilderten es im Feedback als gute Erfahrung, eigene „wirkliche“ Kunden gehabt zu haben, Entscheidungen selber gefällt zu haben, Verantwortung selbst getragen zu haben und den Arbeitsrhythmus selber bestimmt zu haben.

Die Klasse hat mit dem Projekt den Innovationspreis des Vereins der Freunde und Förderer des Nicolaus-August-Otto-Berufskollegs e. V. in Höhe von 300 Euro gewonnen. Mit diesem Geld und dem Gewinn aus den Werkstätten



Abb. 4: Schüler auf der Suche nach einer Lösung für das Problem „Steuerkopf“

konnte die Klasse ihre Klassenfahrt vollständig finanzieren.

Die Werkstätten sind fest in der Schule verankert und das Projekt kann auf absehbare Zeit weiterlaufen. Mit diesem Schuljahr ist die neue Unterstufe hinzugekommen, die jetzt den Inspektionsbereich übernimmt. Die neuen Schüler und Schülerinnen arbeiten genauso engagiert wie ihre Vorgänger: In dem Moment, in dem sie die Werkstatt betreten, vergessen sie, dass es eine Laborsituation ist und fangen geschäftig an, ihre Aufträge zu diskutieren und abzuwickeln.

Für die bereits erprobten Schülerfirmen werden aus den Aufträgen diejenigen ausgesucht, die den Lernfeldern des zweiten Ausbildungsjahres entsprechen wie „Prüfen und Instandhalten von Kraftübertragungs- und Bremssystemen“. An diesen Aufträgen entwickeln sie Problemlösungsstrategien für komplexere Probleme um entsprechend der logischen Entwicklung im Lehr-Lernprozess ihre Ausbildung als „Experte“ abschließen zu können, dem es dann gelingt, nichtdeterministische Arbeitsaufgaben selbstständig, fachgerecht und selbstkritisch zu lösen (vgl. FISCHER u. a. 1995).

### Fazit

Nirgends kann Arbeitsprozesswissen besser erworben werden, als im Arbeitsprozess selbst. Hier lernt der Auszubildende nicht etwas über die Arbeit, sondern hat die Möglichkeit, die eigentliche Arbeit in ihren Zusammenhängen zu begreifen. Mit dem fertigen Produkt entsteht ein nahezu vollständiges Abbild des Gelernten. Alle Prozesse, die zu diesem Ergebnis geführt haben, sind unmittelbar nachvollziehbar und erleichtern ihre wiederholte Anwendung.

Die Gestaltung des Arbeitsprozesses kann für den Auszubildenden erst dann stattfinden, wenn er sich eine Gestaltungsperspektive geschaffen hat. Diese in einer Komplexität zu ermöglichen, die über die Gegebenheiten der stark ergebnisorientierten und durch kleine Teilaufträge oft eingegrenzten Situation am Arbeitsplatz hinausgeht, ist u. a. eine Herausforderung für eine sinnreiche Unterrichtsplanung. In einem solchen Unterricht kann der Auszubildende erfahren, dass sein Beitrag nicht nur Teil eines Ergebnisses sein muss, sondern darüber hinaus selbst ein vollständiges Produkt sein kann und in der Regel sogar in neue, weiterführende Lernprozesse einmündet. Da solche Arrangements

in einer Berufsschule in der Regel leichter möglich sind als in jeder anderen Schulform, hat sie hierdurch eine Verantwortung, die sie nicht leichtfertig einer reduktionistischen Theorievermittlung opfern darf. Der in diesem Beitrag beschriebene Ansatz soll deshalb zur Schaffung oder Ermöglichung von besonders wirksamen Lernstrukturen ermutigen. Ein zweijähriger Ausbildungsberuf, wie der des Fahrradmonteurs, bedeutet nicht zwangsläufig, dass es in einer so kurzen Ausbildungszeit nicht möglich ist, eine ausreichende Expertise für den Beruf zu erreichen. So mögen vor allem diejenigen aufgefordert werden, solche arbeitsorientierten Lernarrangements zu schaffen, die die Rahmenbedingungen des beruflichen Lernens aufgrund der äußeren Umstände wie Zeitmangel, schwierige Lerngruppe oder schlechte Grundausstattung als sehr schwierig einschätzen.

### Literatur

- DASECKE, ROLF: Schülerfirmen. BLK Transfer „21“. Regionales Umweltzentrum Hollen 2004.
- FISCHER, BERND/GIRMES-STEIN, RENTAE/HAGEN, KORDES/PEUKERT, URSULA: Entwicklungslogische Erziehungsforschung. In: HENNING HAFT/HAGEN KORDES (Hrsg.): Enzyklopädie Erziehungswissenschaft. Band 2: Methoden der Erziehungs- und Bildungsforschung. Stuttgart/Dresden: Klett-Cotta 1995, S. 45-82.
- NÖTHEN, KARL-GEORG: Lernfelder unterrichten und bewerten. Schwerpunkt: Projektarbeit. Köln: Bildungsverlag Eins 2005.
- RAHMENLEHRPLAN FÜR DEN AUSBILDUNGSBERUF FAHRRADMONTEUR/FAHRRADMONTEURIN. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 25.03.2004.
- RICHTER, HELMUT: Berufsschule und Arbeitsprozesse. In: lernen & lehren 16. Jg. (2001) Heft 64, S. 155.
- VERORDNUNG ÜBER DIE BERUFAUSBILDUNG ZUM FAHRRADMONTEUR/ZUR FAHRRADMONTEURIN. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2004 Teil I Nr. 25, ausgegeben zu Bonn am 27. Mai 2004.

Ulrich Becker

# Gestalten von Lernsituationen zum Lernfeld 8 „Antriebssysteme auswählen und integrieren“

## Einleitung

In diesem Beitrag wird ein Beispiel zur Planung und Durchführung eines lernfeldorientierten Unterrichts zum Lernfeld 8: „Antriebssysteme auswählen und integrieren“ für den Ausbildungsberuf Elektroniker für Betriebstechnik beschrieben. Der Unterricht wurde vom Autor an der Werner-von-Siemens-Schule in Frankfurt am Main geplant und durchgeführt.

Das Lernfeld 8 wird im Beispiel mittels drei Lernsituationen umgesetzt. In der ersten Lernsituation sollen die Schüler einen Überblick über die Vielzahl der Antriebssysteme erhalten und Motoren aufgabenbezogen auswählen. Die zweite Lernsituation beschäftigt sich mit drehzahlgesteuerten und drehzahlgeregelten Antrieben. Hier sollen Grundsaltungen, Kennwerte und Parameter für geregelte AC- und DC-Antriebe verglichen werden. In der dritten Lernsituation sollen spezielle Probleme der Antriebstechnik unter besonderer Berücksichtigung des betrieblichen Einsatzgebietes der Schüler besprochen werden, z. B. Servoantriebe, Scheibenläufermotoren, Schrittmotoren, Linearantriebe und pneumatische oder hydraulische Antriebe.

Es werden Anregungen für die Unterrichtsgestaltung zur Förderung von fachlich-theoretischem Wissen und zur beruflichen Handlungskompetenz gegeben und Beispiele für die Bewertung angesprochen.

## Organisation des lernfeldorientierten Unterrichts an der WvS-FFM

An der Werner-von-Siemens-Schule in Frankfurt a. M. (WvS-FFM) wird der Fachtheorieunterricht in einer Klasse meist von zwei Lehrern gehalten. Dabei ist immer ein Lehrer alleine für ein Lernfeld zuständig. Aus diesem Grunde sind für einige Lernfelder, insbesondere diejenigen, die keine oder ge-

ringe inhaltliche Verknüpfungen haben, nur wenige Absprachen zwischen den zuständigen Lehrern zwingend notwendig.

An der WvS-FFM werden in den Industrieklassen der neu geordneten Elektroberufe zurzeit immer zwei Lernfelder parallel unterrichtet. Im ersten Halbjahr liegen Lernfeld 1 und 4 parallel. Die Inhalte dieser Lernfelder bauen nicht aufeinander auf, sodass eine parallele Behandlung für die Schüler unproblematisch ist. Im zweiten Halbjahr werden Lernfeld 2 und 3 parallel unterrichtet; im dritten Halbjahr Lernfeld 5 und 6. Auch bei diesen Lernfeldern gibt es wenige Überschneidungen oder Abhängigkeiten der Inhalte innerhalb eines Halbjahres. Tägliche oder wöchentliche Absprachen sind deshalb nicht unbedingt notwendig. Trotzdem ist nicht zu befürchten, dass die Schüler durch zu viele Lernsituationen, die sich aus der parallelen Bearbeitung der Lernfelder ergeben, überfordert werden, weil ja meist nur zwei unterschiedliche Aufgaben zur selben Zeit bearbeitet werden müssen.

Im vierten Halbjahr werden die Lernfelder 7 und 8 parallel unterrichtet. Auch hier ist ein Kollege für je ein Lernfeld zuständig. In diesem Halbjahr ist, im Gegensatz zu den bisherigen Lernfeldern, eine lernfeldübergreifende Zusammenarbeit sinnvoll und möglich, weil für die Auswahl und Integration der Antriebe die gleiche Anlage gewählt werden sollte, wie für die Automatisierung bzw. Programmierung dieser Anlage in Lernfeld 7. Durch die Verzahnung von Lernfeld 7 und 8 wird die reine Komponentenebene verlassen und es ergeben sich bereits einige ganzheitliche Problemstellungen auf Anlagenebene.

## Didaktische Planung der Lernsituationen

Das Lernfeld 8 wird im Beispiel auf drei Lernsituationen aufgeteilt, um überschaubare und inhaltlich abge-

grenzte Aufgabenstellungen mit steigendem Komplexitätsgrad zu erhalten und die Schüler so vom Überblickswissen zum speziellen Anwendungswissen leiten zu können. In den Lernsituationen müssen alle wichtigen Ziele und Inhalte des Lernfeldes abgedeckt werden und ein ganzheitliches Erfassen der beruflichen Wirklichkeit möglich sein. Außerdem muss die Aufgabenstellung und die Art der Bearbeitung die Kompetenzbildung bei den Schülern unterstützen. Deshalb sollten die Lernsituationen von den Lehrern gut ausgewählt und didaktisch konzipiert werden.

## Inhalte der Lernsituationen zur Vermittlung von Fachwissen

*Planung der Lernsituation 1 „Antriebe für eine Bauschutt-Aufbereitungsanlage auswählen“*

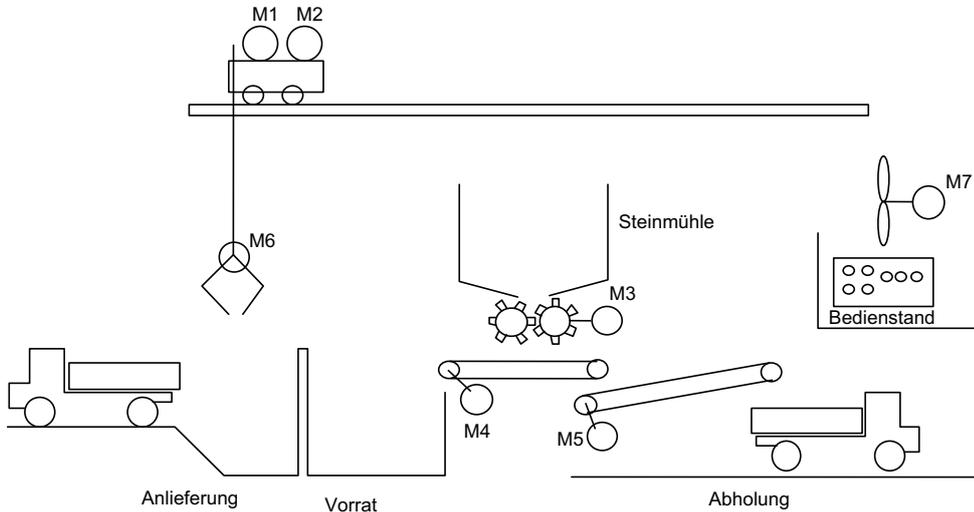
In der ersten Lernsituation sollen die Schüler mit vielen unterschiedlichen Antriebsaufgaben konfrontiert werden, um die Vielfalt der Anforderungen an Antriebe und die Vielzahl der Motoren kennen zu lernen. Dabei ist es nicht notwendig, dass alle Motortypen angesprochen werden. Allerdings muss die Notwendigkeit zur begründeten Auswahl unter technischen Aspekten in der Aufgabenstellung gegeben sein, sodass die Schüler Betriebswerte der Motoren und Anforderungen der Antriebsaufgaben abwägen müssen.

Die Lernsituation 1 umfasst ca. 20 Stunden. In diesem Zeitrahmen können nicht alle fachsystematischen Inhalte, z. B. die Drehmomenterzeugung im Magnetfeld oder die Feldschwächung im Magnetpol durch das Ankerquerfeld, behandelt werden. Das Wissen über den Einsatz eines Frequenzumrichters ist für einen EBT heute wichtiger als die exakte Beherrschung des Lorentz-Prinzips. In dieser Lernsituation wird deshalb Fachkompetenz unter dem Aspekt der Verwertbarkeit bzw. des Gebrauchswertes von Technik betrachtet. Aufgrund der inhalt-

**Lernsituation 1: „Antriebe für eine Bauschutt aufbereitungsanlage auswählen“**

Die Firma Steinmüller plant die Errichtung einer neuen Bauschutt aufbereitungsanlage. Ihre Firma soll die elektrische Ausrüstung der Anlage planen und installieren.

**Technologieschema:**



**Funktionsweise und technische Vorgaben:**

Der sortenrein angelieferte Bauschutt wird mit dem Greifer in die Schrottmühle transportiert, dort zerkleinert und je nach Vorgabe im Vorratsbehälter zwischengelagert oder zur Abholposition transportiert.

Es muss ein Spitzendurchsatz von 10 Tonnen pro Stunde gewährleistet werden.

Kran: Höhe: 5m, Fahrlänge: 25 m, von der Anlieferung bis zur Mühle 15 m.

Greifer: Fassungsvermögen: 300 Liter, Eigengewicht 150 kg

Sortierförderband 1: 5 m Länge

Förderband 2: 10 m Länge

Bedienstation: Lüfter

**Aufgabenstellung:**

**1. Informieren** Sie sich (arbeitsteilig) über elektrische und pneumatische Antriebe und informieren Sie Ihre Gruppenmitglieder über die Ergebnisse!

Punkte der Bearbeitung: Aufbau, Anschlüsse, elektrische und mechanische Kennwerte, Grenzwerte, Funktionsweise, Betriebsverhalten, Anwendung, Berechnung, Anlassverhalten, Bremsverhalten, Sicherheit

**2. Planen** Sie ein begründetes Konzept für die Antriebe der Anlage.

Fehlende Angaben erfragen Sie schriftlich beim Kunden.

Präsentieren Sie dem Kunden Ihren Lösungsvorschlag.

**3. Berechnen** und ermitteln Sie alle notwendigen Werte und zeichnen Sie alle notwendigen Pläne für die elektrische Ausrüstung der Anlage. Erstellen Sie eine technische Dokumentation. Berücksichtigen Sie geltende Normen und Vorschriften.

Informieren Sie die Baufirma über Größe, Bauart, Einbaulage und Gewicht der Antriebe.

**4. Bewerten und Präsentieren** Sie Ihre Arbeitsergebnisse.

Abb.1: Aufgabenstellung der Lernsituation 1

lichen Vielfalt der Elektrotechnik bzw. in diesem Fall der Antriebstechnik muss eine angemessene Auswahl der Lerninhalte didaktisch begründet sein. Dabei sollten Inhalte die zur Fachkompetenz von Elektrofacharbeitern, wie z. B. die Auswahl eines geeigneten Motors gemäß dem Antriebsfall oder die Auslegung eines Antriebs, nicht auf der Strecke bleiben. Wer nämlich beim Magnetfeld anfängt und alle elektrophysikalischen Inhalte abarbeiten möchte, kommt oft nicht bis zum Frequenzumrichter und damit zu den Arbeitsgegenständen von Elektrofachkräften!

Im Beispiel sollen in der Lernsituation die Antriebe für eine „Bauschutt aufbereitungsanlage“ ausgewählt werden. Hier sind die Antriebsprobleme „Schweranlauf“ für die Steinmühle, „Drehrichtungsumkehr“ für die Krananlage und die Förderbänder, eine Belüftungsaufgabe mit Einphasenmotoren, hydraulischer Greiferantrieb so wie die weiteren Randbedingungen Staubbelastung, Spritzwasserschutz, Kühlung, elektrische und mechanische Bremsvorgänge, Betriebsarten, Anlaufströme, Wirkungsgrad und Energiekosten in der Aufgabenstellung integriert.

Um die Schüler mit bestimmten Antriebslösungen zu konfrontieren, werden der Aufgabenstellung Schaltpläne einer Altanlage beigelegt, in der im konkreten Beispiel die vorhandene Krananlage mit Schleifringläufermotoren ausgeführt ist. Somit müssen sich die Schüler mit der Altanlage auseinandersetzen, Betriebseigenschaften ermitteln und abwägen sowie für die neue Anlage ein Antriebskonzept erarbeiten und dieses begründen.

Wenn eine lernfeldübergreifende Zusammenarbeit mit dem Lernfeld 7 durchgeführt wird, kann dort die Steuerung der Anlage programmiert werden. Bei dieser Aufgabenstellung ergeben sich z. B. Programmieraufgaben für Stern-Dreieck-Anlauf und Drehrichtungsumkehr sowie Problemstellungen wie „Not-Aus“ und „Wiederanlauf nach Spannungswiederkehr“.

### *Planung der Lernsituation 2 „Drehzahlgesteuerte Antriebe für eine Abfüllanlage projektieren“*

Die Projektaufgabe beinhaltet u. a. die fachlichen Problemstellungen der Drehzahlsteuerung für die Pumpe und das Rührwerk sowie Anfah- und Bremsrampe für den Kran.

Der in den Projektunterlagen vorgegebene Schaltplan der Altanlage mit stromrichtergespeistem DC-Motor und die aktuellen Datenblätter von AC-Motoren und Frequenzumrichtern zwingen die Schüler zu einer umfassenden Recherche.

Auch in dieser Lernsituation bietet sich die Zusammenarbeit mit Lernfeld 7 an: Neben der Ablaufsteuerung für die vollautomatische Abfüllanlage können die Themen Analogwertverarbeitung (z. B. für die Temperatur des Mischerinhaltes oder die Drehzahl des Rührwerkes) oder auch die Kommunikation der SPS mit dem Frequenzumrichter (evtl. auch über Feldbusan-kopplung) angesprochen werden.

### *Planung der Lernsituation 3 „Materialzufuhr für einen Bestückungsautomaten mit Servo-Positionierantrieb“*

Diese Lernsituation wurde aus zeitlichen Gründen im ersten Durchgang nicht mehr durchgeführt und ist deshalb nicht vollständig dokumentiert. Eine mögliche Aufgabenstellung für diese Lernsituation wäre:

- Die Teilezufuhr für einen Fertigungsautomaten ist mit einem mit Drehstromasynchronmotor und Schneckengetriebe angetriebenen Förderband ausgeführt. Durch die hohe Schalzhäufigkeit sind der Getriebemotor und die Schutzsteuerung sehr verschleißbehaftet und störanfällig. Die Teilezufuhr stellt zurzeit einen Engpass im Produktionssystem dar. Es soll eine Antriebsalternative z. B. mit Servomotor und Servoumrichter realisiert werden. Konstruktionszeichnungen der Altanlage sind beigelegt.

Die Schüler sollen in dieser Lernsituation folgende Aufgaben ausführen:

- Auftragsanalyse: Problemstellungen der Antriebsaufgabe: hohe Taktrate, hohe Beschleunigungswerte, exakte Positionierungen;

- Information und Planung: Vergleich Servo-Antrieb, Linearantrieb, Umbau des Förderbandes, Auswahl der Komponenten, Sicherheitskonzept;
- Durchführung: Programmierung des Servoumrichters und Inbetriebnahme (ein Arbeitsplatz mit Servo-Antrieb ist an der WvS-FFM vorhanden);
- Präsentation und Bewertung.

### **Bearbeiten der Lernsituation durch die Auszubildenden – Förderung beruflicher Handlungskompetenz**

Zusätzlich zur „rein fachlichen“ Planung muss auch die Art der Aufgabebearbeitung sorgfältig bedacht werden, damit die Schüler neben der Fachkompetenz auch Personal- und Sozialkompetenz erarbeiten und einüben können. Die Unterrichtsdurchführung soll überwiegend schülerzentriert erfolgen. Teamfähigkeit lässt sich nicht beim Lehrervortrag entwickeln.

Die Entwicklung von Personalkompetenz (Zuverlässigkeit, Selbstständigkeit, Verantwortungsbewusstsein), Sozialkompetenz (Teamfähigkeit, Solidarität) und Methodenkompetenz (Lernfähigkeit, Problemlösefähigkeit, Kreativität) dürfen nicht zufällig entstehen, sondern müssen gezielt initiiert, gesteuert und kontrolliert werden.

Deswegen dürfen die Gruppenbildung (Zusammensetzung und Gruppengröße) und die Aufgabenverteilung in der Gruppe nicht beliebig sein. Auch hier greift der Lehrer unter Umständen durch Vorgaben steuernd ein, um z. B. bestimmte Arbeits- und Lerntypen in einer Arbeitsgruppe zu mischen und arbeitsfähige Teams zu erhalten.

Die Aufgabenverteilung in den Gruppen, der jeweils aktuelle Bearbeitungsstand und anstehende Probleme lassen sich gut durch regelmäßige Projektstandsprotokolle (Stundenprotokolle) auf einem Formblatt erkennen (vgl. Abb. 4). Die Schüler werden so zu einer systematischen Arbeitsweise angeleitet. Sie müssen ihren Arbeitsstand regelmäßig neu bestimmen und folgende Leitfragen prüfen:

- Was ist die Projektaufgabe?
- Wie weit bin ich gekommen?

**Lernsituation 2: „Drehzahlgesteuerte Antriebe für eine Abfüllanlage“ (Zeitrichtwert 20h)**

**Funktionsbeschreibung der Misch- und Abfüllanlage**

Die Mischeinrichtung besteht aus dem Vorratsbehälter mit Rührwerk (M2) und Heizung (E1) und einer Abfülleinrichtung mit Container-Vorrat und Transportband.

Wenn der Mischer leer ist, wird er mit der Pumpe M3 unter Rühren aufgefüllt und danach noch 15 Minuten mit konstanter Drehzahl weitergerührt. Vor dem Abfüllen wird der Mischer unter Rühren auf 50°C erhitzt. Außerdem wird ein Container freigegeben (Y2) und unter den Mischer transportiert.

**Funktionsbeschreibung des Verladekrans:**

In der Grundstellung befindet sich der offene Greifer über der Abholposition Rollenband (Position: x = 0, y = 0).

Die Wege werden inkrementell über Impulse einer Lichtschranke erfasst.

Der offene Greifer fährt bis zum Container herunter (y = 100) und erfasst den Container (pneumatische Ansteuerung über Y1).

Der Greifer fährt nun zuerst senkrecht nach oben (10 Impulse) und danach weg- und zeitoptimiert in x- und y-Richtung gleichzeitig nach oben und zur Verladeposition.

Bei Erreichen der Verladeposition wird der Container senkrecht auf den LKW abgesenkt (x = 120, y = 50) und danach wird der Greifer geöffnet.

Der Greifer fährt nach einer Wartezeit von 500 ms wieder senkrecht hoch. Danach zeigt die Signallampe H1 für 20 Sekunden an, dass der LKW beladen ist und der Kran fährt gleichzeitig wieder in die Grundposition. Dort angekommen kann er sofort wieder neu gestartet werden und den nächsten Container verladen.

Die Anlage wird über eine SPS S7-314C-2DP gesteuert

**Anforderungen an die Antriebe:**

Förderband: ruckfreier Anlauf und sanftes Abbremsen, genaue Positionierung an der Abfüllstelle

Rührwerk: einstellbare konstante Drehzahl im Bereich von 0 bis 2000 min-1.

Pumpe: Drehzahl 4000 min-1

Kran: ruckfreie Bewegungen, mehrere Drehzahlen (z.B. langsam hoch, schnell runter), genaue Positionierung, Energierückspeisung

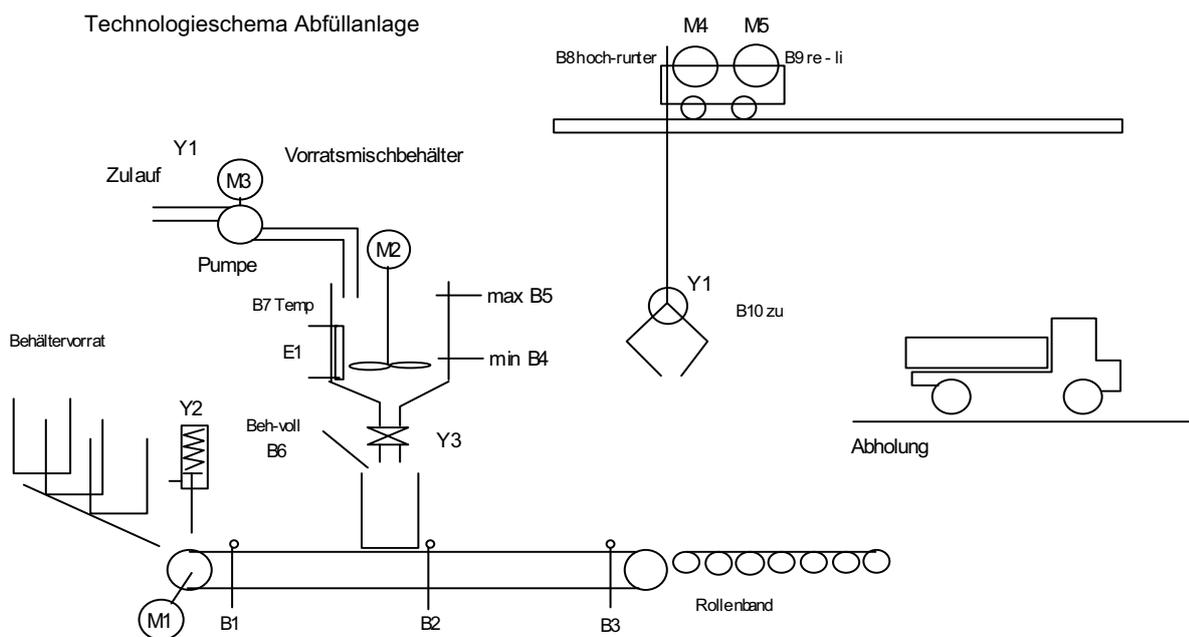


Abb. 2: Beschreibung der Lernsituation 2

**Lernsituation 2: „Drehzahlgesteuerte Antriebe für eine Abfüllanlage“ (Zeitrichtwert 20h)****Chemie-Pro GmbH&Co.KG**

Brüning Str. 100  
 65926 Frankfurt-Höchst  
 Tel.: 069 212 xx xxx  
 Fax.: 069 212 xx xxy

An Firma  
 Elektro-Antriebe KG  
 Gutleutstr. 335  
 60327 FFM

**Angebot für drehzahlgesteuerte Antriebe einer Abfüllanlage**

Sehr geehrte Damen und Herren,

Chemie-Pro GmbH&Co.KG stellt für die Farbenindustrie chemische Vorprodukte her. Für unsere Kunstharzproduktion planen wir den Aufbau einer weiteren Abfüllanlage.

Die Anlage besteht aus einem Vorratsmischbehälter, einer Abfülleinrichtung und einem Verladekran.

Der Vorratsbehälter hat ein Volumen von 5 m<sup>3</sup>, jeder Abfüllbehälter fasst ca. 500 Liter.

Die Steuerung der Anlage erfolgt über eine PLC S7-314C-2DP. Mit der Programmerstellung haben wir die Firma „Soft-Ing-Logo“ in FFM beauftragt.

Aufgrund guter Referenzen wenden wir uns nun an Sie, mit der Bitte, ein Konzept für alle Antriebe der neuen Anlage zu erarbeiten. Das Technologieschema und eine Funktionsbeschreibung sowie die Schaltungsunterlagen unserer Altanlage sind diesem Brief beigelegt.

Wir sind ein Betrieb mit „Ethics in Business Label“ als Auszeichnung für besondere Sorgfalt gegenüber Mitarbeitern und Umwelt. Bitte berücksichtigen Sie deshalb z.B. Möglichkeiten der Geräuschminimierung und Energieeinsparung.

Erstellen Sie uns bitte ein komplettes Angebot für alle Antriebe.

Als Zeitraum für die Montage und Inbetriebnahme der gesamten Anlage ist der Zeitraum 30. bis 40. KW geplant.

Für weitere Fragen steht Ihnen unser Mitarbeiter Herr Müller unter Telefon: 069 212 40 xxx jederzeit zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

**Aufgabenstellung:**

**1. Informieren** Sie sich (arbeitsteilig) über drehzahlgesteuerte AC- und DC-Antriebe und informieren Sie Ihre Gruppenmitglieder über die Ergebnisse!

Informationsmaterial: Mitgelieferte Schaltungsunterlagen, Fachbuch, Internet

Punkte der Bearbeitung: Aufbau, Anschlüsse, elektrische und mechanische Kennwerte, Grenzwerte, Funktionsweise, Betriebsverhalten, Drehzahlsteuerung, Anlassverfahren, Bremsverhalten, Energierückspeisung, EX-Schutz, EMV,

**2. Planen** Sie ein begründetes Konzept für die Antriebe der Abfüllanlage.

Vor- und Nachteile AC- oder DC-Antrieb

Berechnung aller notwendigen Werte. Fehlende Angaben erfragen Sie schriftlich beim Kunden.

**3. Erstellen** Sie das Angebot mit allen notwendigen Angaben und Plänen und präsentieren Sie die Arbeitsergebnisse.

Abb. 3: Aufgabenstellung der Lernsituation 2

- Welche weiteren Schritte sind geplant?
- Welche Probleme könnten entstehen?

So werden Methoden und Lernkompetenz entwickelt.

Durch regelmäßige Projektstandsberichte wird außerdem vermieden, dass die Schülerteams längere Zeit mit Problemen „alleine gelassen“ werden und dadurch „unnötige“ Umwege und Zeitverluste entstehen. Umwege können zwar sehr lehrreich sein, aber der Lehrer sollte Umwege rechtzeitig erkennen, um gegebenenfalls eingreifen zu können. Schulische Projekte müssen aus Motivationsgründen möglichst erfolgreich abgeschlossen werden.

### Durchführung des Lernfeldunterrichts

Die Aufgabenstellung einer Lernsituation umfasst eine vollständige Handlung, nämlich die Auftragsanalyse, Information und Planung, Durchführung, Dokumentation, Präsentation und Bewertung. Die hier dargestellten Lernsituationen sind einerseits durch die offene Aufgabenstellung (keine Festlegung auf bestimmte Lösungen) und andererseits durch die vielfältigen Antriebsprobleme und die umfangrei-

chen Schaltungsunterlagen der Altanlagen so angelegt, dass alle Stationen einer vollständigen Handlung durchlaufen werden und die (vom Lehrer als wesentlich erachteten Inhalte) bearbeitet werden müssen.

Der Lehrer gibt die Aufgabenstellung vor. Die Schülerteams analysieren die Aufgabenstellung und die Rahmenbedingungen, wie Funktionen, Produkte, Katalogpreise, Energieverbrauch, Termine, Vorgaben durch den Kunden usw.

In der Informationsphase werden die notwendigen Fakten gesammelt. Neben der Internetrecherche und dem Fachbuchstudium haben sich auch ein (kurzer) einführender Unterricht oder eine Expertenbefragung (Schüler fragen den Lehrer) bewährt. So wurde ein ca. zweistündiger Theorieunterricht vor der ersten Aufgabenstellung durchgeführt, in dem den Schülern z. B. an Schnittmodellen von Motoren eine Übersicht über die dem Lernfeld zugrunde liegenden Maschinen gezeigt wurde. Während der Lernsituationen gab es das Angebot der „Lehrer-Hotline“, bei der die Schülerteams mit konkreten Fragestellungen, die durch Internet und Fachbuch nicht ausreichend geklärt werden konnten, in einem Kurzseminar informiert wurden.

Die Schüler organisieren die interne Arbeitsverteilung (Zuständigkeiten und Termine). Der Lehrer kontrolliert u. a. durch Stundenprotokolle und Auftragsfortschrittsberichte.

Die praktische Durchführung der Projektaufgabe ist in der Schule oft problematisch. In Zusammenarbeit mit dem Labor-Lehrer sind aber praktische Handlungsansätze möglich. Hierbei ist anzumerken, dass die WvS-FFM gut ausgerüstete Labore besitzt, in denen ein Fachpraxislehrer jeweils mit einer halben Klasse (ca. 12 Schüler) Steckübungen mit Schützen, Motoren und Frequenzumrichtern durchführen kann. So ist sichergestellt, dass sich jeder Schüler mit der konkreten Verdrahtung der Komponenten beschäftigen muss. Die Übungsinhalte und die Bearbeitungsreihenfolge werden mit dem Theorieunterricht zeitlich abgestimmt.

Auch Schüler-Experimente oder ein Lehrer-Experiment sind besser als nur eine „virtuelle“ Bearbeitung. Wir haben an der WvS-FFM einen Experimentierwagen für Antriebstechnik, auf dem sich ein Drehstrom-Asynchronmotor, ein fremderregter DC-Motor und eine Magnetpulverbremse auf einer gemeinsamen Welle befinden. Der Wagen ist mit Frequenzumrichter, B2H-Stromrichter, diversen Messgeräten, einem x-y-Schreiber und einem Oszilloskop mit Isolierverstärker ausgerüstet. Die Schülerteams können nun unter Aufsicht des Lehrers an diesem Wagen ihre ausgewählte Antriebsvariante verdrahten, programmieren und ausprobieren und so z. B. den Drehmomentverlauf bei der 87-Hz-Kennlinie aufnehmen oder das PWM-Signal des FU oszilloskopieren.

Empfehlenswert ist auch die kooperative Bearbeitung einer Aufgabenstellung bzw. Durchführung eines Ausbildungsprojektes mit dem Lernort Betrieb. Dabei kann die Auftragsanalyse, Information und Planung in der Berufsschule, die praktische Durchführung und die Dokumentation der Aufgabe in der Firma erfolgen. Die Präsentation sollte eine Gemeinschaftsveranstaltung sein. Aufgrund der schwierigen zeitlichen Abstimmungen ist diese Kooperation bei diesen Lernsituationen im Lernfeld 8 allerdings noch nicht durchgeführt worden.

Bericht zum Projekt-Stand			
Projekt Kurztitel:			
Team-Mitglieder:			
Beschreibung der Projektaufgabe:			
Aufgabenverteilung:			
Name:	Zuständigkeit:		
Aktueller Bearbeitungsstand:			
Wer	Was	Bearbeitungsstand	Probleme

Abb. 4: Formblatt zur Erstellung der Projektstandsprotokolle

Für jedes Projekt muss eine Gesamtdokumentation mit kenntlich gemachten Eigenanteilen vorgelegt werden. Diese Dokumentation wird vom Lehrer bewertet. Die Präsentation wird von der Gruppe durchgeführt (kein Einzelvortrag) und von der Klasse nach festgelegten Kriterien bewertet.

### Bewertung des Lernfeldunterrichtes

Die Gesamtbewertung des Schülers setzt sich zusammen aus der Bewertung durch den Lehrer (Dokumentation), das Schülerteam, die Klasse (Präsentation), die Eigenbewertung des Schülers und durch eine Klassenarbeit (vgl. Abb. 5).

Bei der Bewertung durch das Schülerteam kann die eingebrachte Leistung jedes Teammitglieds honoriert werden. Die Mitarbeit in einer Gruppe lässt sich vom außen stehenden Lehrer ohnehin nicht immer exakt feststellen, sodass die Einbeziehung der Gruppe auch Ungerechtigkeiten vorbeugt. Auch hier ist ein Formblatt hilfreich und eine Beurteilung wird grundsätzlich nur mit Begründung akzeptiert. Eine begründete Selbstbewertung des Schülers sollte ebenfalls akzeptiert werden.

Die prozentuale Gewichtung der Eigenbewertung lässt zwar einen großen Spielraum zu, muss aber vorher eindeutig festgelegt werden und sollte nicht zu gering ausfallen, damit der Schüler die Selbstbewertung auch als wichtige Aufgabe ernst nimmt.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass mit diesem Instrument in der Regel verantwortlich umgegangen wird. Außerdem muss man sich als Lehrer eingestehen, dass man viele Aktionen in den Gruppen gar nicht bemerkt, sodass die Lehrerbewertung auch nicht immer objektiver ist.

Die Fragen der Klassenarbeit dürfen nicht fachsystematisch angelegt sein. Sie müssen sich auf das behandelte Projekt beziehen. Die Frage: „Wie groß ist der Schlupf, wenn ein 2poliger Drehstrommotor mit 2800 1/min läuft?“ hat unter dem Aspekt der Verwertbarkeit bzw. des Gebrauchswertbezugs keine Bedeutung und ist von der Projektarbeit abgehoben. Hier werden neben der Prozentrechnung

Bewertung Lernfeld 8 Antriebssysteme auswählen und integrieren				
für Name: _____ Klasse: EB22 Datum: _____				
	Teilnote	Begründung	Gewichtungsfaktor	Zwischenwert
<b>LS1: Präsentation</b> Note für die Gruppe durch die Klasse		siehe Formblatt	x 1	
<b>LS1: Mitarbeit im Team</b> Note für den Schüler durch das Team		!!	x 1	
<b>LS1: Selbstbewertung</b>		!!	x 1	
<b>LS2: Präsentation</b> Note für die Gruppe durch die Klasse		siehe Formblatt	x 1	
<b>LS2: Mitarbeit im Team</b> Note für den Schüler durch das Team		!!	x 1	
<b>LS2: Selbstbewertung</b>		!!	x 1	
<b>LS3: Präsentation</b> Note für die Gruppe durch die Klasse				
<b>LS3: Mitarbeit im Team</b> Note für den Schüler durch das Team				
<b>LS3: Selbstbewertung</b>				
<b>Lehrernote</b> Eigenanteile der Dokumentationen, Unterrichtsmitarbeit		!!	x 2	
<b>Klassenarbeit</b>		siehe Bemerkungen in der Klassenarbeit	x 2	
<b>Gesamtnote für LF8</b>			Teiler: 10	

Abb. 5: Bewertung des Lernfeldes 8

und der Anwendung vorgegebener Formeln lediglich isolierte Kenntnisse über die Felddrehzahl und den asynchronen Lauf abgefragt.

Besser ist die Frage: „Welche Antriebslösungen gibt es für eine Maschine, die bei einem Drehmoment

von 5 Nm mit 2000 1/min angetrieben werden soll?“ Auch hier spielt das Wissen über die Felddrehzahl eine Rolle, aber die Aufgabe geht weit über diese Problematik hinaus und ermöglicht dem Schüler, seine Kenntnisse aus dem Projekt einzubringen. Hier kann der Schüler abwägen, ob er ei-

Bewertung der Präsentation zum Thema: _____		
Name des Vortragenden: _____		Datum: _____
<b>Bewertungsmerkmale</b>	<b>Bemerkungen</b>	<b>Note</b>
<b>Inhalt</b> Gliederung, Struktur Richtigkeit, Wichtigkeit Informationsgehalt Verständlichkeit		
<b>Vortragsweise</b> Sprache, Mimik, Gestik, Blickkontakt ggfls. Gruppenteilung Zwischenfragen		
<b>Medieneinsatz</b> sinnvolle Auswahl, Medienvielfalt,		
<b>Zeitrahmen</b>		
<b>Informationsblatt:</b> Optik: Übersichtlichkeit, Gestaltung Inhalt: Informationsgehalt Zusammenfassung		
<b>sonstiges:</b>		
<b>Gesamtnote Präsentation:</b>		

Abb. 6: Formblatt zur Bewertung der Präsentation

nen Drehstrommotor mit Getriebe einsetzt oder einen vierpoligen Drehstrommotor über einen Frequenzumrichter mit höherer Frequenz betreibt. Je nach FU (1-phasig oder 3-phasig) muss er den passenden Motor aus-

wählen und die richtigen Parameter einstellen. Diese Aufgabenstellung entspricht mehr der betrieblichen Realität, weil der Kunde als Anwender weder einen bestimmten Schlupf noch eine bestimmte Magnetfeldstärke im

Anker fordert, wohl aber eine bestimmte Drehzahl oder ein bestimmtes Drehmoment.

**Fazit / Schlussbemerkung**

Der Unterrichtsentwurf konnte für die 1. und 2. Lernsituation in zwei parallelen Klassen wie geplant durchgeführt werden. Für die 3. Lernsituation war nicht mehr genügend Zeit, sodass die geplanten Inhalte nur verkürzt im Lehrer-Schüler-Gespräch mit Lehrerdemonstrationsexperiment gezeigt wurden. Für eine erneute Durchführung des Unterrichts müssten die Zeitansätze für die ersten beiden Lernsituationen etwas gekürzt werden. Die fehlende Zeit in diesen Lernsituationen könnte durch besser zusammengestellte „Dokumentationen der Altanlagen“ teilweise kompensiert werden, weil der Lehrer hier durch gezielt eingesetzte Stichworte, Schaltpläne, Messwerte und sonstige Ergänzungen den Weg der Bearbeitung beeinflussen kann. Auch die Zusammenarbeit mit dem Ausbildungsbetrieb, die bei einer erneuten Unterrichtsdurchführung versucht wird, kann das Zeitproblem teilweise lösen.

Die Schüler waren hoch motiviert, haben zielgerichtet gearbeitet (auch im Internet wurden nur selten themenfremde Seiten aufgerufen) und haben sehr gute Präsentationsergebnisse und Dokumentationen abgeliefert. Die Ergebnisse der Klassenarbeit waren überdurchschnittlich gut.

Zukünftig soll noch ein Evaluationsbogen zur Rückmeldung durch die Schüler eingesetzt werden.

Lutz Galiläer/Ralf Wende

# Produktionsarbeit im Wandel – Chancen für Geringqualifizierte?

## Qualifikation an der Schnittstelle von Anlerntätigkeiten und Facharbeit.

**Einleitung**

Der Beitrag präsentiert Ergebnisse einer qualitativen Untersuchung von elektrotechnischen Tätigkeiten in der Metall- und Elektroindustrie. Insgesamt wurden 15 Fallstudien in Betrie-

ben der Elektroindustrie und des Maschinenbaus in Bayern durchgeführt. Die untersuchten Betriebe beschäftigen zwischen 200-1000 Mitarbeiter am jeweiligen Standort. Großserienproduktion gibt es in keinem der Fälle. Untersucht wurden Tätigkeitsbün-

del in der Fertigung und Montage, die sich weder als Facharbeit noch als Hilfstätigkeiten charakterisieren lassen. Das Untersuchungsziel bestand darin, Qualifikationsverschiebungen zwischen Hierarchieebenen und Trends der Entwicklung von so ge-

nannten Anlerntätigkeiten zu beschreiben.

Die Untersuchung findet im Rahmen der Früherkennungsinitiative „Fre-QueNz“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (bmbf) statt (vgl. BULLINGER/TOMBEIL 2000). Das f-bb ist seit dem Jahr 2000 an diesem Forschungsverbund beteiligt und beschäftigt sich Tätigkeiten unterhalb von und an der Schnittstelle zu berufsförmiger Facharbeit, d. h. mit Qualifikationsentwicklungen bei so genannten „Hilfs- und einfachen Fachtätigkeiten“ (vgl. WEIDIG et. al. 1999, 34).

Diese Fokussierung lässt sich von der Frage leiten, wie sich die Anforderungen auf Arbeitsplätzen unterhalb des Facharbeiterniveaus entwickeln,

- wenn permanenter technische und betriebsorganisatorische Wandlungsprozesse zu allgemein steigenden Arbeitsanforderungen führen;
- wenn Facharbeit durch die Verknüpfung von technischer Problemlösekompetenz mit Serviceaufgaben immer komplexer wird (vgl. SPÖTTL/HECKER/HOLM/WINDELBAND 2003).

Diese Fragestellung gilt primär für industrielle Branchen. Im Dienstleistungssektor liefert die Befassung mit den Anforderungen bei einfacheren Tätigkeiten Beiträge zu dem seit längerem diskutierten Thema der Beschäftigungspotenziale von Dienstleistungsarbeit, insbesondere für formal gering qualifizierte Erwerbspersonen.

### Entwicklungen im Bereich der Einfacharbeit

Das f-bb hat in einem früheren, qualitativ ausgerichteten Forschungsprojekt Arbeitsplätze An- und Ungelernter in Industrie, Dienstleistung und Handel untersucht (vgl. ZELLER u. a. 2004). Dabei wurden allgemeine Trends bei den Anforderungen unterhalb des Facharbeiterniveaus identifiziert. Die Ergebnisse dieser Untersuchung lassen sich in der Aussage zusammenfassen, dass der allgemeine Qualifikationsschiff auch den Bereich der einfacheren Tätigkeiten erfasst hat. „Einfache Arbeit“ erfordert heute mehr und andere Kompetenzen als noch vor 10 oder 15 Jah-

ren. Die verallgemeinernde Gleichsetzung von einfacher Arbeit – gekennzeichnet durch die Stellung der Ausführenden im Betrieb und deren Qualifikation – mit einem sehr geringen Anforderungsniveau spiegelt die Realität in der Arbeitswelt nicht mehr wider: War Arbeit unterhalb des Facharbeiterniveaus in der Vergangenheit gekennzeichnet durch die reine, d. h. unselbständige Ausführung von gleichförmigen, isolierten, anregungsarmen Handgriffen und Verrichtungen, so prägen heute in innovativen Unternehmen mehrschichtige, teilweise selbst gesteuert zu bewältigende Anforderungssituationen das Bild, die auf einer breiteren Wissens- und Könnensbasis gründen. D. h., „einfache Arbeit“ wird komplexer durch die betriebs- und arbeitsplatzspezifische Verknüpfung von manuellem Arbeitshandeln mit Entscheidung, Kommunikation und Verstehen (vgl. ebd.). Der Trend bei gewerblichen Tätigkeiten geht zu Dienstleistungstätigkeiten am Produktionsprozess, die von generalistischen Fähigkeiten, mehr fachlichem Know-how und Verantwortung getragen sind. Eine Tendenz zu mehr Selbstständigkeit, Verantwortung und Können zeigt sich auch bei einfacheren Tätigkeiten im Dienstleistungssektor. Hier sind insbesondere soziale Kompetenzen, Belastbarkeit sowie zeitliche und räumliche Flexibilität wichtig (vgl. ebd.; HIERMING u. a. 2005).

### Untersuchung elektrotechnischer Tätigkeiten

Die derzeitige Untersuchung richtet sich auf elektrotechnische Tätigkeiten in der Metall- und Elektroindustrie. Es sollen dabei exemplarisch Entwicklungen von Qualifikationsanforderungen an der Schnittstelle von einfacher Arbeit und Facharbeit aufgezeigt werden. Mit diesem Erkenntnisinteresse sind in der betrieblichen Wertschöpfungskette die Segmente Fertigung und Montage relevant. Dort ist die Mehrheit sowohl der un- und angelernten gewerblichen Mitarbeiter wie auch der Facharbeiter beschäftigt. Die Betriebe des Untersuchungssamples gehören zum Maschinenbau oder den verschiedenen Unterbranchen der Elektroindustrie (vgl. IG METALL 2003a; 2003b).

Kriterien für die Auswahl dieser Branchen war zum einen der relativ hohe Anteil von An- und Ungelernten an allen Beschäftigten, der trotz technologischer und arbeitsorganisatorischer Entwicklungen in den letzten 10 Jahren mit 33 % in der Elektroindustrie und 16 % im Maschinenbau nahezu konstant geblieben ist (vgl. ebd.). Zum anderen sind die Branchen geprägt durch eine hohe Veränderungsdynamik und ein großes Innovationspotenzial.

### Branchenmerkmale

Branchenberichte und Forschungsprojekte zeichnen ein vielgestaltiges Bild der Veränderungen in der Metall- und Elektroindustrie. Die wenigen verfügbaren, oft nicht repräsentativen Daten und Informationen zeugen vor allem von einer hohen Dynamik der Veränderungen bei Produkten, Produktionstechniken und Unternehmensstrukturen, Aufgaben- und Funktionszuschnitten; wobei zwischen Subbranchen und Regionen Unterschiede angenommen werden müssen.

Der Maschinenbau und die Elektroindustrie sind wachstums- und umsatzstarke Branchen mit essentieller Bedeutung für den gesamten Produktionsstandort Deutschland (vgl. VDE 2005; IG METALL 2003a/b). Ihre Rolle als Leitindustrien und Innovationsmotoren zeigt sich an dem hohen Anteil von Unternehmen, die Innovationen einführen und an der Innovationsintensität (vgl. ebd.). Beide Branchen liegen hier klar vor den meisten anderen des verarbeitenden Gewerbes. Hinzu kommen – als Indikatoren für Innovationskraft – ein hoher Anteil von neuen bzw. jüngeren Produkten am Umsatz, die steigende Anzahl der angebotenen Varianten von Hauptprodukten und der wachsende Einsatz neuer Materialien (vgl. KINKEL 2005).

In der Elektroindustrie hat eine Abkehr von tayloristischen Produktionskonzepten im Vergleich etwa zur Automobilindustrie relativ spät eingesetzt und nur Teile der Branche erfasst. Innovative arbeitspolitische Konzepte waren bis in die 90er-Jahre hinein seltener zu finden als anderswo und sie sind in ihren Wirkungen durchaus ambivalent (vgl. KUHLMANN u. a. 2004). Der Maschinenbau war wegen der kleinbe-

trieblichen Struktur, wenig ausgeprägter Produktstandardisierung und kleiner Losgrößen bisher keine Domäne tayloristischer Arbeitsorganisation (vgl. ebd., S. 244). Charakteristisch für arbeitsorganisatorische Neuerungen des letzten Jahrzehnts sind die Einführung von Gruppen- und Projektarbeit, die mit einer Verringerung der Vorarbeiterpositionen einhergegangen sind (vgl. ebd., S. 211). Gefragte Qualifikationen sind in diesem Zusammenhang Selbstmanagement, Prozesswissen, Grundwissen aus den Berufsfeldern Elektro- und Metalltechnik.

Trotz allgemein steigender Anforderungen ist die Gruppe der an- und ungelerten Produktionsarbeiter/-innen kaum in systematische Weiterbildungsmaßnahmen mit fachlichen Inhalten einbezogen. Die Angebote beschränken sich auf kurze Anpassungsunterweisungen und "partielle Nachqualifizierung" (ZECH 2000, S. 98) im Rahmen von Reorganisationsprojekten (vgl. KUHLMANN u. a. 2004.; ZECH 2000, S. 98 ff., 228 ff.). Die beiden Branchen stellen in dieser Hinsicht also keine Ausnahme dar: Die Teilnahmequoten von Personen ohne Berufsausbildung an beruflicher Weiterbildung stagnieren seit Jahren auf niedrigem Niveau (vgl. KUWAN u. a. 2005). Hauptquelle für die Rekrutierung von Fachkräften in der Metall- und Elektroindustrie ist die eigene Ausbildung in den neu geordneten Elektro- (2003) bzw. Metallberufen (2004). Dabei gibt es Berichte über den Mangel von Fachkräften (Elektriker, Konstrukteure) auf regionalen Arbeitsmärkten (vgl. EQUIB 2004, S. 44).

### Untersuchungsmethode

Bei der Untersuchung der Entwicklung der Qualifikationsanforderungen an „Einfacharbeitsplätzen“ kam ein Mix aus vorwiegend *qualitativen* Methoden zum Einsatz. Im Rahmen eines vom f-bb entwickelten Untersuchungskonzeptes („Kooperatives Analyseverfahren“) werden betriebliche Experten und Praktiker gezielt in die Untersuchung von Qualifikationsanforderungen an den Arbeitsplätzen einbezogen. Das betriebliche Expertenwissen wurde erschlossen durch

- Leitfaden gestützte Experteninterviews mit Personalverantwortlichen,

- Ausbildungs- und Fertigungs- bzw. Produktionsleitern und moderierte Arbeitskreise.

Die Interviews fanden im Rahmen von Fallstudien statt und waren mit einer eingehenden Beobachtung der Arbeitsplätze verbunden. Die dabei erhobenen Informationen und Daten wurden in den moderierten Arbeitskreisen kommunikativ validiert (vgl. GALILÄER 2006).<sup>1</sup>

### Vorläufige Ergebnisse der Untersuchung

Einfache, d. h. in sehr kurzer Zeit erlernbare Arbeit mit elektrotechnischen Inhalten gibt es in den untersuchten Betrieben nur sehr wenige. Beispiele dafür wären die manuelle Bestückung von Platinen (Löten), das Konfektionieren von Kabeln und das Testen von Baugruppen. In gewissem Umfang sind in den besuchten Betrieben noch Frauen als Ungelernte auf Lötarbeitungsplätzen eingesetzt. Ansonsten sind ungelernete Mitarbeiter in diesen Firmen auf einfachen Montagearbeitsplätzen und in peripheren Bereichen (Verpackung, Logistik usw.) zu finden. Angelernte, d. h. Mitarbeiter mit branchenfremder Berufsausbildung, finden sich auf den folgenden Arbeitsplätzen:

- Maschinenbedienung: automatische Leiterplattenbestückung (Surface Mounted Technology, SMT)
- Montage von elektrischen Bauteilen/Baugruppen/Systemen
- Schaltschrankbau/Schaltschrankverdrahtung
- Maschinengestütztes Einziehen von Elektrowickelungen
- Einzug, Bandage und Schaltung von Wickelungen
- Handbestückung von Bauteilen/Lötrevision
- Anschluss und Überwachung von (teil-)automatisierter Prüfung.

Zum Teil werden diese Aufgaben, z. B. Schaltschrankbau/Schaltschrankverdrahtung, Maschinen- und Anlagenverdrahtung, Montage von Bauteilen/Baugruppen/Systemen, auch von einschlägig Qualifizierten, also in einem industriellen Elektroberuf ausgebildeten Fachkräften ausgeführt. Für die befragten Betriebsvertreter, in aller Regel Ausbildungsverantwortliche

und Fertigungsleiter, bedeutet dieser Einsatz eine Unterforderung der 3,5-jährig ausgebildeten Fachkräfte. Sie werden von den Unternehmen stattdessen bevorzugt in den Bereichen Inbetriebnahme, Wartung, Instandhaltung, Reparatur oder Kundenservice eingesetzt. Diese Tätigkeiten nähern sich partiell denen eines Konstrukteurs, Ingenieurs an, etwa bei der Inbetriebnahme von Maschinen und Anlagen, bei der Fehlersuche oder bei Programmieraufgaben. Ein längerer Einsatz in genannten unterfordernden Arbeitsfeldern birgt für die Firmen das Risiko der Abwanderung der Facharbeiter.

In den indirekten Bereichen der Produktion (Anlagensteuerung, Reparatur, Instandhaltung) und in der Endkontrolle sind die Anforderungen an die Facharbeit gestiegen: Gefragt ist vor allem die Anwendung komplexen Fachwissen (z. B. aus der Elektrotechnik und Elektronik) auf spezifische betriebliche Problemstellungen. Dies schließt die Spezialisierung auf bestimmten, jeweils betrieblich relevanten Feldern ein, z. B. Hochfrequenztechnik, Steuerungstechnik usw., und setzt auch ausgeprägte PC-Kenntnisse (Hard- und Software, Bedienung, Programmiersprachen) voraus. In dem Maße, wie Facharbeit auf hochwertige Gewährleistungs- und Servicefunktionen verlagert wird, ist auf Vorarbeiterpositionen, die meist mit Angelernten besetzt sind, ein deutlicher Anstieg der Anforderungen zu beobachten. Sie sind für sichere Prozesse, optimale Auftragsbearbeitung, Einhaltung von Qualitätskriterien und die Behebung kleinerer technischer Störungen verantwortlich. Ein Beispiel dafür ist die Führung und Bedienung von SMT-Bestückungsanlagen.

### Beispiel SMT-Bestückung

Eine SMT-Fertigungslinie besteht aus mehreren, mit einander verketteten Komponenten. Hauptbestandteile sind der Surface mounted device-(SMD)-Drucker, der Bestückautomat und der SMD-Ofen, dazwischen gibt es Magazine, Bänder, Kontroll- und Reparaturplätze. Mit diesen Maschinen werden Leiterplatten mit elektronischen Bauteilen bestückt und verlötet. An die SMD-Bestückung schließt sich in aller Regel die manuelle Nachbestückung an. Hier werden die Bauteile,

die nicht automatisiert bestückt werden können, von Hand verlötet. Bisher sind es Angelernte, die diese Fertigungslinien bedienen, ihnen steht pro Schicht ein Facharbeiter (z. B. Industriemechaniker) vor. Für größere Wartungs- und Reparaturarbeiten wird auf die interne Instandhaltung oder Personal des Herstellers der Maschinen zurückgegriffen. Die Anlernzeit für Bediener in der SMD-Bestückung beträgt sechs Monate bis ein Jahr.

Die Anforderungen an die angelernten Bediener, von denen jeweils einer als Linienführer fungiert, steigen aus unterschiedlichen Gründen:

- Die Firmen sind daran interessiert, Facharbeiterpositionen in diesem Bereich einzusparen. Dies bedeutet, dass Aufgaben der Schichtführer von angelerntem Personal übernommen werden sollen. Dieses Motiv ist insbesondere bei Schichtbetrieb relevant, sodass in der Spät- und Nachtschicht mit weniger Personal kalkuliert werden kann.
- Die Komplexität der Abläufe nimmt unter anderem zu durch die steigende Anzahl der zu fertigenden Baugruppen (Platinen) bei jeweils geringerer Stückzahl. Das macht ein häufiges Umrüsten der Maschinen nötig, verkompliziert die Planung der Auftragsfolge und erhöht die Zahl der möglichen Fehler bei der Bestückung und beim Löten.
- Die Maschinenteknik wird aufwendiger, enthält mehr Elektronik und ist mit EDV-Systemen vernetzt. Das wirkt sich vor allem bei der technischen und prozesstechnischen Problembehebung, also bei Defekten an Maschinen und bei Störungen ihres Zusammenspiels aus. Zudem gibt es eine wachsende Zahl von Bedienungs-, Kontroll- und Programmiermöglichkeiten sowie Programmvarianten, die ein Bediener wenigstens zum Teil kennen und beherrschen muss.
- Das Material (Platinen, Bauteile, Lötmaterial usw.) wird empfindlicher und stellt höhere Anforderungen an das Handling. Ferner gibt es ständig neue, tendenziell kleinere Bauteile bzw. Typen, zum Teil mit neuen Eigenschaften, die sich im

Qualifikationsanforderungen an Bediener von SMD-Bestückungslinien		
Wissen/Kenntnisse	Können	Überfachliche Anforderungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauteilekunde, Verhalten von Bauteilen, Handlung</li> <li>• Kenntnisse Bestückungs- (Siebdruck, SMT, THT) und Lötverfahren (Reflow-, Schwall-Löten)</li> <li>• Funktionsweise der Maschinen (Drucker, Bestückung, SMD-Ofen, automatische Inspektion)</li> <li>• Kenntnisse Leiterplattentechnik</li> <li>• Prozessverständnis (Verwendung der Platinen; Nachbestückung)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feinmotorisches Geschick/Fertigkeiten</li> <li>• Umgang mit Zahlen</li> <li>• PC-Kenntnisse (Softwarebedienung)</li> <li>• Gutes Sehvermögen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstständigkeit</li> <li>• Teamfähigkeit</li> <li>• Flexibilität</li> <li>• Belastbarkeit (mehrere Aufgaben gleichzeitig bewältigen, Stress)</li> <li>• Mitarbeiterführung (als Linienführer)</li> </ul>

Abb. 1: Qualifikationsanforderungen in der SMD-Bestückung

Fertigungsprozess auswirken können.

Die Anforderungen an angelernte Bediener von „Surface mounted“-Fertigungstechnologie (als Schichtführer) sind in Abbildung 1 zusammengefasst.

Zu Anforderungsprofilen aus dem Überschneidungsbereich von Facharbeit und einfacher Arbeit in Elektrobetrieben gehören z. B.

- Montage von Geräten (Springer, Montagekraft)
- Bedienung von Prüfautomaten
- EDV-gestützte Prüfung von Baugruppen und Geräten
- Überwachung manueller Fertigung (manuelle Bestückung)

Im Maschinenbau zählen die Maschinen- und Anlagenmontage und -verdrahtung sowie die Tätigkeiten im Bereich Schaltschrankbau und -verdrahtung zu diesen branchenspezifischen Arbeitsplätzen, die nicht notwendig Facharbeiterniveau voraussetzen.

**Fazit**

In den untersuchten Betrieben bilden die ehemals relativ homogenen Bereiche Facharbeit und Hilfstätigkeiten Überschneidungsbereiche. Durch Automatisierung und den Einsatz von Informations- und Kommunikations-

technologie vereinfachen sich verschiedene Tätigkeiten in der Fertigung und Montage, die bisher eine Domäne der Facharbeit waren. Facharbeiter der Elektroberufe hingegen sind vor allem als Spezialisten gefragt, die in wechselnden Arbeitszusammenhängen technische und serviceorientierte Problemlösungskompetenz beweisen müssen. Ihre Tätigkeit entspricht der anspruchsvollen Ausbildung in den neu geordneten Elektroberufen. Ein Teil der Absolventen beginnt im Anschluss an die Lehre eine Techniker-ausbildung oder ein Ingenieurstudium.

In dem Maße allerdings, wie ausgebildete Elektroniker exklusiv in indirekten Positionen für komplexe Aufgaben zuständig sind, hinterlassen sie eine Lücke, d. h. ein Tätigkeitsfeld, welches mit Ungelernten nicht und mit Angelernten aus Sicht der Betriebe immer weniger befriedigend zu besetzen ist. Denn diese Tätigkeiten basieren u. a. auf elektrotechnischem Grundwissen und entsprechenden Fertigkeiten, Kenntnissen der Metallverarbeitung, der Elektronik und der Messtechnik. Aktuell werden diese Tätigkeiten zum Teil von Gelernten – oft Zeitarbeiter –, zum Teil von Angelernten ausgeführt.

An der Schnittstelle von einfacher Arbeit und Facharbeit entstehen in der untersuchten Branche in gewissen Umfang neue Tätigkeitsbündel und Anforderungsprofile. Als Ursachen da-

für lassen sich technologische und arbeitsorganisatorische Veränderungen in Kombination mit betriebswirtschaftlichen Rationalisierungskalkülen ausmachen. Es sind Tätigkeiten, die Grundlagenwissen in einem oder mehreren Gebieten, handwerkliches Können, Verantwortung und Selbstständigkeit erfordern, ohne dabei das Niveau von Facharbeit zu erreichen. Diese Entwicklung stellt in jedem Fall eine Herausforderung für die betriebliche Personalentwicklung dar. Sollte mit ihr ein Trend über die Untersuchungsbetriebe und die Branche hinaus existieren, wäre auch an Konsequenzen für die berufliche Ausbildung zu denken. Denn immerhin antworteten 56 % der befragten Betriebe mit ‚ja‘ auf die Frage, ob es in ihrem Unternehmen ein Tätigkeitssegment zwischen Anlernertätigkeiten und hochqualifizierter Facharbeit gebe.

### Anmerkungen

<sup>1</sup> Neben diesen qualitativen Erhebungen bestand die Möglichkeit, sich an einer schriftlich-postalischen Befragung von Unternehmen der Metall- und Elektroindustrie in Bayern zu beteiligen, die vom f-bb im Auftrag des Verbandes der bayerischen Metall- und Elektroindustrie durchgeführt wurde. Angeschrieben wurden 725 Betriebe mit mehr als 50 Beschäftigten in Bayern, die Rücklaufquote betrug 19,3 %, das entspricht 140 ausgewerteten Fragebögen.

### Literatur

BULLINGER, HANS-JÖRG/TOMBEIL, ANNE-SOPHIE: FreQueNz – ein Informationsnetz zur Früherkennung von Qualifikationser-

fordernissen. In: BULLINGER, HANS-JÖRG (Hrsg.): Qualifikationen erkennen – Berufe gestalten. Bielefeld: Bertelsmann 2000.

EQUIB (Regionales Monitoring-System Qualifikationsentwicklung): Monitoring Bericht 1/2004. Metall- und Elektroindustrie, Elektrohandwerk u. a. Bremen 2004.

GALILÄER, LUTZ: Die kooperative Analyse von Qualifikationsentwicklungen – das Verfahren zur Früherkennung des f-bb. In: GONON, PHILIPP u. a. (Hrsg.): Kompetenz, Qualifikation und Weiterbildung im Berufsleben. Schriftenreihe der Sektion Berufs- und Wirtschaftspädagogik der DGfE. Opladen: Verlag Barbara Budrich 2006, S. 114-121.

HIERMING, BETTINA u. a.: Stellenbesetzungsprozesse im Bereich „einfacher“ Dienstleistungen. Abschlussbericht einer Studie im Auftrag des BMWA. Bonn: BMWA 2005.

IG METALL: Elektrotechnik/Elektronik Branchenanalyse 2003. Frankfurt/M. 2003a.

IG METALL: Maschinenbau Branchenanalyse 2003. Frankfurt/M. 2003b.

KINKEL, STEFFEN: Anforderungen an die Fertigungstechnik von morgen. Wie verändern sich Variantenzahlen, Losgrößen, Materialeinsatz, Genauigkeitsanforderungen und Produktlebenszyklen tatsächlich? Mitteilungen aus der Produktioninnovationserhebung Nr. 37 v. September 2005. Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung. Karlsruhe 2005.

KUHLMANN, MARTIN/SPERLING, HANS JOACHIM/BALZERT, SONJA: Konzepte innovati-

ver Arbeitspolitik. Good-Practice-Beispiele aus dem Maschinenbau, der Automobil-, Elektro- und Chemischen Industrie. Berlin: Edition Sigma 2004.

KUWAN, HELMUT u. a. (Hrsg.): Berichtssystem Weiterbildung IX. Integrierter Gesamtbericht zur Weiterbildungssituation in Deutschland. Bonn 2006.

SPÖTTL, GEORG/HECKER, OSKAR/HOLM, CLAUDIUS/WINDELBAND, LARS: Dienstleistungsaufgaben sind Facharbeit. Qualifikationsanforderungen für Dienstleistungen des produzierenden Gewerbes. Bielefeld: Bertelsmann 2003.

VDE (Hrsg.): VDE-Ingenieurstudie 2005, Elektro- und Informationstechnik. Frankfurt/M. 2005.

WEIDIG, I./ HOFER, P./ WOLFF, H.: Arbeitslandschaft 2010 nach Tätigkeiten und Tätigkeitsniveau. Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung Nr. 227. Nürnberg: IAB 1999.

ZECH, WILFRIED.: Technische Innovation und betriebliche Arbeitspolitik. Entscheidungen bei modernen Fabrikplanungs- und Realisierungsprozessen. Frankfurt/M. u. a.: Peter Lang 2000.

ZELLER, BEATE/ GALILÄER, LUTZ/ RICHTER, ROLF/ DAUSER, DOMINIQUE: Das Prozessmodell betrieblicher Anforderungen – Einblicke in die betriebliche Praxis. In: LOEBE, HERBERT/ SEVERING, ECKART (Hrsg.): Die Zukunft der einfachen Arbeit. Von der Hilfstätigkeit zur Prozessdienstleistung. Reihe „Wirtschaft und Weiterbildung“ des Forschungsinstituts Betriebliche Bildung (f-bb), Band 31. Bielefeld: Bertelsmann 2004, S. 31-50.

## 8. Bundesweite Fachtagung Versorgungstechnik am 15. und 16. November 2007 in Kassel

Unter dem Motto „SHK-Ausbildung“ – auf die Zukunft vorbereiten! Eindrücke, Erfahrungen und Ergebnisse der Neuordnung“ wird die 8. Bundesweite Fachtagung Versorgungstechnik am 15. und 16. November 2007 vom Arbeitskreis Versorgungstechnik in Zusammenarbeit mit den Werkstattelehrertagungen Nord und Süd und dem ZVSHK organisiert.

Erstmalig wird im Rahmen der Fachtagung eine „Ausbildungstournee“ angeboten. Die Ausbildungstournee will den Teilnehmern Gelegenheit zum Kennenlernen der Lernfelder der Berufsschulen und von HPI-begutachteten Kursen der überbetrieblichen Ausbildungsstätten bieten.

Die Teilnahmegebühren für die Fachtagung betragen 60,00 EUR.

Anmeldungsunterlagen und nähere Informationen zum Programm sind unter [www.akvt.de/fachtagung](http://www.akvt.de/fachtagung) nachzulesen.

Fachgebiet Technikdidaktik im Institut für Berufsbildung an der Universität Kassel:

## Lernmaterialien für die Berufsausbildung von Elektronikern

Im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Referat Energieeffizienz, wurden von Mitarbeitern des Fachgebiets Technikdidaktik im Institut für Berufsbildung an der Universität Kassel für die neuen Ausbildungsberufe „Elektroniker für Betriebstechnik“ (Industrie) und „Elektroniker der Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik“ (Handwerk) Lernmaterialien entwickelt. Die Lernmaterialien orientieren sich an dem Lernfeld 9 „Gebäudetechnische Anlagen ausführen und in Betrieb nehmen“. Die neuen lernfeldstrukturierten Rahmenlehrpläne sollen mit dazu beitragen, dass sich die Ausbildung verstärkt an ganzheitlichen Arbeits- und Geschäftsprozessen orientiert und die Auszubildenden zur Mitgestaltung von Arbeitswelt und Gesellschaft in ökologischer und sozialer Verantwortung befähigt. Im Sinne der Intentionen des Lernfeldkonzeptes steht im Mittelpunkt des Lernfeldes 9 die Bearbeitung von Kundenaufträgen für elektrische Anlagen der Gebäudetechnik. Entlang des Prozesses der Bearbeitung eines Kundenauftrages wird das Lernen entsprechend einer vollständigen Handlung organisiert. Die Auszubildenden sollen Aufträge analysieren, ihre Arbeit planen, die Anlagen projektieren, errichten, in Betrieb nehmen und den Nutzer einweisen. Dabei sollen sie ihre Entscheidungen auf Durchführbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit überprüfen. Für das Lernfeld wurden folgende Lernsituationen entwickelt:

Lernsituation 1: »Energieeffiziente Modernisierung der Beleuchtungsanlage in einer Sporthalle«

Lernsituation 2: »Energieeffiziente Steuerung und Überwachung der gebäudetechnischen Systeme eines Hallenbades«

Zu jeder Lernsituation wurde eine LERN-CD erstellt, auf der sich die wesentlichen Materialien für die Bearbeitung der Aufträge befinden. Die Materialien können als E-Learning-Version



Didaktische Handreichungen und LERN-CDs

aber auch als Druck-Version oder in kombinierter Form genutzt werden.

Die LERN-CDs sind selbststartend und ihre Steuerungsoberfläche wurde mit der Autorensoftware *Mediator* erstellt. Über die Oberfläche können der „virtuelle Rundgang“ durch das Auftragsobjekt gestartet und die Lernaufgaben aufgerufen werden. Von den Lernaufgaben aus gelangt man zu den Arbeitsblättern und Informationsblättern, mit denen die Schüler relativ selbstständig in Gruppen die Lernaufgaben bearbeiten können. Der virtuelle Rundgang durch das Auftragsobjekt soll den Auszubildenden eine realistische Vorstellung von den Bedingungen vor Ort ermöglichen. Alle für die Auftragsbearbeitung notwendigen Daten sollen durch die Auszubildenden mithilfe dieses Rundgangs ermittelt werden.

In den didaktischen Handreichungen auf der Lehrer-CD werden neben allgemeinen Grundsätzen zur Gestaltung

und Durchführung der Lernsituationen zu jeder Lernaufgabe ein möglicher Verlauf in tabellarischer Form mit Angaben über die einzelnen Lernschritte, die Lehr-Lern-Aktivitäten, didaktische Hinweise, erforderliche Materialien und die angedachte Lernzeit dargestellt. Des Weiteren werden konkrete Durchführungsvoraussetzungen und Lösungshinweise für die einzelnen Lernaufgaben bereitgestellt. Außerdem befinden sich auf der Lehrer-CD die kompletten Lernmaterialien der Schüler in bearbeitbaren Formaten, sodass sie den jeweiligen Bedürfnissen und Vorstellungen angepasst werden können.

Die beiden Lernsituationen wurden in mehreren Berufsschulklassen an folgenden beruflichen Schulen erprobt:

- Oskar-von-Miller-Schule, Kassel
- Johann-Philipp-Reis-Schule, Friedberg
- Werner-von-Siemens-Schule, Frankfurt a.M.

In allen drei Schulen wurde die „PC-Variante“ gewählt, d.h. die Auszubildenden bekamen die LERN-CDs und haben die Lernaufgaben weitgehend am PC bearbeitet. Für die Sicherung der Ergebnisse konnten die Auszubildenden an diesen Schulen ihren eigenen Account auf den Schulservern nutzen. Insgesamt wurde geäußert, dass sowohl den Auszubildenden wie auch den Lehrenden selbst, die durch

die LERN-CD geforderte Arbeitsweise und die realistischen Aufgabenstellungen gefallen haben. Die Auszubildenden konnten dadurch weitgehend selbstständig und in der Regel motiviert arbeiten. Die Aufgabenbearbeitung mithilfe des PC hat zusätzlich dazu beigetragen, dass die Motivation gesteigert werden konnte.

Die erstellten Materialien stehen zum Download bereit unter:

[www.energie-und-schule.hessen.de](http://www.energie-und-schule.hessen.de)

Die CDs können auch zum Selbstkostenpreis bestellt werden:

[vertrieb@bbw-nordhessen.de](mailto:vertrieb@bbw-nordhessen.de)

Berufsbildungswerk Nordhessen,  
Mengeringhäuser Straße 3, 34554  
Bad Arolsen

*Wolfgang Kirchhoff*

---

*Reinhold Nickolaus*

### **Didaktik-Modelle und Konzepte beruflicher Bildung**

Baltmannsweiler: Schneider Verlag  
Hohengehren 2006, ISBN-3: 8340-3-0090-6, 152 Seiten, 12,00 Euro

Das Buch ist als dritter Band der Studentexte – Basiscurriculum Berufs- und Wirtschaftspädagogik – konzipiert. Um begründetes pädagogisches Handeln zu ermöglichen, müssen für eigene Lehr- Lernprozesse didaktische Theorien herangezogen werden. Der Autor stellt zur Planung und Analyse konkreter eigener Gestaltungsversuche der Lehrkräfte als Orientierungshilfen verschiedene didaktische Modelle und Konzepte vor.

Gegliedert ist das Werk in sieben Kapitel:

1. Hinführung zum Thema: Der Zweck didaktischer Theorie
2. Erste Orientierung im Gegenstandsfeld
3. Didaktische Modelle und Konzepte im Überblick
4. Ausgewählte Modelle und Konzepte und ihre Orientierungsleistung
5. Modell- und konzeptübergreifende Aspekte didaktischer Gestaltungsprozesse

6. Orientierungshilfe der didaktischen Modelle, Konzepte und Partialtheorien im Überblick

7. Hinweise zur Bearbeitung der Aufgaben

Die einzelnen Kapitel sind in diverse Subordinaten untergliedert. Die Texte werden durch Abbildungen aufgebrochen und durch Aufgaben zur Reflektion des Gelesenen am Ende der einzelnen Abschnitte ergänzt. Das Glossar hilft dem Studierenden zur begrifflichen Klärung und das umfangreiche Literaturverzeichnis und Stichwortverzeichnis sind nützlich für die vertiefte Beschäftigung mit dem Gelesenen.

Das vorliegende Lehrbuch soll der ersten Orientierung im komplexen Feld der didaktischen Literatur zur Gestaltung von Lern-Lehrprozessen helfen und die praktische Bedeutsamkeit theoretischer Aussagesysteme für das pädagogische Handeln erschließen. Hierzu wird im dritten Kapitel zuerst eine Übersicht zu Theorien und Modellen sowohl allgemeiner als auch beruflicher Didaktik geschaffen, von der ausgehend im folgenden Kapitel einige ausgewählte Modelle und Konzepte vorgestellt werden. Wie auch der Autor selbst bemerkt, beinhaltet eine solche Auswahl aber auch das Auslassen einiger Ansätze, die der daran Interessierte sich an anderer Stelle erarbeiten muss. Insgesamt sind die in der Auswahl vorgestellten Modelle und Konzepte umfangreich

und gut verständlich erläutert. Zudem wird bei einigen Konzepten auf die Weiterentwicklung der Ansätze hingewiesen. Ausgehend von der Vorstellung eines Modells oder Konzeptes wird neben dem Aufgabenteil auch in den meisten Fällen mittels eines Kommentars oder einer Kritik am Konzept das Augenmerk des Lesers auf genauere zu untersuchende Punkte bei der eigenen Umsetzung gelenkt, also auf die Orientierungsleistung verwiesen. Allerdings hätte man sich hierbei der Übersichtlichkeit zuliebe vielleicht eine systematischere, bei allen Modellen und Konzepten ähnlichen Aufbau hinsichtlich dieser Unterpunkte gewünscht. Die vorgestellten Modelle und Konzepte werden im Anschluss durch ausgewählte, allgemein übertragbare empirische Befunde zur Kompetenz- und Motivationsentwicklung und den pädagogischen Interaktionen in Lehr-Lernarrangements ergänzt und angereichert. Besonders hilfreich für die eigene Gestaltung von Lehr-Lernprozesse sind im sechsten Kapitel beschriebenen Orientierungshilfen zu den einzelnen Konzepten.

Insgesamt liegt mit dem von Reinhold Nickolaus vorgelegten Band zur Didaktik ein Studentext vor, durch den ein rascher Überblick über die Thematik ermöglicht wird, mit dem gut gearbeitet werden kann, und der für Studierende und andere Berufsbildungsexperten empfehlenswert ist.

*Ulrike Lange*

## Verzeichnis der Autorinnen und Autoren

### Adolph, Gottfried

Prof. Dr. em., Hochschullehrer  
Schwefelstr. 22.  
51427 Bergisch-Gladbach  
Telefon: (02204) 62773  
E-Mail: gottfried.adolph@t-online.de

### Becker, Ulrich

Berufsschullehrer  
Werner-von-Siemens-Schule  
Gutleutstraße 333-335,  
60327 Frankfurt/Main  
Telefon: (069) 212 40 100  
E-Mail: ulrichbecker@t-online.de

### Berben, Thomas

Dipl.-Ing., Berufsschullehrer,  
Staatliche Gewerbeschule Installationstechnik (G2) und Staatliche Gewerbeschule Energietechnik (G10),  
Museumstraße 19, 22765 Hamburg,  
Telefon: (040) 42811-1740,  
E-Mail: berben@g10.de

### Galiläer, Lutz

Dr., wissenschaftlicher Mitarbeiter,  
Forschungsinstitut betriebliche Bildung gGmbH (f-bb),  
Obere Turnstraße 8, 90429 Nürnberg,  
Telefon: (911) 27779 67,  
E-Mail: galilaer.lutz@f-bb.de

### Herkner, Volkmar

Dr., Technische Universität Dresden,  
Fakultät Erziehungswissenschaften,  
Institut Berufliche Fachrichtungen (IBF), 01062 Dresden,  
Telefon: (0351) 46337847,  
E-Mail: volkmar.herkner@mailbox.tu-dresden.de

### Jiritschka, Manfred

Berufsschullehrer,  
Staatliche Gewerbeschule Metalltechnik mit Technischem Gymnasium (G17),  
Dratelnstraße 24, 21109 Hamburg,  
Telefon: (040) 42879-321,  
E-Mail: g17@bbs.hamburg.de

### Kirchhoff, Wolfgang

StR, Dipl.-Ing. (FH),  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der  
Universität Kassel,  
Institut für Berufsbildung, Technikdidaktik,  
Heinrich-Plett-Straße 40,  
34109 Kassel,  
Telefon: (0561) 804 4133,  
E-Mail: w.kirchhoff@uni-kassel.de,

### Krämer, Franz

Berufsschullehrer, Nicolaus-August-Otto-Berufskolleg Köln,  
Eitorfer Str. 16, 50679 Köln.,  
E-Mail: franz.kraemer@gmx.net

### Lange, Ulrike

Dipl.-Ing., Wissenschaftliche Hilfskraft  
an der TU Dresden, Fakultät Erziehungswissenschaften;  
Institut für Berufliche Fachrichtungen (IBF)  
01062 Dresden  
E-mail: ul\_lange@web.de

### Pahl, Jörg-Peter

Prof. Dr. Hochschullehrer, Technische Universität Dresden,  
Institut Berufliche Fachrichtungen (IBF)  
01062 Dresden  
Telefon: (0351) 4633-7847  
E-Mail: pahl@rcs.urz.tu-dresden.de

### Pahl, Maïke-Svenja

Dipl.-Ing., Studienrätin  
Gewerbeschule Installationstechnik (G2) in Hamburg,  
Bundesstraße 58,  
20146 Hamburg  
Tel.: 040-428958-0  
E-Mail: msbp@gmx.net

### Schwenger, Ulrich

Dipl.-Ing., Oberstudiendirektor,  
Leiter des Nicolaus-August-Otto-Berufskollegs Köln  
Eitorfer Str. 16, 50679 Köln.  
Tel.: (0221) 221 91141  
E-Mail: schwenger@schulen-koeln.de

### Stammer, Roland

StR, Berufsschullehrer, Staatliche Gewerbeschule Metalltechnik mit Technischem Gymnasium (G17)  
Dratelnstraße 24, 21109 Hamburg  
Telefon: (040) 42879-321  
E-Mail: g17@bbs.hamburg.de

### Vollmer, Thomas

Prof. Dr., Universität Hamburg, Institut für Berufs- und Wirtschaftspädagogik,  
Didaktik der beruflichen Fachrichtungen Elektrotechnik und Metalltechnik,  
Sedanstraße 19, 20146 Hamburg  
Telefon: (040) 42838-3740  
E-Mail: vollmer@ibw.uni-hamburg.de

### Wende, Ralf

Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Forschungsinstitut Betriebliche Bildung (f-bb) gGmbH,  
Obere Turnstr. 8, 90429 Nürnberg,  
Telefon: (0911) 27779-91,  
E-Mail: wende.ralf@f-bb.de

### Wichmann, Hildegard

Berufsschullehrerin (Studienrätin),  
Zweiradmechanikerin  
Nicolaus-August-Otto-Berufskolleg Köln,  
Eitorfer Str. 16, 50679 Köln.  
Tel.: (0221) 221 91130  
E-Mail:  
h.wichmann@schulen-koeln.de

### Ständiger Hinweis

#### Bundesarbeitsgemeinschaft Elektrotechnik-Informatik und Metalltechnik

Alle Mitglieder der BAG Elektrotechnik-Informatik und der BAG Metalltechnik müssen eine Einzugsermächtigung erteilen oder zum Beginn eines jeden Kalenderjahres den Jahresbeitrag (zur Zeit 27,- EUR eingeschlossen alle Kosten für den verbilligten Bezug der Zeitschrift *lernen & lehren*) überweisen. Austritte aus der BAG Elektrotechnik-Informatik bzw. der BAG Metalltechnik sind nur zum Ende eines Kalenderjahres möglich und müssen drei Monate zuvor schriftlich mitgeteilt werden.

Die Anschrift der Geschäftsstelle der Bundesarbeitsgemeinschaft Elektrotechnik-Informatik lautet:

BAG Elektrotechnik-Informatik

Geschäftsstelle, z. H. Herrn A. Willi Petersen

c/o biat – Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik

Auf dem Campus 1

24943 Flensburg

Tel.: 0461 / 805 2155

Fax: 0461 / 805 2151

Konto-Nr. 7224025,

Kreissparkasse Süd-Holstein (BLZ 230 510 30).

Die Anschrift der Geschäftsstelle der Bundesarbeitsgemeinschaft Metalltechnik lautet:

BAG Metalltechnik

Geschäftsstelle, z. H. Herrn Michael Sander

c/o Forschungsgruppe Praxisnahe Berufsbildung (FPB)

Wilhelm-Herbst-Str. 7

28359 Bremen

Tel.: 0421 / 218 4924

Fax: 0421 / 218 4624

Konto-Nr. 10045201,

Kreissparkasse Verden (BLZ 291 526 70).

### Beitrittserklärung

Ich bitte um Aufnahme in die Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung

Elektrotechnik-Informatik e. V. bzw.  Metalltechnik e. V.

Der jährliche Mitgliedsbeitrag beträgt z. Z. 27,- EUR. Auszubildende, Referendare und Studenten zahlen z. Z. 15,- EUR gegen Vorlage eines jährlichen Nachweises über ihren gegenwärtigen Status. Der Mitgliedsbeitrag wird grundsätzlich per Bankeinzug abgerufen. Mit der Aufnahme in die BAG beziehe ich kostenlos die Zeitschrift *lernen & lehren*.

Name: .....Vorname: .....

Anschrift: .....

E-mail: .....

Datum: .....Unterschrift: .....

Ermächtigung zum Einzug des Beitrages mittels Lastschrift:

Kreditinstitut: .....

Bankleitzahl: .....Girokonto-Nr.: .....

Weist mein Konto die erforderliche Deckung nicht auf, besteht für das kontoführende Kreditinstitut keine Verpflichtung zur Einlösung.

Datum: .....Unterschrift: .....

Garantie: Diese Beitrittserklärung kann innerhalb von 10 Tagen schriftlich bei der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik-Informatik e. V. bzw. der Fachrichtung Metalltechnik e. V. widerrufen werden. Zur Wahrung der Widerrufsfrist genügt die Absendung innerhalb dieser 10 Tage (Poststempel). Die Kenntnisnahme dieses Hinweises bestätige ich durch meine Unterschrift.

Datum: .....Unterschrift: .....

Bitte absenden an:

**BAG Elektrotechnik-Informatik e. V.**, Geschäftsstelle:  
biat – Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik, z. H. Herrn  
A. Willi Petersen, Auf dem Campus 1, 24943 Flensburg.

**BAG Metalltechnik e. V.**, Geschäftsstelle:  
Forschungsgruppe Praxisnahe Berufsbildung (FPB), z. H.  
Herrn Michael Sander, Wilhelm-Herbst-Str. 7, 28359 Bremen.



---

# **lernen & lehren**

## **Eine Zeitschrift für alle, die in**

Betrieblicher Ausbildung,  
Berufsbildender Schule,  
Hochschule und Erwachsenenbildung sowie  
Verwaltung und Gewerkschaften  
in den Berufsfeldern Elektrotechnik-Informatik und Metalltechnik tätig sind.

### **Inhalte:**

- Ausbildung und Unterricht an konkreten Beispielen
- Technische, soziale und bildungspolitische Fragen beruflicher Bildung
- Besprechung aktueller Literatur
- Innovationen in Technik-Ausbildung und Technik-Unterricht

---

lernen & lehren erscheint vierteljährlich, Bezugspreis EUR 25,56 (4 Hefte) zuzüglich EUR 5,12 Versandkosten (Einzelheft EUR 7,68).

Von den Abonnenten der Zeitschrift lernen & lehren haben sich allein über 600 in der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik-Informatik e. V. sowie in der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Metalltechnik e. V. zusammengeschlossen. Auch Sie können Mitglied in einer der Bundesarbeitsgemeinschaften werden. Sie erhalten dann lernen & lehren zum ermäßigten Bezugspreis. Mit der beigefügten Beitrittserklärung können Sie lernen & lehren bestellen und Mitglied in einer der Bundesarbeitsgemeinschaften werden.

---

### **Folgende Hefte sind noch erhältlich:**

- |   |   |  |
|---|---|--|
| 58: Lernfelder in technisch-gewerblichen Ausbildungsberufen | 67: Berufsbildung im Elektrohandwerk                      | 77: Digitale Fabrik                                  |
| 59: Auf dem Weg zu dem Berufsfeld Elektrotechnik/Informatik | 68: Berufsbildung für den informatisierten Arbeitsprozess | 78: Kompetenzerfassung und -prüfung                  |
| 60: Qualifizierung in der Recycling- und Entsorgungsbranche | 69: Virtuelles Projektmanagement                          | 79: Ausbildung von Berufspädagogen                   |
| 61: Lernfelder und Ausbildungsreform                        | 70: Modellversuchsprogramm „Neue Lernkonzepte“            | 80: Geschäftsprozessorientierung                     |
| 62: Arbeitsprozesswissen – Lernfelder – Fachdidaktik        | 71: Neuordnung der Elektroberufe                          | 81: Brennstoffzelle in beruflichen Anwendungsfeldern |
| 63: Rapid Prototyping                                       | 72: Alternative Energien                                  | 82: Qualität in der beruflichen Bildung              |
| 64: Arbeitsprozesse und Lernfelder                          | 73: Neue Technologien und Unterricht                      | 83: Medientechnik und berufliches Lernen             |
| 65: Kfz-Service und Neuordnung der Kfz-Berufe               | 74: Umsetzung des Lernfeldkonzeptes in den neuen Berufen  | 84: Selbstgesteuertes Lernen und Medien              |
| 66: Dienstleistung und Kundenorientierung                   | 75: Neuordnung der Metallberufe                           | 85: Die gestreckte Abschlussprüfung                  |
|   | 76: Neue Konzepte betrieblichen Lernens                   |  |

Bezug über:  
Heckner Druck- und Verlagsgesellschaft GmbH  
Postfach 1559, 38285 Wolfenbüttel  
Telefon (05331) 80 08 40, Fax (05331) 80 08 58

---

Von Heft 16: „Neuordnung im Handwerk“ bis Heft 56: „Gestaltungsorientierung“ ist noch eine Vielzahl von Heften erhältlich. Informationen über: Donat Verlag, Borgfelder Heerstraße 29, 28357 Bremen, Telefon (0421) 27 48 86, Fax (0421) 27 51 06