

lernen & lehren

Elektrotechnik/Metaltechnik

**Vierteljahresschrift der Bundesarbeitsgemeinschaften
Elektrotechnik und Metaltechnik**

Heft 62 • 16. Jahrgang • 2001

Schwerpunktthema:

Arbeitsprozesswissen - Lernfelder - Fachdidaktik

Veit Steinkamp
**Grundlagen der Elektrotechnik
für Mechatroniker**

Peter Gerds
**Arbeitsprozesswissen
und Fachdidaktik**

Siegfried Dagenbach
**Wir gehen neue Wege in der
Ausbildung**

Jens Klüver/Gert Milevczik
**Eine arbeitsprozessorientierte Kon-
kretisierung des Lernfeldkonzepts**



Heckner Druck- und Verlagsgesellschaft GmbH • Wolfenbüttel

lernen & lehren

Elektrotechnik/Metaltechnik

Inhaltsverzeichnis

Kommentar <i>Gottfried Adolph</i>	50	Rezensionen, Hinweise, Mitteilungen	
Editorial <i>Georg Spöttl</i>	52	Automobilkaufmann, Automobilkauffrau. Das 1. Jahr im Autohaus <i>Matthias Becker</i>	87
Schwerpunktthema: Arbeitsprozesswissen - Lernfelder - Fachdidaktik		Prüfungsbuch für IT-Berufe <i>Knut Behnemann</i>	88
Das Arbeitsprozesswissen erfahrener Facharbeiter beim Einschaben von ebenen Flächen höchster Qualität im Werkzeugmaschinenbau <i>Peter Gerds</i>	53	Berufliche Fachdidaktik im Wandel - Beiträge zur Standortbestimmung der Fachdidaktik Bautechnik <i>Matthias Becker</i>	88
Grundlagen der Elektrotechnik für Mechatroniker <i>Veit Steinkamp</i>	60	Lernfeldorientierung in Theorie und Praxis <i>Reinhard Malek</i>	89
Forum		Nachrichten	93
Arbeitsprozesswissen und Fachdidaktik <i>Peter Gerds</i>	70	Expert Praxislexikon EDV-Abkürzungen <i>Oliver Rosenbaum</i>	94
Praxisbeiträge		Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik <i>Matthias Becker</i>	94
Wir gehen neue Wege in der Ausbildung - Lerninsel Montage <i>Siegfried Dagenbach</i>	78	BAG-Tagungsankündigung	95
Modularisierte Ausbildung von Elektroinstallateuren - Eine arbeitsprozessorientierte Konkretisierung des Lernfeldkonzepts <i>Jens Klüver/Gert Milevczik</i>	84	Ständiger Hinweis/Beitrittserklärung	96
		Autorenverzeichnis	

Impressum

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

Herausgeber: Gottfried Adolph (Köln), Klaus Jenewein (Karlsruhe), Manfred Marwede (Kiel),
Jörg-Peter Pahl (Dresden), Felix Rauner (Bremen)

Schriftleitung: Georg Spöttl (Flensburg), Bernd Vermehr (Hamburg)

Hilfsbetreuer: Georg Spöttl

Redaktion: lernen & lehren

o/o Bernd Vermehr	o/o Georg Spöttl
Achter Lüttmoor 28	blat - Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik
22559 Hamburg	Münkeoft 3, 24937 Flensburg
Tel.: 040 / 81 86 46	Tel.: 0461 / 141 35 10
E-mail: BVermehr@aol.com	E-mail: spoettl@blat.uni-flensburg.de

Das Bild auf dem Umschlag zeigt ein Auszubildenden-Team bei John Deere, Mannheim

Alle schriftlichen Beiträge und Leserbriefe bitte an die obenstehende Adresse.

Gestaltung und Layout: Egbert Kluitmann

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

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

Wolfenbüttel 2001

ISSN 0940-7440

62

Schwerpunkt:

Arbeitsprozesswissen - Lernfelder - Fachdidaktik

62

Gottfried Adolph

Der Mechanismus der Verdummung

Gegenstand meiner folgenden Ausführungen sind kommunikative Lehr-Lern-Situationen. Sie sind gekennzeichnet durch eine Person, die einer anderen oder mehreren anderen auf der Verständnisebene etwas dauerhaft vermitteln möchte.

Ich behaupte, dass es in solchen Situationen einen Mechanismus gibt, der, ist er in Gang gesetzt, Verdummung bewirkt. Dieser Mechanismus bleibt in der Regel den Beteiligten unbemerkt.

Wir müssen zwischen äußeren und inneren Strukturen von Lehr-Lern-Situationen unterscheiden. Inhaltliches und Methodisches gehören zur äußeren Struktur. Das, was sich in den „Köpfen ereignet“, gehört zur inneren Struktur.

Mein Thema befasst sich mit einem Sachverhalt der inneren Struktur.

Das, was jetzt hier stattfindet, ist eine Lehr-Lern-Situation. Ihre äußere Form ist die Darbietung. Ich trage das Meinige vor und wenn es gut geht, hören Sie mir dabei zu und machen das Ihrige daraus.

Aber, was heißt das, Sie hören mir zu? Hören Sie so zu, wie Sie einem Musikstück lauschen? Ganz gewiss nicht. Denn Sie wissen, dass ich erwarte, dass Sie das, was ich sage, nicht nur genießen, sondern dass Sie sich bemühen, es zu verstehen. Aber was heißt das, Sie bemühen sich zu verstehen? Wenn wir jetzt über diese Frage diskutieren würden, würden Sie schnell erkennen, dass diese Frage ein Feld von Problemen aufdeckt.

Was geschieht in Ihrem Kopf, wenn Sie mir aufmerksam zuhören und versuchen, das Gesagte zu begreifen? Lassen Sie das Gesagte einfach in sich hineinfließen oder tun Sie das Ihrige hinzu? In der pädagogischen Praxis, besonders im Bereich der Hochschulen, ist die Behältervorstellung wirksam. Nach diesem Modell

glaubt man, dass beim Lehren Wissen von einem Behälter in den anderen Behälter fließt. Damit dabei nichts daneben geht, müssen die Zuhörenden ganz still halten. Dass die Realität ganz anders ist, möchte ich Ihnen jetzt demonstrieren.

Dazu erzähle ich Ihnen eine Geschichte, die aus vier kurzen Sätzen besteht.

„Heinz ist auf dem Weg zur Schule. Er ist so in sich versunken, dass er von allem, was um ihn herum geschieht, nichts wahrnimmt. Seine Gedanken kreisen um ein Thema: die bevorstehende Mathearbeit. Bald wäre er bei Rot über eine Ampel gelaufen...“

Haben Sie die kleine Geschichte nur in sich aufgenommen, oder haben Sie sie verstanden. Sie werden fragen, was ist der Unterschied?

Gehen wir die Geschichte noch einmal durch. „Heinz ist auf dem Weg zur Schule.“ Dieser Satz erweckt eine innere Vorstellung. Es ist wahrscheinlich Morgen und der Schüler Heinz eilt zur Schule. „Heinz ist so in sich versunken, dass er von allem, was um ihn herum geschieht, nichts wahrnimmt.“ Dieser Satz verlangt nach einer Erklärung. Er provoziert eine Warum-Frage. Es muss einen Grund für das Versunkensein geben. Diesen Grund liefert der nächste Satz. „Na klar“, so denken Sie wahrscheinlich „Heinz macht sich Sorgen wegen der bevorstehenden Mathe-Arbeit. Schüler machen sich in der Regel Sorgen vor einer Mathearbeit.“

Sie haben aus den vier Sätzen einen Verstehenskontext gebildet: „Der Schüler Heinz sieht und hört nichts auf dem Weg zu seiner Schule, weil er Bammel vor der Mathearbeit hat.“

Sie haben sich das von mir Vorgetragene in Ihrem Kopf zu einer Ihnen verständlichen Geschichte gemacht. Dabei haben Sie Dinge hinzugefügt, die der gesprochene Text selbst nicht auf-

weist. Wieso ist z. B. Heinz Schüler? Wieso macht er sich Sorgen um die Mathearbeit? Kann Heinz nicht auch ein Lehrer sein, der dabei ist, eine Mathematikarbeit zu planen?

Um das, um was es mir jetzt geht, noch deutlicher hervorspringen zu lassen, bitte ich Sie, sich einmal vorzustellen, was jemand mit dieser Geschichte anstellen würde, der aus einem völlig anderen Kulturkreis käme, in dem es weder Schule, noch Mathematik, noch Klassenarbeiten gibt.

Worauf es mir ankommt ist, deutlich zu machen, dass Verstehen ein Prozess ist, in dem von außen „Hereinkommendes“ so umgewandelt wird, bis es in den eigenen Wahrnehmung-, Vorstellungs- und Deutungshorizont passt. Verstehendes, denkendes Aufnehmen ist also aktives, umwandelndes Tun. Piaget nannte diesen Prozess Assimilation.

Der Gehirnforscher GERHARD ROTH (Impulse 2/2000, Uni Bremen) sagt zu diesem Sachverhalt: „Wenn ich zu jemandem spreche, will ich nicht Schalldruckwellen übertragen, sondern Bedeutungen vermitteln. Deshalb reden wir von Kommunikation als Informationsübertragung und nicht als Austausch von Schalldruckwellen oder Druckzeichen. Dies ist jedoch ein Missverständnis. Die Bedeutung des Gesagten existiert ausschließlich in den Gehirnen der Kommunikationspartner; was sie austauschen, sind tatsächlich nur Schalldruckwellen. Bedeutung kann grundsätzlich nicht übertragen werden. Die beim Sprechen erzeugten Schalldruckwellen werden im Innenrohr des Zuhörers in neuronale Signale umgewandelt. Diese werden in verschiedenen Stationen des Gehirns analysiert, ohne dass wir davon etwas merken, bevor sie in die Großhirnrinde dringen und schließlich bewusst werden.“

Die das praktische pädagogische Tun häufig bestimmende Vorstellung, dass

wir alle in einer gemeinsamen Welt leben und Erfahrungen, die wir in dieser uns allen gemeinsamen Welt machen, miteinander austauschen können, ist offensichtlich naiv. Es gibt so viele Welten wie es Köpfe gibt. Der Biologe Uexküll sprach davon, dass alle unterschiedlichen Lebewesen ihre eigene Merk- und Wirkwelt haben. Schon als sehr junger Lehrer habe ich diese Begriffe in mein Denken übernommen. Der Anlass dazu war, dass ich Elektroinstallateure unterrichten musste und unüberwindbare Schwierigkeiten hatte, ihnen einfachste algebraische Fertigkeiten zu vermitteln. Dieser Sachverhalt hatte nicht nur zu Folge, dass ich erkannte, dass ich das meiste „Mathematische“ selbst nicht kapiert hatte. Es machte mich auch sensibel für die Art und Weise, wie meine Schüler dachten. Viele Schüler waren Anhänger des 1.FC Köln (Jungs us de Südkurv). Eines Tages fiel mir auf, wie selbstverständlich sie mit den in den Zeitungen abgedruckten Tabellen umgehen konnten und wie viel Mathematisch-Logisches diesen Tabellen und dem verstehenden Umgang mit ihnen zu Grunde liegt. Vom Mathematisch-Logischen her gesehen ist das alles viel komplizierter als die paar albernen Gleichungen, mit denen wir es in der einfachen Elektrotechnik zu tun haben. Mir wurde dabei allmählich klar, wie absurd die Behauptung war, dass die Elektroinstallateure Schwierigkeiten hätten, logisch und abstrakt zu denken.

Wie „logisch“ das vermeintlich unlogische Denken ist, möchte ich an einem Beispiel aus der Literatur verdeutlichen. Der griechische Schriftsteller KASANTSAKIS (Alexis Sorbas) erinnert sich in seinen Lebenserinnerungen an seinen ersten Lehrer. Dieser hatte die Angewohnheit, sein unterrichtliches Tun ständig mit dem Satz: „Die neue Pädagogik hat mir gesagt“ zu begründen. „Wer ist die neue Pädagogik?“, fragte sich der kleine Kasantsakis. Diese Frage konnte er nur aus seinem eigenen Verständnishorizont heraus beantworten. Der Lehrer war so wie sein Vater. „Wer konnte seinem Vater sagen, was er zu tun und zu lassen hätte?“ Das konnte nur eine, nämlich seine Mutter. Also, so schloss der kleine Kasantsakis messerscharf: Die

neue Pädagogik ist die Frau des Lehrers.

Niemand wird die präzise Logik des kasantsakischen Denkens abstreiten können. Aber hätte sein Lehrer das auch so empfunden, wenn er dahinter gekommen wäre, was der kleine Kasantsakis sich da zusammengereimt (assimiliert) hatte? In der Beantwortung dieser Frage liegt das verborgene, was ich den Mechanismus der Verdummung nenne. Er tritt in Erscheinung, wenn unterschiedliche Bedeutungswelten, Merk- und Wirkwelten, Wahrnehmungs- und Denkhorizonte in einer hierarchisch geprägten Beziehung aufeinander treffen.

ROTH (a.a.O.) sagt dazu: „Wenn ich Argumente vorbringe, nehme ich sie aus meinem Kontext heraus, in dem sie maximalen Sinn ergeben. Sie dringen beim Partner in einen wahrscheinlich ganz anderen Kontext, mit keinem oder einem anderen Sinn. Man kann sich diesen Vorgang als Resonanz vorstellen, wie eine Glasscheibe, die bei einem bestimmten Ton klirrt, bei anderen nicht. Kommunikation ist wechselseitige Konstruktion von Bedeutung zwischen zwei oder mehr Partnern. Sie funktioniert in dem Maße, in dem in den Gehirnen der Partner dieselben oder ähnliche Erfahrungskontexte, konsensuelle Bereiche vorherrschen.“

Und wenn eine solche Kommunikation nicht gelingt, weil die Kommunikationspartner aus einem jeweils anderen Sinnkontext heraus argumentieren? Dann kann Verdummung die Folge sein. Dazu wieder ein konkretes Beispiel: Beim Spaziergang mit meinem Hund treffe ich auf eine Gruppe von Kindern unterschiedlichen Alters. Eines der Kinder fragt mich nach dem Alter meines Hundes. Das Alter von 15 Jahren beeindruckt alle sehr. Einer ruft: „Ein Hundejahr sind sieben Menschenjahre.“ Ich schaue in das Gesicht eines 11-jährigen Jungen und sehe, wie es „hinter seiner Stirn arbeitet.“ Dann sagt er mit einem etwas ungläubigen Lächeln: „Dann ist der Hund ja erst etwas mehr als zwei Jahre alt.“ Jetzt folgte das Entscheidende, das so wirkungsvoll Zerstörende. Einer der Älteren: „Du Iddi, der ist

über Hundert!“ Der Junge schaut verwirrt. Sein Gesicht rötet sich. Er wendet sich beschämt ab.

Was war da „Innen“ geschehen? Der 11-Jährige hörte: Ein Menschenjahr ist gleich sieben Hundejahre. Dieser Hund ist 15 Jahre alt. Mit 15 Jahren sind sicher 15 Hundejahre gemeint. Sieben Hundejahre sind ein Menschenjahr. Also ist der Hund nach menschlichen Maßstäben etwas mehr als zwei Jahre alt.

Alles, was der Junge „logisch“ gedacht hat, ist richtig. Er äußert das, was er denkt und erntet Demütigung. Nichts ist für Menschen schlimmer als verlacht zu werden. Besonders gilt das für Kinder und Jugendliche. Ihre Selbstsicherheit ist äußerst fragil. Nur durch äußere Bestätigung kann sie wachsen und stabilisiert werden.

Das, was dem Jungen passiert ist, geschieht in Schulen ununterbrochen. Richtiges, logisches Denken wird als solches nicht erkannt und gewürdigt, sondern als falsch und unsinnig deklariert und verlacht. Die Folgen sind fast naturgesetzlich zwangsläufig. Geschieht das einem Jugendlichen häufiger, wird er sich zunächst davor hüten, das, was er denkt, nach außen zu geben. Wenn es gut geht (im Sinne des Schulerfolges), wird er nicht das sagen, was er denkt, sondern das, was man erwartet, das er denkt. Wenn es böse ausgeht, wird er immer mehr das Zutrauen zu seinem Denken verlieren und allmählich lernen, dass er dumm ist.

Im innersten Kern bedeutet Denken innerlich zu fragen. „Wer mag die neue Pädagogik sein, von der der Lehrer ständig spricht?“, fragt sich der kleine Kasantsakis. Mit den Wissens-elementen seines Horizontes, seines Weltbildes, findet er eine stimmige Antwort.

Mit Neuem konfrontiert zu werden bedeutet, dass inneres Fragen in Gang gesetzt wird. Wer nicht mehr den Mut hat zu fragen, hat keine Chance Neues zu erfahren. Er hat keine Chance, seinen Horizont durch Assimilation und erst recht nicht durch Akkommodation zu erweitern. Er ist im objektiven Sinne dumm.

Ich möchte das mehr oder weniger konkret und anschaulich Dargestellte verallgemeinern. Für jeden aktiv Denkenden werden von außen kommende Signale dadurch zu Information, dass er sie assimilierend in seinen Verstehenskontext einbaut. „Ich habe Dich verstanden“ bedeutet „Ich habe das, was Du mir sagst, erfolgreich in meine Weltsicht integriert.“ Von einem Dritten her gesehen können sich die sich gegenseitig Informierenden in völlig unterschiedlichen Denkwelten aufhalten. „Ich habe verstanden bedeutet also nie, ich habe Dich verstanden.“ Eine Erweiterung des Weltbildes, des Denkhorizontes, eine Akkomodation (PIAGET), kann sich nur ereignen, wenn im Dialog spürbar wird, dass das, wie ich mir das denke, von Dir nicht akzeptiert wird. Ein solcher Dialog muss, wenn er erfolgreich sein soll, frei von Herrschaft aber nicht frei von Autorität sein.

Dazu noch ein konkretes Beispiel. Diesmal eins aus der Schule. Die Klasse ist dabei eine mathematische Aufgabe zu lösen. Auf einem der Arbeitsblätter liest der Lehrer die Lösung: $4 = 7$. Der Lehrer spricht den Schüler an: „Kann das denn richtig sein?“ Der Schüler reagiert ohne Verständnis. Der Lehrer: „Sind denn 4 Ziegen genau so viel wie 7 Ziegen?“ „Natürlich nicht“, antwortet der Schüler. Man sieht ihm deutlich an, dass er die blöde Frage des Lehrers als unangemessen empfindet. Deshalb fügt er hinzu, auf sein Blatt wei-

send: „Das ist doch Mathematik.“ Sie können sich sicher die Reaktion des Lehrers vorstellen. Mit allem, was ihm mimisch zu Verfügung steht, gibt er kund, dass er den Schüler ob dieser Antwort für den letzten Idioten hält und welches Leid ihm zugefügt wird, solchen Idioten Mathematik beibringen zu müssen. Aber was war wirklich geschehen? Der Schüler hatte im Unterricht gelernt, dass man in der Algebra statt mit Ziffern, mit Buchstaben umgeht. Man nennt die eine Zahl a , die andere b . „ a ist irgendeine Zahl und b ist irgendeine andere Zahl“, so hatte der Lehrer im Unterricht immer wieder gesprochen. „Wenn also von a und b gesprochen wird, handelt es sich um zwei unterscheidbare Zahlen.“ So hatte sich das im Kopf des Schülers eingenistet. Immer wieder hatte an der Tafel gestanden $a = b$. Also hatte der Schüler verstanden: In der Algebra ist es nicht ungewöhnlich, dass zwei unterschiedliche Zahlen gleich sind. „Wenn $a = b$ sein kann, wieso dann nicht auch $4 = 7$?“ Es fällt Ihnen sicherlich nicht schwer nachzuempfinden, was in dem Schüler bei der oben beschriebenen Reaktion seines Mathelehrers vor sich geht. „Ärme Schüler!“ Aber nicht auch: „Ärme Lehrer!“ (Ärm -Kölsch-, Hd: Arm)

Ich bin mit der französischen Mathematikerin und Kritikerin des Mathematikunterrichts Stella Burk darin einig, wenn sie behauptet, dass es kaum ein anderes Fach gibt, das so erfolgreich Verdummung bewirkt wie Mathematik.

Sie hat eine riesige Sammlung von Mathematikarbeiten zusammengebracht. Baruk sagt mit Hinblick auf diese Dokumente: „Man nehme zur Kenntnis, dass Individuen im besten geistigen Zustand dazu gebracht werden, unsinnige Texte zu produzieren, ungeachtet und trotz ihrer Fähigkeit, zu verstehen.“ Und: „Wie kann es sein, dass nicht von einem Skandal gesprochen wird, von einem Massaker und von der Verblödung der jungen Intelligenz?“ (STELLA BARUK: Wie alt ist der Kapitän? Birkhäuser, 1989, S. 36 f.)

Zum Abschluss noch einmal der Gehirnforscher Roth: „Der Menschenkenner wird deshalb vom Grundsatz ausgehen, dass das, was er sagt, im Anderen wahrscheinlich eine andere Bedeutung erzeugt als die von ihm intendierte. Er kann versuchen, durch Reden und Handeln wie mit einer Sonde herauszubekommen, wie der Bedeutungskontext des Anderen aussehen könnte. Allerdings ist das nur begrenzt möglich. Letztlich kann niemand seine private Weltsicht verlassen. Falls man nicht schon zuvor auf der gleichen Wellenlänge liegt, überlappende konsensuelle Bereiche hat, ist der eindringliche Appell an die Einsicht ebenso verfehlt wie die lautstarke Aufforderung „Nimm endlich Vernunft an!“ Denn hier wäre zu fragen: „Welche Vernunft? Deine oder Meine?“

Editorial

Georg Spöttl

„Die berufspädagogische Wissenschaft ist wie ein Bienenschwarm aufgescheucht worden ...“

Diese Aussage findet sich in der Besprechung des Beiheftes 15 der „Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik“. Gemeint sind damit die vielen Reaktionen und Aktivitäten – oft Aktionen –, die sich inzwischen um den Lernfeldansatz herum ent-

wickeln haben. Die Wissenschaftler haben bisher auf die KMK-Vorgabe noch keinen „Mainstream“ hinsichtlich der Umsetzung des Lernfeldansatzes herausgearbeitet. Vermutlich wird dies auch zukünftig nicht der Fall sein. Zu verschieden sind die Positionen, zu vielschichtig auch die anstehenden Fragen, die der Beantwortung bedürfen. Auf der Makroebene sind Antwort-

ten gesucht für die Curriculumentwicklung, auf der Mikroebene ist die Gestaltung von Lernen und Lehren betroffen und auf der Mesoebene sind Fragen mit Blick auf die Schulorganisation und -entwicklung im Kontext des Lernfeldansatzes zu klären. Nicht abschließend geklärt ist zudem die Frage, ob mit dem Lernfeldbezug Bildungsansprüche infrage gestellt sind

oder sich gar leichter einlösen lassen als traditionell üblich.

Der Schwerpunkt des vorliegenden Heftes – „Arbeitsprozesswissen – Lernfelder – Fachdidaktiken“ – weist wenigstens zwei Dimensionen auf, die im Rahmen der Lernfelddiskussion noch eher für Unsicherheiten sorgen. Einerseits wird darauf verwiesen, dass arbeitsprozessfernes, verschultes Lernen in der beruflichen Bildung viele praxisrelevante Fragen in Berufsbildungsprozessen ausklammert und die Gefahr einer zunehmend stärkeren Isolation der dualen Lernorte forciert wird. Andererseits wird deutlich unterstrichen, dass dann, wenn Arbeitsprozesse für Lernen und Lehren an Relevanz gewinnen, zahlreiche ungelöste Probleme zur didaktischen Aufarbeitung anstehen. Die Autoren dieses Heftes sind sich dieser Herausforderung weitgehend bewusst. Sie haben erkannt, dass die didaktischen Fragen nicht mit den herkömmlichen Theorien und Instrumenten zu beantworten sind, sondern sie werfen die Probleme auf, für die Klärungen vonnöten sind.

Peter Gerds

Das Arbeitsprozesswissen erfahrener Facharbeiter beim Einschaben von ebenen Flächen höchster Qualität im Werkzeugmaschinenbau¹

Das Einschaben von Flächen – eine noch nicht automatisierte handwerkliche Arbeitstechnik

Vor allem im Werkzeugmaschinenbau hat sich bis heute ein altes handwerkliches Verfahren zur Herstellung von Gleitflächen höchster Pass- und Formgenauigkeit behauptet: das Schaben.

Die Praxisbeiträge im vorliegenden Heft demonstrieren diese Notwendigkeiten in vorzüglicher Weise. Wenn Konzepte oder Prinzipien der Handlungsorientierung, der Vermittlung von Schlüsselkompetenzen, des Projektunterrichts oder der „Exemplarität“ oder anderer Ansätze über die Lernfelder „gelegt und danach unterrichtet wird“, dann muss sich im Klassenzimmer und in der Schule noch längst nichts ändern. Eine solche Reaktion von Wissenschaftlern und Lehrern auf Lernfelder kann noch keine abschließende sein. Sie muss als Zwischenstadium verstanden und mit dem Anspruch verbunden werden, die offenen didaktischen und methodischen Fragen zu beantworten. Benötigt werden didaktische Antworten, die sich dazu eignen, neue curriculare Strukturen umzusetzen. So betrachtet bedeutet der Lernfeldansatz, dass an erster Stelle neue curriculare Strukturen geschaffen werden müssen, um zu verhindern, dass sich einseitig und thematisch orientierte Lernfeldstrukturen entwickeln. In vielen Fällen zeichnet sich dieses derzeit ab.

Bei der Suche nach alternativen curricularen Strukturen auf der Grundlage der Ansprüche des Lernfeldkonzeptes könnte die Arbeitsprozessorientierung eine wichtige Rolle spielen. Allerdings bedeutet dieses gleichzeitig, dass Praktiker und Wissenschaftler Antworten finden müssen, welche darauf bezogenen Didaktiken für die Ausgestaltung und Umsetzung des Lernfeldansatzes geeignet sind.

Das Lernfeldkonzept ist eine programmatische Setzung. Wenn wir die Antworten gefunden haben, wie z. B. die Ergebnisse der Berufs- und Arbeitsprozessforschung dazu beitragen können, dieses Konzept theoretisch und praktisch auszugestalten, dann wäre dies ein entscheidender Schritt nach vorne. Die Entwicklung von Didaktikkonzepten und lern- und lehrtheoretischen Vermittlungsansätzen wäre eine weitere Etappe. Was dabei von den existierenden Ansätzen übernommen werden kann, muss aus dem Blickwinkel der neuen Antworten und Konzepte und nicht aus der Perspektive der alten beantwortet werden.

KARMASCH beschreibt 1875 in seinem Handbuch der mechanischen Technologie das Schaben von Hand als ein „beim Bau von Werkzeugmaschinen ... mit Vorliebe gebrauchtes Mittel zur Herstellung von ebenen Flächen an den vielfach angewendeten Prismenführungen; eine mit Ölfarbe dünn bestrichene Richtplatte bezeichnet, indem sie über die zu bearbeitende Fläche hingeführt wird, die noch vorhandenen Erhöhungen, welche so-

dann mittelst des Schabers bearbeitet werden. Zuletzt pflegt man die ganzen Flächen mit einem regelmäßigen geschabten Muster zu bedecken.“ (KARMASCH 1875, S. 413)

Bereits zu KARMASCHS Zeiten scheint es wie auch heute bei Billigherstellern verbreitet gewesen zu sein, das sehr arbeitsaufwändige und höchste Fertigungsqualität verbürgende handwerkliche Verfahren nur vorzutauschen, in-

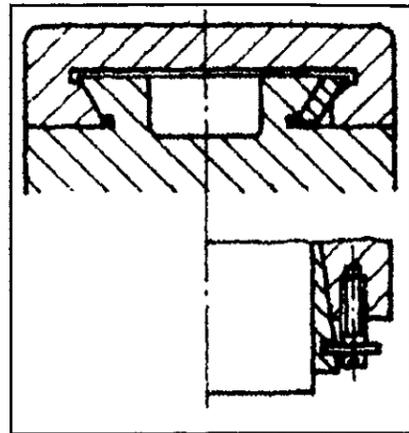


Abb. 1: Führungsspieleinstellung bei Schwalbenschwanzführung durch Nachstellung über eine Keilleiste

dem die Flächen maschinell bearbeitet wurden und abschließend lediglich mit einem per Hand aufgesetzten Muster versehen wurden, ohne dass dabei die gleitenden Flächen formgenau eingeschabt wurden: „Die Leichtigkeit, mit welcher ein solches verzierendes Muster aufgesetzt werden kann, ohne dass vorher die volle Ebenheit der Flächen durch Schaben herbeigeführt wurde, hat neuerdings dieses wertvolle Mittel einigermaßen in Misscredit gebracht.“ (a.a.O., S. 414)

Auch wenn heute dank moderner maschineller Schleif- und Läppverfahren

die Gleitflächen der Führungsbahnen nicht mehr manuell eingeschabt werden, so ist diese handwerkliche Arbeitstechnik dennoch unverzichtbar bei der erforderlichen Herstellung völlig planer Flächen der keilförmigen Führungen für den Nachstellmechanismus des Werkzeugschlittens bzw. Supports (siehe Abb. 1 und 2).

Worin besteht nun das Besondere dieses Arbeitsverfahrens, das es bis in die neueste Zeit trotz der Entwicklung maschineller Schleif- und Läpptechnologien von höchster Präzision unersetzbar macht? Was macht den Kern der Fähigkeit, eine Fläche einzuschaben, aus und wie kann man diese erwerben? Auf diese Fragen ist zunächst allgemein zu sagen: Offenbar gibt es hierauf noch immer keine präzise, eindeutige Antwort. Denn könnte man alle Parameter genau beschreiben und quantifizieren, die diese menschliche Fähigkeit ausmachen, wäre sie angesichts ihrer Bedeutung und ihres Anteils an den Lohnkosten im Werkzeug- und Werkzeugmaschinenbau bereits automatisiert worden. Offensichtlich beruht die Fähigkeit, mittels eines Handschabers nahezu vollkommen ebene Flächen herzustellen, auf einer spezifisch menschlichen Herangehens- und Verarbeitungsweise, die sich vom Procedure der gegenwärtig verbreiteten mechanischen Fertigungsverfahren

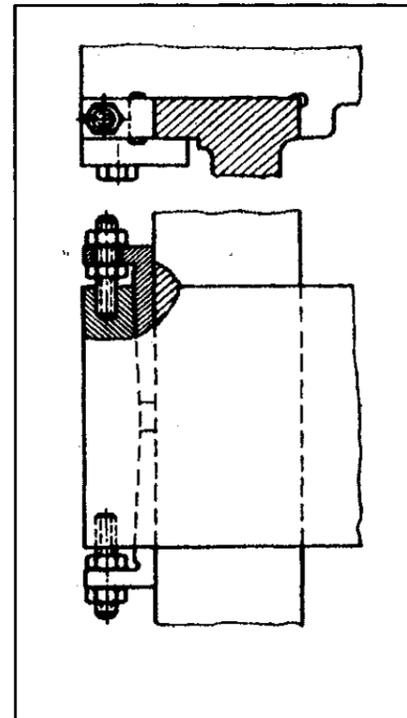


Abb. 2: Doppelte Nachstelleisten an der Schlittenführung

zur Herstellung von Flächen höchster Form- und Passgenauigkeit grundlegend unterscheidet. Es soll daher im Folgenden versucht werden, diese „Kunst“ des Schabens so genau wie möglich, aber ohne den Anspruch operationaler Definitionen zu beschreiben.

Technologischer Hintergrund und arbeitsprozessuale Merkmale des Einschabens planer Flächen

Beim Betrieb von Werkzeugmaschinen beeinträchtigt neben dem Verschleiß des Werkzeuges vor allem der allmähliche Verschleiß der Bauelemente die Qualität des Arbeitsergebnisses. Vor allem die Lagerung der Arbeitsspindel, des Spindelkastens, der Prismenführungen des Supports auf den Bettführungen und des Reitstockes (Abb. 3) beeinflussen die Arbeitsgenauigkeit maßgeblich.

Der bei allen Ausführungsarten unvermeidliche Verschleiß der Führungsbahnen vergrößert das ursprünglich eingestellte Führungsspiel, von dem

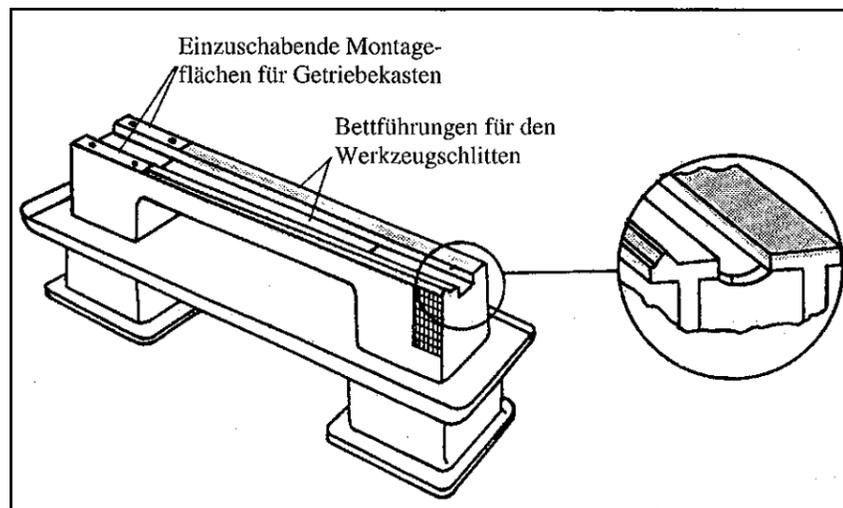


Abb. 3: Auflagen und Bettführungen für Spindelkasten, Support und Reitstock einer konventionellen Drehmaschine

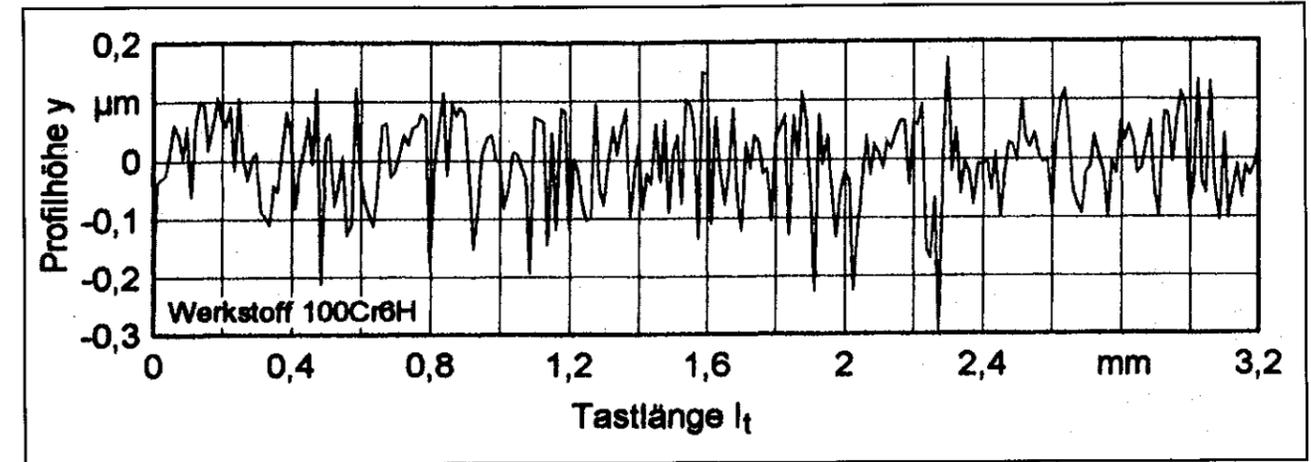


Abb. 4: Rauheitsprofil einer durch maschinelles Planschleifen erzeugten Oberfläche (FUNK 1995, S. 93)

die Arbeitsgüte entscheidend abhängt. Es muss daher nachstellbar sein, um den nach einer längeren Betriebszeit unvermeidbaren Verschleiß ausgleichen zu können. Zu diesem Zweck werden beispielsweise bei Drehmaschinen zwischen den Prismenführungen des Längs- und Querschlittens (Abb. 1) prismatische Nachstelleisten oder Keilleiste von Hand eingeschabt. Obgleich dieses Verfahren sehr zeitaufwändig ist und in höchster Qualität nur von Facharbeitern mit großer Erfahrung durchgeführt werden kann, ist es noch heute im Werkzeugmaschinenbau verbreitet. In der Fertigung von Maschinen, die den höchsten Qualitätsansprüchen genügen, konnte es durch maschinelle Feinbearbeitungsverfahren wie Schleifen oder Läppen noch nicht ersetzt werden.

Die Keilleisten werden mit Druckschrauben so eingestellt, dass das Spiel zwischen den Führungsflächen eliminiert wird, der Längsschlitten (oder Obersupport) aber noch gut verschiebbar ist. Voraussetzung hierfür ist eine gut eingeschabte Keilleiste, die vollkommen plan ist und auf der ganzen Länge gleichmäßig trägt. Abb. 2 zeigt die zweiseitige Anordnung von je einer Keilleiste.

Deren Gleitflächen müssen vollkommen plan und eben sein (man spricht von „Plateaucharakteristik“), um mit der Maschine Produkte von höchster Fertigungsqualität herstellen zu kön-

nen. Selbst das hochentwickelte Planschleifverfahren lässt bei der Oberflächengüte noch keine 100%-ige Plateaucharakteristik erkennen.

Das in Abb. 4 dargestellte Profil einer durch Planschleifen hergestellten Oberfläche zeigt, dass ein Materialanteil von 90% bei einer Profilhöhe von 0,4 Mikrometer (0,0004 mm) erreicht wird. Dieser Wert wird durch manuelles Einschaben noch übertroffen; vor allem aber hinsichtlich der Ebenheit planer Flächen, d. h. der Erzeugung von Tragbildern mit einer möglichst

gleichmäßigen Verteilung einer größtmöglichen Anzahl von homogenen Tragpunkten über die gesamte Fläche ist manuelles Einschaben noch immer überlegen. Wegen der sehr hohen Kosten des Einschabens von Bettführungen wird bei Standardausführungen heute allerdings nach dem Schleifen häufig nur noch ein Muster aufgesetzt.

Abb. 5 zeigt das „Gebirge“, das beim maschinellen Läppen auf der Oberfläche von Stahlwerkstoffen entsteht.

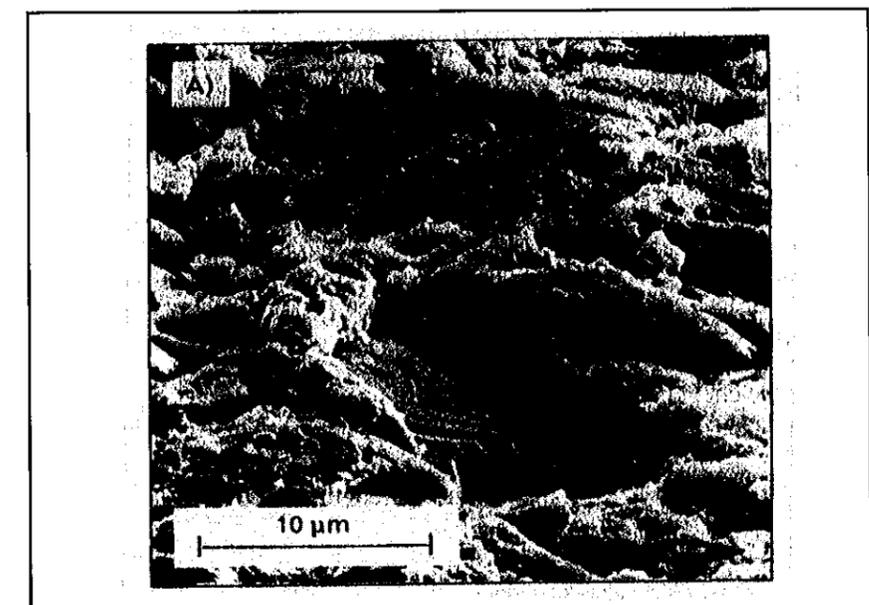


Abb. 5: Eindrücke von SiC-Läppkörnern in Stahl 100 Cr6 beim maschinellen Feinstbearbeiten (SIMPENDORFER 1988, S. 53)

Beim manuellen Einschaben einer ebenen Tragfläche geht es nun darum, ein harmonisches Tragbild der erhabenen Punkte zu erzeugen. Ein solches Tragbild (Abb. 6) erfüllt die folgenden Merkmale:

- Es besteht aus einer möglichst großen Anzahl von Tragpunkten, die möglichst gleichmäßig über die gesamte Tragfläche verteilt sind. Je Quadratzentimeter sollten es mindestens fünf Tragpunkte sein, bei besonders hohen Anforderungen (z. B. Richtplatten) auch bis zu 20.
- Die einzelnen Tragpunkte dürfen sich in der Gestalt, Konturierung, Färbung/Schattierung sowie in der

Verteilung über die Gesamtläche nicht sehr unterscheiden.

- Die Grenzen der Tragpunkte sind deutlich konturiert und stärker gefärbt als die inneren Tragpunktlächen.
- Eine Massierung von Tragpunkten oder eine Ausdünnung auf bestimmten Gebieten der einzuschabenden Fläche ist zu vermeiden.

Der Vorgang des Einschabens geschieht nun in der Weise, dass der Facharbeiter zunächst nach dem Eintuschieren einen ersten Blick auf das gesamte Tragbild wirft. Er wird dabei sofort die gesamte Verteilung (u. U. von mehreren 1.000 Tragpunkten) auf der gesamten Fläche erkennen.

Die Aufgabe besteht nun darin, genau diejenigen Punkte herauszufinden, die er mit dem Schabewerkzeug (einem Stahl mit aufgesetzten Hartmetallplättchen mit einem Keilwinkel von mindestens 90°, also mit einem negativen Spanwinkel) abträgt. Die Spandicke dürfte allenfalls 0,0001 mm bis 0,001 mm betragen, liegt also deutlich unterhalb der kleinsten Zustellung beim maschinellen Schleifen. Die „Späne“ sind allenfalls im aufgerollten Zustand sichtbar.

Um die abzunehmenden tragenden Punkte herauszufinden und mit der richtigen Kraft und dem richtigen Bewegungsverlauf abzuheben, ist ein zweiter Blick auf die beim ersten eingekreiste Region erforderlich. Dabei werden genau die Punkte identifiziert, die abgehoben werden, vielleicht 10 bis 20. Dann werden die einzuschabenden Flächen erneut mit roter und blauer Farbe eintouchiert, das entstandene Tragbild wiederum in Augenschein genommen. Wenn die richtigen Punkte abgetragen wurden, ist das neue Tragbild „besser“ im Sinne der oben angegebenen Kriterien. Dieser Vorgang wird nun solange wiederholt, bis das Ergebnis zufriedenstellend ist.

Was nun den Arbeitsvorgang für den Anfänger besonders schwierig macht, ist die gelegentlich festzustellende Verschlechterung des Ergebnisses, ohne dass für den Anfänger der Grund für die Verschlechterung erkennbar ist. Wenn im Extremfall auch nur ein „falscher“ Punkt weggenommen wurde, kann sich schlagartig das gesamte Tragbild verschlechtern. Es kann dann u. U. sehr lange dauern, bis der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt ist. Eine hohe Frustrationsschwelle ist also erforderlich, um diese Rückschläge zu überwinden.

Erschwerend für das Erlernen der Fähigkeit, Tragflächen einzuschaben, wirkt sich auch aus, dass verbal nicht vollständig erklärbar ist, wie die Auswahl der abzutragenden Punkte im Einzelfall erfolgt. Dieses geschieht unmittelbar nach dem Augenschein und in einem Zuge. Fragt man einen erfahrenen Facharbeiter, wie er das

macht, so lautet die Antwort nur: „Sieh es Dir an und mach es!“

Ein Anfänger (in der Regel ein Auszubildender im 3. Jahr oder ein junger Facharbeiter) wird zunächst mit einer kleineren Fläche oder Keilleiste mit einigen 100 Punkten anfangen. Nach ca. 3-6 Monaten Erfahrung wird er in der Lage sein, eine Fläche von vielleicht 5000 Punkten in einer akzeptablen Zeit einzuschaben.

Grosse Fläche mit mehreren 10.000 Punkten in erstklassiger Qualität wird er möglicherweise nie bewältigen lernen; das ist den ganz wenigen wirklichen Experten vorbehalten, die von einem gewissen Nimbus umgeben sind und die höchste Lohngruppe beanspruchen können, nach der im Werkzeugmaschinenbau gezahlt wird.

Hinzu kommen hohe Akkordsätze, denn den Zeitnehmern ist es noch nicht gelungen, genaue Werte für die Zeitvorgaben zu ermitteln, da der Arbeitsprozess im Detail noch nicht ausgeforscht werden konnte und die Facharbeiter sich bei jeder Zeitaufnahme demonstrativ Zeit lassen.

Eine Arbeitszurückhaltung kann aber durch Externe nicht festgestellt werden, da diese nicht genau wissen, auf Grund welcher Leistungen der Facharbeiter ein gutes Ergebnis erzielt. Es liegen lediglich ungefähre Richtwerte für die Zeitvorgaben in Abhängigkeit von der Größe der Fläche vor, die von einem erfahrenen Facharbeiter aber leicht unterboten werden könnten, wenn er dieses wollte.

Wenig attraktiv macht diese Tätigkeit allerdings für viele Facharbeiter der Umstand, dass sie nur einen kleinen Ausschnitt der intellektuellen Fähigkeiten aktiviert, wie sie im Werkzeugmaschinenbau bei vielen anspruchsvollen Arbeitsaufgaben, z. B. beim Einrichten, bei der Fehlersuche oder bei der Einzelmontage von Baugruppen und der Endabnahme der Maschinen gefordert werden.

Wie entsteht ein gutes Tragbild und welche menschliche Leistung steht hinter seiner manuellen Herstellung?

Auf die gesamte, maschinell durch Fräsen und/oder Schleifen mit größtmöglicher Form- und Passgenauigkeit sowie Oberflächengüte vorgefertigte Fläche wird in der Regel zunächst mit gleichmäßigen, langen Vorschabstrichen ein fischgrätenähnliches Muster gesetzt. Durch den auf Grund des negativen Spanwinkels nicht schneidenden Abtragsvorgang entstehen feinste, nicht sichtbare Späne. Nach dem ersten Tuschiervorgang entsteht ein Tragbild mit einem Muster von Tragpunkten unterschiedlicher Größe, Konturen und Grenzen, die ungleichmäßig über die Fläche verteilt sind. Nach der Abnahme der „richtigen“ Tragpunkte wird erneut eintuschiert und es entsteht ein neues Bild. Die Kunst des Facharbeiters beim Einschaben der Fläche besteht nun vermutlich im Wesentlichen darin,

- die feinsten Unterschiede der verschiedenen, nacheinander hergestellten Tragbilder zu erkennen (d. h. auch, sich an das nicht mehr existente vorherige Bild zu erinnern) und ein Gefühl dafür zu entwickeln, wie sich die Abnahme eines bestimmten Punktes auf die Gestaltentwicklung der Gesamtläche auswirkt;

- ein Gefühl und ein Gedächtnis zu entwickeln, wie die Spanabnahme bei den einzelnen Punkten verläuft und welchen Einfluss diese Bewegung (z. B. im Hinblick auf Anstellwinkel des Hartmetallplättchens, Druck, Richtung und Fluss der Abtragsbewegung) auf das sich schrittweise verändernde Tragbild hat;

- welche Auswirkungen bestimmte, aber nicht präzise definierbare Korrekturen an den ebenfalls nicht eindeutig beschreibbaren „Zwischenbildern“ mit ihren oft diffusen Konturen auf das angestrebte Ergebnis haben;
- über welche „Zwischenbilder“ das erwünschte Bildergebnis erreicht wird.

Vermutlich entsteht bei einem erfahrenen Facharbeiter beim Einschaben ei-

ner Fläche zunächst eine Art von Film, auf dem eine Reihe reliefartiger, dreidimensionaler Bilder nacheinander festgehalten ist und eine Gedächtnis der chronologischen Entwicklungsschritte dieser Fläche verfügbar macht. Die „gespeicherten“ dreidimensionalen Reliefbilder der nacheinander stattgefundenen Bearbeitungsschritte werden dann gewissermaßen übereinandergelegt und es entsteht ein räumlich verschränktes „Bild“, das diese Schritte gewissermaßen auf einen Blick erkennbar macht. Die im Zeitablauf erfolgten Veränderungen des dreidimensionalen Bearbeitungsraumes werden also repräsentiert und in eine Verbindung mit den stattgefundenen Handlungen bzw. Eingriffen gebracht. Bei der retrospektiven Herstellung solcher zeitlichen Verknüpfungen von Handlungen und dadurch erzeugter Wirkungen fungieren möglicherweise die jeweils im Zeitablauf erlebten und mit diesen Handlungen verbundenen Gefühle gewissermaßen als Wegmarken. Auf diese Weise könnte ein Gespür für die Auswirkungen der einzelnen Handlungen während des abgelaufenen Arbeitsprozesses für die Qualität des Gesamtergebnisses entstehen. Damit wird erklärbar, wie eine schrittweise Verbesserung des Arbeitsergebnisses möglich wird, ohne dass verbal beschreib- und rekonstruierbar ist, wie diese im Einzelfall erfolgt ist.

Zusammengefasst scheint die Fähigkeit des manuellen Einschabens von Präzisionsflächen im Wesentlichen darin zu bestehen, über eine hochentwickelte bildliche Vorstellung des dreidimensionalen Gestaltentwicklungsprozesses in seiner chronologischen Abfolge zu verfügen, dann aber diesen chronologischen Ablauf in einem einzigen „Bild“, in dem die vielen einzelnen Bearbeitungsschritte und die mit ihnen verbundenen Gefühle „übereinanderliegen“, in einem Moment vollständig vergegenwärtigen zu können. Dabei kommt es vor allem darauf an, ein Gespür für die Auswirkungen der eigenen feinsten Eingriffe auf die schrittweise Entwicklung des Gesamtbildes in diesem Prozess zu erwerben. Das „Bildentstehungs- und Veränderungs-gedächtnis“ und die Erinnerung an die Konsequenzen der ei-

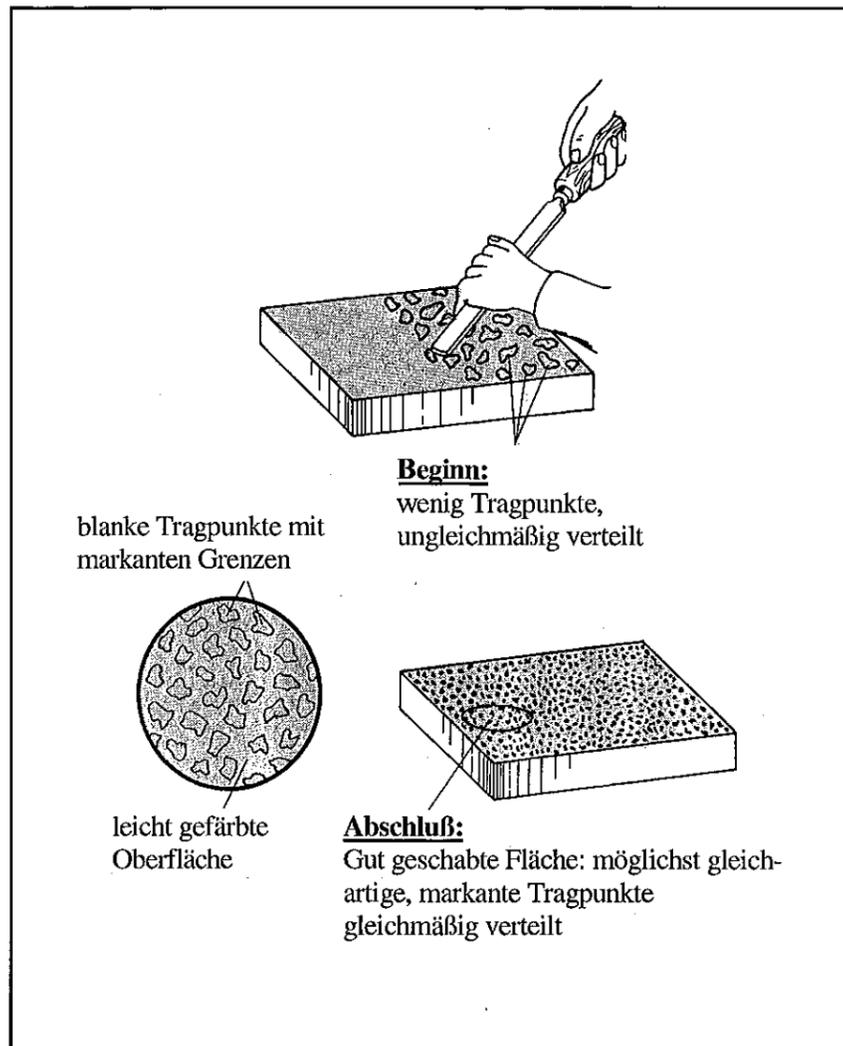


Abb. 6: Schaben einer ebenen Tragfläche (JUNG, H./PAHL, J.-P./SCHRÖDER, W. 1981, S. 106)

genen feinsten Eingriffe während des gesamten Bearbeitungsprozesses bilden also eine Einheit. Diese Verkopplung des „Bildentstehungs- und Veränderungsgedächtnisses“ mit den physisch-körperlichen Leistungen und den dabei empfundenen Gefühlen ist mit eindeutigen sprachlichen Symbolen, die immer eine chronologisch hintereinanderliegende Reihe bilden, nicht vollständig beschreibbar.

Offensichtlich gehören eindeutige, einen Sachverhalt präzise beschreibende Symbole und Bilderwelten unterschiedlichen Symbolwelten an, die nicht vollständig ineinander überführbar sind. Die Beschreibung von Bildern mittels eindeutig definierter sprachlicher Symbole kann bei diesen handwerklich-künstlerischen Arbeitsprozessen nur einzelne Facetten und Aspekte erfassen.

Das Einschaben von ebenen Flächen höchster Präzision erfordert von Facharbeitern eine besonderes ausgeprägte Fähigkeit der Wahrnehmung unmittelbar nicht erkennbarer Veränderungen räumlicher Gebilde im zeitlichen Ablauf. Dabei wird ein Gefühl entwickelt für die physische Qualität der eigenen Einwirkungen auf das Arbeitsergebnis.

Wenn anerkannt würde, dass das Erfahrungswissen von Facharbeitern zu einem guten Teil mit dem Medium der Bilder verbunden ist, mit Bildern weitere sinnliche Wahrnehmungen entstehen und repräsentiert werden, dann hätte dieses erhebliche Konsequenzen für die Gestaltung der beruflichen Bildung.

Die Gestaltung von Räumen und Prozessen in Bezug auf die Entstehung ganzheitlicher Strukturen im Zusammenspiel mit den dabei erlebten Gefühlen und Bewertungen sowie rekonstruierter Erinnerungs- und Erlebnisqualitäten würden eine hervorgehobene Bedeutung erlangen. Denkleistungen im Medium eindeutiger Symbole wie Hintereinanderreihung definierter Begriffe, Denotationen und festgelegter Äquivalenzen, würden auf ihre begrenzte Leistungsfähigkeit verwiesen und angesichts ihrer Überbetonung in der beruflichen Bildung deutlich zu-

rücktreten. Das bedeutet aber keinesfalls, Theoriebildung mittels abstrakt-formaler Symbole aus der beruflichen Bildung zu verweisen. Allerdings sollte sie stärker auf ihre ordnungsstiftende Funktion beim Aufbau kognitiver Strukturen verwiesen werden.

Einige Konsequenzen für die berufliche Bildung

Das Erlernen der Kunst des Schabens erfolgt ausschließlich „en passant“. Der Novize schaut dem Experten „über die Schulter“ und vergleicht sein eigenes Können mit dem des Erfahrenen. Systematisch aufgebaute, durch geeignete Medien (z. B. raumzeitlich ineinander verschränkte und strukturierte Abläufe mit verbalen Erläuterungen und darauf bezugnehmende praktische Übungen sowie „Rekonstruktionen des Zusammenhangs von Handlungen, Gefühlen und Ergebnissen“) sind nicht verfügbar. Ein sprachlicher Austausch über die Herangehensweise, die besonderen Schwierigkeiten und die Qualität des Arbeitsprozesses beim Schaben findet während des Arbeitsprozesses, der weitgehend monologisch verläuft, kaum statt. Das Wissen hierüber ist dürftig; auch erfahrene Facharbeiter können es kaum artikulieren. Weder in wissenschaftlichen Werken der Ingenieursausbildung, der Arbeitspsychologie, der Berufs- und Arbeitspädagogik noch in fachkundlichen Abhandlungen für die Facharbeiterausbildung lassen sich eingehende Informationen über diese Zusammenhänge finden.

Das Einschaben planer Flächen von höchster Qualität wird offenbar als eine Fertigkeit angesehen, deren Aneignung sich einer systematisch strukturierten und unterstützten Übung und Reflexion entzieht. Entweder man lernt es oder auch nicht. Viele Facharbeiter kommen deshalb auch nach längerer Übungszeit nur bis zu einer mittelmäßigen Stufe; die Meisterschaft bleibt ihnen verschlossen.

Als ein rein manuelles Fertigungsverfahren war das Einschaben von Flächen höchster Qualität bislang nicht direkter Gegenstand ingenieurwissenschaftlicher Untersuchungen und Entwicklungen; diese beziehen sich auf

maschinelle Verfahren (wie Planschleifen, Läppen, Hochgeschwindigkeitsbearbeitung), die auf eine Substitution handwerklicher Verfahren zielen, deren Automatisierung wegen ihrer operationalen Beschreibbarkeit im Medium diskursiver Symbole leichter gelingt.

Berufswissenschaftliche Untersuchungen könnten mit eigens entwickelten qualitativen Methoden möglicherweise genaueren Aufschluss über diese – wie auch andere – derzeit (noch) nicht substituierbaren Fähigkeiten erbringen. Das Ziel dieser Untersuchungen sollte jedoch nicht ihre Substitution oder Ausforschung im Sinne zeitlicher Verdichtung und Erhöhung von Leistungsvorgaben sein, wie es im Rahmen der verbreiteten Rationalisierungsstudien und -strategien meistens der Fall war. Facharbeiter stehen auf Grund dieser historischen Erfahrungen mit der wissenschaftlichen Ausforschung ihres Wissen und Könnens solchen Bestrebungen äußerst reserviert gegenüber. Vielmehr sollten diese Arbeiten der Erforschung der besonderen facharbeiterspezifischen Leistung gelten, um deren Entwicklung gezielt fördern zu können. Wenn es gelingen sollte, diese Intention glaubhaft deutlich zu machen, wäre eine wichtige Voraussetzung geschaffen, die Facharbeiter zur näheren Bewusstmachung und Preisgabe ihres Wissen und Könnens zu bewegen.

Zu erinnern ist in diesem Zusammenhang daran, dass die Ausbildung von Facharbeitern in Deutschland erst erfolgte, nachdem die Ingenieure weitgehend die Herrschaft über den Ablauf von Konstruktions- und Produktionsprozessen übernommen hatten; sie formten den Facharbeiter nach ihrem Verständnis von Technik und Arbeitsteilung. Dadurch wurden auch die in der handwerklichen Ausbildung wenigstens noch rudimentär enthaltenen Momente von Gestaltung mittels sinnlicher Symbolik fast vollständig verdrängt. Das gilt sowohl für industrietypische Konzepte und Formen der Unterweisung und die dafür entwickelten Materialien, wie auch für die didaktischen Konzepte der begleitenden Berufsschule. Von großer Wirksamkeit wurden dabei die „Frankfurter

Methodik“ des Fachunterrichts, die darauf bezogene „experimentelle Werkkunde“ und die „didaktische Reduktion“, die allesamt Ausdruck sind des ungebrochenen ingenieurwissenschaftlichen Selbstverständnisses ihrer Begründer: Die Lehre soll nach „rationalen“ Gesichtspunkten durchgeführt werden, d. h. unter vorherrschender Verwendung wissenschaftlicher Logik und Symbolik. Das präzise Arbeiten nach expliziten Regeln und die Vermittlung rudimentärer theoretischer Kenntnisse, die vollständig nur den Ingenieuren zugänglich sind. Vormals handwerkliche, zusammenhängende Arbeitsvollzüge wurden in naturwissenschaftlicher Denkweise in einzelne Elemente (Einzelaktivitäten manueller Arbeit) zerlegt und dann zu neuen Profilen synthetisiert.

Lehrgänge mit klar vorgegebenen Zielen, Inhalten und festgelegten Sequenzen wurden zur dominanten Form der industrietypischen Ausbildung (vgl. GERDS 1990).

Der Arbeitspädagoge JOHANNES RIEDEL (1936, S. 239) brachte die Funktion und Wirkung dieser Konzepte auf die folgende Formel:

„Die Anforderungen, die eine Arbeit am Eisen an den Menschen stellt, liegen, kurz gesagt, in dem Zwang zur Disziplinierung der Leistung ... Die für die Arbeit charakteristische Beherr-

schung unserer Impulse zu Gunsten der einheitlichen Ausrichtung unseres Handelns auf ein übergeordnetes Ziel ist nichts anderes als die Disziplinierung ... Arbeitsdisziplin bedeutet also beharrliche Zielverfolgung unter Unterdrückung aller ablenkenden Reaktionen.“

Dagegen steht das Konzept des erfahrungsgelenkten Lernens, in dem es vor allem darum geht, das allmähliche Anwachsen subjektiver Fähigkeiten wahrzunehmen. Es geht also nicht – wie beim vorherrschenden Typus von technischer Bildung – um das Erreichen vorgegebener oder antizipierter Ziele und Zwecke, sondern es ist gerade umgekehrt zu verfahren. Vorab geplante „ideelle Bilder“ im Sinne von antizipierten Soll-Vorstellungen einer zu gestaltenden Wirklichkeit und abstrakte Handlungsmuster würden es erschweren, sich im Gestaltungsprozess sensibel zu öffnen und die allmähliche Entstehung des Produktes in allen Einzelheiten und feinsten Unterschieden sensibel wahrzunehmen.

Berufserfahrung „baut sich nicht aus einer Verfeinerung und Erweiterung theoretischer Handlungsprogramme auf, sondern zunächst einmal aus der Verarbeitung konkreter Handlungen und erlebter Folgen. Hier muss sich das Verhältnis von Theorie und Praxis, Plan und Ausführung geradezu

umdrehen ... Ferner gehört dazu ein entwickeltes Wahrnehmungsvermögen und die Bereitschaft und der Mut, nach Maßgabe erster Einsichten experimentell-tastend erste 'Probehandlungen' auszuführen, die dann Erfahrungsmaterial für ein weiteres, schrittweise präziser werdendes Lernen bilden“ (BRATER 1986, S. 76).

Anmerkung

¹ Gekürzte und modifizierte Version eines bereits veröffentlichten Beitrags.

Literatur

- BRATER, M.: Künstlerische Übungen in der Berufsausbildung. In: Projektgruppe Handlungslernen (Hrsg.), Wetzlar, 1986, S. 76.
- FUNK, A.: Planschleifen mit Läppkinematik. München/Wien 1995, S.93.
- GERDS, P.: Der Lehrgang und die Erzeugung von Arbeitstugenden. In: lernen & lehren, Heft 18, 1990, S. 61-69.
- JUNG, H., PAHL, J.-P., SCHRÖDER, W.: Fachpraxis Metall. Essen 1981, S. 106.
- KARMASCH, K.: Handbuch der mechanischen Technologie. Leipzig 1875. S. 413-414
- RIEDEL, J.: Eisen und Holz in der Arbeitserziehung. In: Arbeitsschulung, Heft 7, 1936, S. 239.
- SIMPFENDORFER, D.: Entwicklung und Verifizierung eines Prozessmodells beim Planschleifen mit Zwangsführung. München/Wien 1988, S. 53.

6. Bundesfachtagung Versorgungstechnik Stuttgart 26.–28.09.2001

„Gewerke übergreifende Kundenaufträge als Herausforderung für die Berufsbildung“

„Alles aus einer Hand“ – das hat nicht nur der Kunde gern, auch die technische Entwicklung zeigt in diese Richtung.

Beispiele finden wir in der Solartechnik, bei Fußbodenheizungen aber auch bei sonstigen versorgungstechnischen Einrichtungen. Die Berufe und Gewerke sind gezwungen, über den vertrauten und traditionellen Tellerrand zu schauen. Fachkräfte müssen Zusatzqualifikationen erwerben, mit Partnern anders und besser als

bisher nötig kooperieren usw., um den Herausforderungen gerecht zu werden. Auf der Tagung wird daher für die handwerklichen Berufe u. a. behandelt:

- Was muss man können?
- Wie erwirbt man diese Kompetenzen?
- Wer bietet solche Angebote?

Dieses sind nur einige der Fragen, die sich für die handwerklichen Berufe der verschiedenen Gewerke stellen. Für die berufliche Bildung ist dieses eine neue und anspruchsvolle Situation. Lassen Sie sich auf der Fachtagung anregen und informie-

ren. Besuchen Sie daher die Fachtagung

„Gewerke übergreifende Kundenaufträge als Herausforderung für die Berufsausbildung“.

Näheres erfahren Sie unter <http://www.rms.s.bw.schule.de> oder direkt bei:

Robert-Mayer-Schule, Weimarstr. 26, 70176 Stuttgart, Telefon: 0711-2167344, Telefax: 0711-2167197.

Veit Steinkamp

Grundlagen der Elektrotechnik für Mechatroniker

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit der Frage, wie für Mechatroniker traditionelle Lerninhalte der Grundlagen Elektrotechnik im Unterricht so umgesetzt werden können, dass sie den Qualifikationsanforderungen des Berufsbildes gerecht werden. Weil die Erfahrung im Unterricht immer wieder zeigt, dass der Begriff des Spannungswierdels auf die größten Verständnisschwierigkeiten stößt, soll dessen didaktische Umsetzung im Mittelpunkt der folgenden Ausführungen stehen.

Die Mechatronik hat sich auf der Grundlage der klassischen Disziplinen Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik als neue ingenieurwissenschaftliche Disziplin herausgebildet. Ihr zentrales Anliegen besteht in der Verbesserung der Funktionalität eines technischen Systems durch Integration mechanischer, elektrotechnischer bzw. elektronischer und informationstechnischer Komponenten. Typische Beispiele für mechatronische Systeme sind:

- Anti-Blockier-Systeme
- Anti-Schlupf-Systeme
- Airbags
- Handhabungssysteme
- Roboter
- moderne Werkzeugmaschinen mit magnetisch gelagerten Fräs- und Drehspindeln
- CD-Player und Videorecorder

Geprägt wurde der Name „Mechatronik“ bereits 1969 von der japanischen Firma Yaskawa Electric Cooperation.

Qualifikationsanforderungen und Lerninhalte

Mechatroniker haben im Wesentlichen die Aufgabe, mechatronische Systeme zu erstellen, zu installieren, in Betrieb zu nehmen und zu warten. Am Beispiel einer elektromagnetischen

schen Lagerung soll eine grobe Orientierung gegeben werden, welche Qualifikationen und Lerninhalte für die berufliche Bildung relevant sind (Abb. 1).

Der praktische Umgang mit mechatronischen Systemen setzt voraus, dass man sie zumindest auf der systemtechnischen Ebene versteht. Aus dem ausgewählten Beispiel geht hervor, dass Schüler Kenntnisse über Sensorik, Regelungstechnik, Leistungselektronik (Stellglied) und Elektromagnetismus haben müssen, um mit dem System sachgerecht umgehen zu können.

Diese und andere anwendungsbezogene Kenntnisse über mechatronische Systeme sind nur sinnvoll vermittelbar, wenn der Schüler die Grundbegriffe der Elektrotechnik, elektrische Spannung und Stromstärke, sicher beherrscht (Abb. 2).

Die Anforderungen werden noch deutlicher, wenn man ein mechatronisches System auf der systemtechnischen Ebene betrachtet.

Mechatronische Systeme können so komplex sein, dass sie von Praktikern nur noch auf systemtechnischer Ebene verstanden werden können. Auch aus didaktischen Gründen kann die systemtechnische Darstellung eines mechatronischen Systems hilfreich sein. Um sich einen ersten Überblick zu verschaffen, wird das System zunächst in seine Teilsysteme zerlegt. Jedes Teilsystem kann dann auf seine Teilfunktion hin untersucht und beschrieben werden. Die Beschreibung des Zusammenwirkens der Teilsysteme klärt die Gesamtfunktion. Es zeigt sich also, dass neben den konkret angebbaren Inhalten noch eine abstraktere Qualifikation verlangt ist, die man als Denken in Systemen bezeichnen könnte.

Um mechatronische Systeme für möglichst viele Anwendungen zu adaptieren, wird ihre Funktionalität nicht durch festverdrahtete Hardware realisiert, sondern flexibel durch Programmierung. Zu dem Denken in Systemen käme also noch das Denken in Strukturen (Programmstrukturen). Beide Anforderungen verlangen die Fähigkeit zum abstrakten, symbolhaften Denken, wie es schon traditionell in der Elektrotechnik angelegt ist.

Genannt sei noch ein letzter, sehr wichtiger Aspekt des Qualifikationsprofils eines Mechatronikers, er betrifft die Einhaltung der Unfallverhütungsvorschriften beim Umgang mit elektrischen Betriebsmitteln. Ein Mechatroniker ist im Sinne der gesetzlichen Bestimmungen eine Elektrofachkraft. Er muss also die Schutzmaßnahmen nach VDE 0100 sicher beherrschen.

Das skizzierte Qualifikationsprofil stellt erhebliche Anforderungen an die Motivation und Leistungsfähigkeit des Lernenden. Über die oben aufgezählten fachspezifischen Lerninhalte dürfte es keine Meinungsverschiedenheiten geben. Strittig ist wahrscheinlich, mit welcher Breite und Tiefe die Inhalte vermittelt werden sollen und ob ein an der technischen Ingenieurdisziplin orientierter technikkdidaktischer oder eher ein an konkrete Arbeitsprozesse arbeitsorientierter Ansatz zu verfolgen wäre.

Wenn sich die Unterrichtsinhalte einseitig an der Ingenieurdisziplin ausrichten, verliert sich die Ausbildung in praxisferner Desorientierung. Das andere Extrem, eine einseitige Ausrichtung an instrumentell zu beherrschende Arbeitsabläufe führt zwangsläufig zu einer kontraproduktiven Oberflächlichkeit, mit der nur noch Routineaufgaben lösbar sind. Die Bereitschaft und die Fähigkeit sich auf Innovationen einzulassen gehen verloren, weil

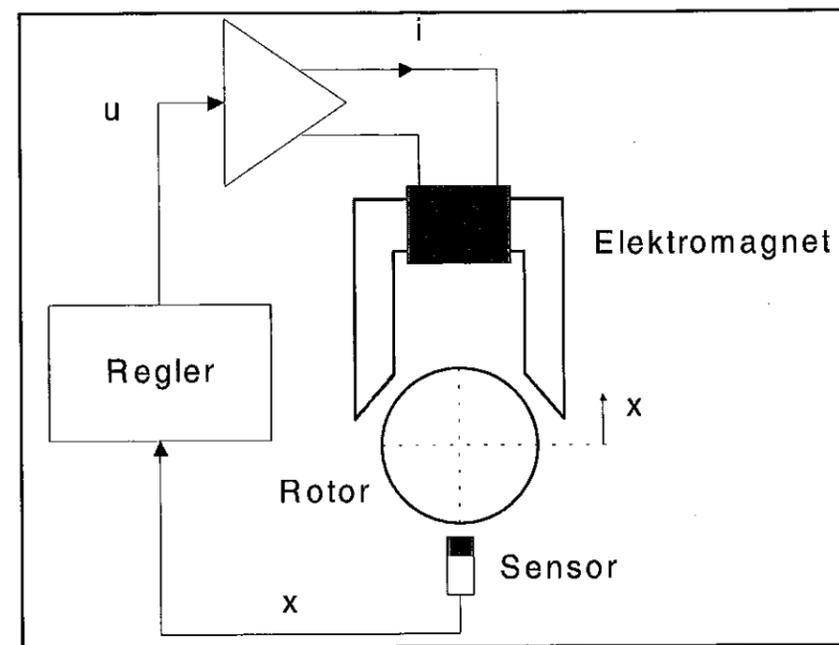


Abb. 1: Funktionsprinzip einer aktiven elektromagnetischen Lagerung (RODDECK S. 376)

sich der eingeeengte geistige Horizont an seine Genügsamkeit gewöhnt hat.

Um beide Extreme zu vermeiden, werden bei der in diesem Beitrag beschriebenen Unterrichtsreihe als Einstiegsituationen Problemstellungen aus der Praxis gewählt. Die Phänomene der Problemstellungen sollen aber nicht isoliert, als bloßes Material der Beschreibung für sich selbst stehen, um daraus auf der Handlungsebene Anweisungsfolgen abzuleiten, sondern sie dienen als motivierende Ausgangspunkte für praxisbezogene Lernsituationen, um schließlich den Dingen auf den Grund zu gehen.

Vorschlag für einen problemorientierten Erkenntnisweg

Sowohl in der Maschinenteknik als auch in der Elektrotechnik scheint es den allgemeinen Trend zu geben, das Grundlagenwissen zu Gunsten direkt verwertbarer Kenntnisse zu reduzieren. Wenn man bedenkt, dass beim traditionellen Grundlagenwissen der Elektrotechnik für den Lernenden oft nicht einsehbar war, ob es für ihn überhaupt verwertbar sein könnte und es zudem angesichts des aktuellen Standes der technischen Entwicklung

Für das Berufsbild des Mechatronikers ist außerdem nicht einfach zu bestimmen, welche Bildungsinhalte als Grundlagenwissen zu deklarieren sind. Eine rein additive Verknüpfung aus Inhalten der Maschinen- und Elektrotechnik würde der Qualifikationsanforderung, in Systemen zu denken, widersprechen, sie käme auch allein aus Gründen der Begrenztheit der zur Verfügung stehenden Ausbildungszeit nicht infrage. Gesucht ist also eine Lösung, die die oben genannten Qualifikationsanforderungen erfüllt. Hierbei kann es sich nur um exemplarisch gewählte Lernsituationen handeln, die einerseits direkt auf die Tätigkeitsmerkmale des Mechatronikers zugeschnitten sind, andererseits aber auch über anspruchsvolle Theorieanteile verfügen müssen, damit der Weg für zukünftige Entwicklungen noch offen ist.

In der Elektrotechnik werden die „Grundlagen“ durch Abstraktion gewonnen. Aus der Vielzahl unterschiedlicher elektrotechnischer Systeme identifiziert die traditionelle Ingenieurwissenschaft das ihnen Gemeinsame. So kann z. B. der Reihenschwingkreis in der Nachrichtentechnik die konkrete Funktion eines Filters übernehmen, während er in der Energietechnik als Ersatzschaltbild eines Gleichstrommotors genutzt wird. Der Vorteil des Grundlagenwissens liegt auf der Hand. Unabhängig vom konkreten elektrotechnischen System kann Wissen über gesetzmäßige Zusammenhänge auf Vorrat gelernt werden. Ein schwerwiegender Nachteil besteht allerdings darin, dass die Grundscha-

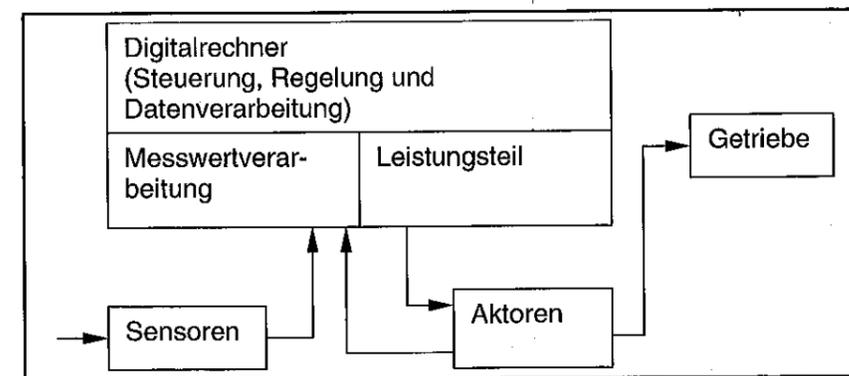


Abb. 2: Grundstruktur eines mechatronischen Systems (RODDECK S. 131)

tungen als Ersatzschaltungen oft unvermittelt fertig vorgegeben werden. Der entscheidende Prozess, wie es zu diesem Ersatzschaltbild gekommen ist, bleibt offen. Dem Lernenden erscheint so z. B. der Reihenschwingkreis als eigenständiges elektrotechnisches System, das in dieser idealen Gestalt in der Praxis aber gar nicht vorkommt.

Im Unterricht müsste man deshalb von den Phänomenen ausgehen und explizit erklären, wie man überhaupt zu dem Ersatzschaltbild kommt. Die Erstellung eines Ersatzschaltbildes mit den spezifischen Annahmen über Vereinfachungen und Zweckgebundenheit ist die wichtigste Voraussetzung für ein wissenschaftlich fundiertes methodisches Vorgehen bei der Erkenntnisgewinnung. Das Ersatzschaltbild ist das zentrale methodische Instrument, mit dem überhaupt erst die Gesetzmäßigkeiten bewiesen werden können. Wissenschaftliche Erkenntnisse sind nur unter der Voraussetzung möglich, wenn die Phänomene auf eine symbolische Ebene (Schaltzeichen, Ersatzschaltbilder) transformiert werden.

Erfahrungsgemäß bereitet dem Lernenden die Transformation der Phänomene auf eine symbolische Ebene große Schwierigkeiten. Das Alltagsbewusstsein orientiert und bildet sich eben an den direkt zugänglichen Dingen seiner Umwelt. Es verlangt nicht von sich aus hinter die Kulissen zu schauen.

Um diese Schwierigkeiten aufzubrechen, kann es hilfreich sein, dem Lernenden einen empirischen Zugang zu den Dingen anzubieten. Es können z. B. in einer Reihenschaltung Spannungen und der Strom gemessen werden, ohne dass der Lernende weiß, was darunter genau zu verstehen ist. Der praktische Umgang mit den Dingen kann zum Anlass und Ausgangspunkt genommen werden, die Frage nach den Begriffen bzw. genauen Erklärungen zu stellen. Er trägt auch dazu bei, das vorerst Fremde und Unbekannte in das allmählich Vertraute zu verwandeln. Die Blockaden fallen und der Zugang zur schwierigen Theorie wird erleichtert.

Beim empirischen Umgang mit den Dingen können schon erste Erkenntnisse gewonnen werden, wie z. B. „in einer Reihenschaltung liegt am größten Widerstand auch die größte Spannung“.

Allerdings liefert eine solche auf dem Wege der bloßen Erfahrung induktiv gewonnene Erkenntnis noch keine Begründung für den gefundenen Zusammenhang. Der Lernende weiß nur, dass die Dinge sich so verhalten, warum sie sich aber so verhalten, kann auf der empirischen Ebene nicht geklärt werden. Die fehlende Begründung für die gefundenen Zusammenhänge ist ein prinzipieller Mangel der empirischen Erkenntnis, denn streng genommen können die gefundenen Aussagen nur für Einzelfälle gelten. Verallgemeinernde Schlüsse sind nicht zulässig. Gesucht ist eine theoretisch begründbare allgemeingültige Gesetzmäßigkeit (z. B. ohmsches Gesetz, Maschensatz), um zu sicheren Voraussagen zu kommen. Begriffe, wie z. B. Spannung, Stromstärke und Widerstand, sind also zu bilden. Werden die Begriffe in Formeln übersetzt, so lassen sich die Grundgrößen der Grundlagen der Elektrotechnik quantitativ durch Berechnung bestimmen. Der Umgang mit Formeln und einschlägigen Rechenübungen soll zu einem vertieften Verständnis der Grundbegriffe führen. Durch Formeln lassen sich auch besonders einfach die Zusammenhänge zwischen den Grundgrößen beschreiben und begründen. Auch wenn Rechenübungen auf den ersten Blick für Schüler ebenso wie eventuell auf der Nachfrageseite keinen erkennbaren praktischen Nutzen haben, sollte im Interesse der Aufrechterhaltung eines hohen Bildungsniveaus nicht auf sie verzichtet werden.

In einem letzten Schritt wird ein allgemeines Prinzip (Energieprinzip) erarbeitet, mit dem die Gesetzmäßigkeit der Schaltung allgemeingültig hergeleitet werden kann.

Der oben skizzierte Erkenntnisweg des Lernenden kann als Abfolge von sieben Schritten zusammengefasst werden:

- Beschreiben des Phänomens

- Übersetzen der relevanten Aspekte in Symbole (Ersatzschaltbild)
- Erschließung eines empirischen Zugangs zu den Dingen (Messen)
- Formulierung erster Erkenntnisse
- Reflexion: Mangel und Grenzen der durch Erfahrung gewonnenen Erkenntnisse
- Begriffe bilden und in Formeln übersetzen
- Aufstellen eines allgemeinen Prinzips und begründen, warum sich die Dinge so verhalten und nicht anders.

Dokumentation der Unterrichtsreihe

Die im Folgenden skizzierte Unterrichtsreihe ist für einen Zeitraum von 40 Stunden ausgelegt. Sie behandelt die klassischen Themen wie ohmsches Gesetz, Reihen- und Parallelschaltung, unter besonderer Berücksichtigung sicherheitstechnischer und systemtechnischer Aspekte. Zwei praxisrelevante Lernsituationen, die Analyse eines Körperschlusses und die Analyse eines elektrischen Energieübertragungssystems (einfache Gleichstromleitung), bilden jeweils den Einstieg in die Problemlage. Im Zentrum der Konzeption steht der besonders schwer verständliche Begriff des Spannungsfalles. Um einen nicht trivialen Wiederholungseffekt zu erzielen, wird die Reihenschaltung, bevor ihre allgemeine Gesetzmäßigkeit empirisch und theoretisch erschlossen wird, jeweils als drei unterschiedliche Varianten (Körperschluss, Spannungsfall auf Leitungen, Innenwiderstand und Lastwiderstand einer Spannungsquelle) thematisiert und problematisiert.

1. Analyse eines Körperschlusses

Der Lehrer demonstriert anhand einer Folie (oder Tafelskizze) die Problematik des Körperschlusses. Dem Anfänger ist nicht bewusst, in welche Gefahr er sich begibt, wenn er an einer elektrischen Anlage arbeitet. Er sieht immer nur den konkreten Gegenstand (z. B. Motorgehäuse). Diese naive und trügerische Situationseinschätzung der bloßen Anschauung muss, um den Schüler für die in der Praxis tatsächlich vorkommende Gefahr zu

sensibilisieren, problematisiert werden. Dies kann nur gelingen, wenn die Anschauung auf die symbolische Ebene der Schaltzeichen transformiert wird. Die Schüler erhalten ein Arbeitsblatt, auf dem das Wesentliche der Situation dargestellt ist. Sie sollen den Stromweg (des Fehlerstromes) von der Spannungsquelle - menschlicher Körper - Erde - Spannungsquelle - einzeichnen. Auf dieser Stufe einer ersten Annäherung an die Begrifflichkeit der physikalischen Grundgrößen reicht ein reduziertes Verständnis des Spannungs- und Strombegriffes aus: Die Spannungsquelle treibt einen elektrischen Strom (= Elektronen) durch den Leiter. Bedingt durch die schadhafte Isolation eines Kabels im Inneren des Motors, kann der Strom über die Berührungsstelle (Hand) durch den menschlichen Körper fließen. Die Gefährlichkeit der Elektrizität ist wohl jedem Laien irgendwie bekannt. Er vermag bloß nicht einzusehen, dass in der dargestellten Situation durch den menschlichen Körper überhaupt ein Strom fließen kann, weil der Mensch, der das Motorgehäuse berührt, in der Regel auf isoliertem Untergrund steht. Die ausgewählte Situation hat also einen dogmatischen Charakter, der aber wegen der angestrebten Akzentuierung sicherheitstechnischer Aspekte bewusst in Kauf genommen werden soll.

Deutlich herausgearbeitet werden muss die Notwendigkeit einer symbolischen Darstellung. Von der konkreten Situation wird abstrahiert, indem man sie in eine für den Anfänger zunächst noch unverständliche Symbolik (Reihenschaltung aus 3 Widerständen) übersetzt. Für das physikalische Phänomen, dass jeder elektrische Leiter dem elektrischen Strom einen Widerstand entgegensetzt, wird ein Symbol (Rechteck) festgelegt. Die Ersatzschaltung aus den beiden Übergangswiderständen und dem Körperwiderstand wird im Unterrichtsgespräch erarbeitet.

Nach der Erarbeitung der Ersatzschaltung des Körperschlusses herrscht bei den Schülern noch große Unsicherheit darüber, ob die Spannung oder der Strom für den menschlichen

Körper gefährlicher ist. Entschieden kann und soll diese Frage jetzt noch nicht. Diese bewusst beabsichtigte Offenheit soll das Interesse des Schülers zugleich anstoßen als auch aufrechterhalten; seinen Erkenntnisweg also motivierend begleiten.

Bevor der Frage nachgegangen wird, was unter Spannung genau zu verstehen ist, könnte danach gefragt werden, in welcher Größenordnung sie in dem vorgegebenen Beispiel liegt und wie sie gemessen wird. Die Schüler messen die Spannungsfälle in einer Reihenschaltung mit $R_{01} = 47 \Omega$, $R_k = 1 \text{ k}\Omega$ und $R_{02} = 47 \text{ k}\Omega$. Die Quellenspannung U_q beträgt genau 1/10 der Netzspannung (23 V). Bei dieser Reduktion brauchen die gemessenen Spannungsfälle nur noch mit dem Faktor 10 multipliziert zu werden, um sich den realen Verhältnissen anzunähern.

Der beschriebene Ablauf konzentriert sich im Wesentlichen auf die Vermittlung

- der fundamentalen Einsicht, dass die Phänomene, damit sie überhaupt einer elektrophysikalischen Betrachtung zugänglich sind, in eine symbolische Darstellung übersetzt werden müssen;
- der Handlungsanweisung, dass Spannungen (Spannungsfälle) gemessen werden, indem der Spannungsmesser parallel zum stromdurchflossenen Widerstand angeschlossen werden muss;
- der Erkenntnis, dass am größten Widerstand die größte Spannung liegt.

Der einfache Stromkreis

Gemessen am Kenntnisstand der Schüler ist die Einstiegssituation zu komplex. Diese Herausforderung ist beabsichtigt, weil sie ähnlich wie in realen beruflichen Ernstsituationen auch, die Notwendigkeit aufzeigt Komplexität auf elementare Strukturen zu reduzieren, damit sie dem Lernenden überhaupt erst zugänglich wird. Komplexität wird in diesem speziellen Fall reduziert, indem ein elementarer Bestandteil aus dem Gesamtzusammenhang isoliert wird.

Bei der Analyse des Körperschlusses stellt sich die Frage, ob der Strom oder die Spannung gefährlicher sind. Diese Fragestellung impliziert die genauere Klärung beider Begriffe. Spannung und Strom werden zunächst auf der phänomenalen Modellebene beschrieben. Spannung wird in der Spannungsquelle durch Ladungstrennung erzeugt. Demonstrationsversuche, wie die Bewegung eines Dauermagneten in einer Spule oder das Eintauchen zweier Elektroden (Zink, Kupfer) in einen Elektrolyten, vermitteln einen ersten Eindruck davon, wie Spannungen erzeugt werden können. Der elektrische Strom wird als die vom Minus- zum Pluspol gerichtete Bewegung freier Elektronen eingeführt. Der ohmsche Widerstand symbolisiert den allgemeinen Typ eines elektrischen Verbrauchers. Betrachtungen über mögliche Fehlerarten (Kurzschluss, Leitungsunterbrechung) schließen die Analyse des einfachen Stromkreises ab.

Gefahren des elektrischen Stromes

Die Aufzählung und Beschreibung der Wirkungen des Stromes auf den menschlichen Körper (elektrolytische Zersetzung, Fehlsteuerung von Körperfunktionen, Verbrennungen) sollen die Schüler für die Gefahren des elektrischen Stromes sensibilisieren.

Einflussgrößen der Stromeinwirkung

Die Diskussion der Einflussgrößen

- Einwirkungszeit
- Stromstärke
- Stromweg
- körperliche und seelische Verfassung

sollen das Problembewusstsein weiter vertiefen. Die Schüler analysieren das Zeit-Strom-Diagramm und arbeiten die Stromstärke ($> 20 \text{ mA}$) und die Einwirkungszeit des Stromes als die entscheidenden Größen der Gefährdung heraus. Deutlich herausgestellt werden muss, dass es bei den Arbeiten an elektrischen Betriebsmitteln auf umsichtiges und vorausschauendes Handeln ankommt, weil bei einer Überschreitung der Loslassschwelle die Steuerfunktionen des Verunfallten ausfallen.

Die fünf Sicherheitsregeln

Die fünf Sicherheitsregeln sollen von den Schülern selbstständig erarbeitet und begründet werden.

2. Analyse eines elektrischen Energieübertragungssystems

Die bei der Analyse eines Körperchlusses gewonnenen Erkenntnisse über den Spannungsfall sollen jetzt weiter problematisiert und vertieft werden. Am Beispiel eines einfachen elektrischen Energieübertragungssystems (Gleichstromleitung) kann anschaulich auf der empirischen Ebene gezeigt werden, welche physikalische Wirkung der Spannungsfall auf der Leitung für den Verbraucher am Ende der Leitung hat.

Außerdem bietet es sich jetzt schon an, die systemtechnische Darstellung eines Leitungssystems einzuführen (Abb. 3).

Der besondere Vorteil der systemtechnischen Darstellung liegt darin, dass die Energieumwandlungen in den Teilsystemen Spannungsquelle und Widerstand deutlich hervorgehoben werden. In der Leitung findet keine nutzbare Energieumwandlung statt. Es ist zunächst nur ersichtlich, dass sich Eingangs- und Ausgangsspannung formal voneinander unterscheiden. Zu untersuchen wäre, welche der drei Möglichkeiten zutreffen:

- U1 = U2
- U1 > U2
- U1 < U2

Laborversuch: Untersuchung einer Leitungsnachbildung

In einem Laborversuch messen die Schüler an einer Leitungsnachbildung alle Spannungsfälle bei zwei unterschiedlichen Belastungen. Die Schüler stellen fest, dass bei einem kleinen Lastwiderstand die Ausgangsspannung sinkt und der Spannungsfall auf der Leitung steigt (siehe Anhang: Laborversuch 2.1).

Die elektrische Spannung U und die elektrische Feldstärke E

Die empirisch gewonnene Erkenntnis, dass bei zunehmender Belastung die

Spannung am Ende der Leitung sinkt, motiviert zu einer differenzierten Untersuchung des Spannungsbegriffes. Da der Begriff der elektrischen Spannung sehr abstrakt und für Schüler schwer verständlich ist, ist es sinnvoll ihn über seine Kraftwirkung auf Ladungen im elektrischen Feld zu „veranschaulichen“. Ein Demonstrationsversuch zeigt, wie die Kraft auf einer hängenden zwei Kondensatorplatten hängenden elektrisch geladenen Stanniolkugel steigt, wenn die Spannung der an den Kondensatorplatten angeschlossenen Spannungsquelle erhöht wird (Abb. 4).

Die Herleitung der elektrischen Spannung

Bevor die Formel für die elektrische Spannung hergeleitet wird, wird am Beispiel der Hubarbeit gezeigt, dass die zu verrichtende Arbeit proportional zur Masse und Höhe ansteigt. Der Quotient aus mechanischer Arbeit und Masse ist unter der Voraussetzung, dass der Weg konstant bleibt, konstant. Der Quotient aus Arbeit und Masse ist also **nur** vom zurückgelegten Weg abhängig. Diese Erkenntnis kann auf den Spannungsbegriff übertragen werden. Die Analogie zwischen Gravitationsfeld und elektrischem Feld erleichtert den Lernenden den Zugang zu den empirisch nicht mehr nachvollziehbaren Gedankenversuchen im elektrischen Feld.

In einem elektrischen Feld herrscht **zwischen** zwei beliebigen Punkten 1 und 2 (die nicht auf einer gemeinsamen Äquipotenziallinie liegen) eine Spannung. Diese Spannung wird als die auf eine Probeladung Q_p bezogene Verschiebungsarbeit W_{mech} definiert, die in einem homogenen elektrischen Feld verrichtet werden muss, um diese Ladung von Punkt 1 nach Punkt 2 zu transportieren.

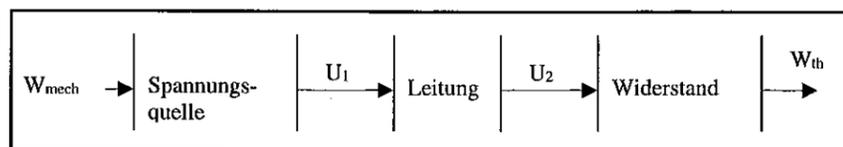


Abb. 3: *Energie transport auf einer Leitung*

Die elektrische Stromstärke I

Der Begriff der Stromstärke wird vereinfacht als die sich nicht zeitlich ändernde Ladungsmenge festgelegt, die in einer Sekunde durch einen beliebigen Leiterquerschnitt fließt. Damit ein Strom fließen kann, muss die Kraft

$$F_{el} = E \cdot Q$$

auf die Ladung einwirken. Es muss also im Leiter ständig ein elektrisches Feld E vorhanden sein. In vielen Schulbüchern wird dieser entscheidende Sachverhalt einfach weggelassen. Die mittlere Geschwindigkeit der Leitungselektronen ist unerwartet klein. In einem Kupferdraht mit einem Leiterquerschnitt von 1 mm² und einer Stromstärke von 1 A beträgt sie nur 0,074 mm/s.

Laborversuch: Das ohmsche Gesetz

Das sichere Verständnis des ohmschen Gesetzes ist wohl die wichtigste Voraussetzung für das selbstständige Lösen elektrotechnischer Problemstellungen. In einem Laborversuch nehmen die Schüler Messreihen von drei Widerständen auf und stellen sie als Kennlinien im Spannungs-Strom-Diagramm grafisch dar.

Entgegen der üblichen Konvention wird das ohmsche Gesetz nicht in der Form $I = f(U_q)$ eingeführt, sondern als funktionale Beziehung zwischen Spannungsfall und Stromstärke: $U_R = f(I)$. Die erste Variante ($I \sim U_q$) ist für Schüler sicherlich leichter zu verstehen, weil die in ihr enthaltene Assoziation von Ladungstrennung und Stromfluss auf der Modellebene des Elektronenflusses bildhaft vorstellbar ist: Wenn mehr Ladungen getrennt werden (= Erhöhung der Quellspannung), dann müssen auch im Stromkreis mehr Elektronen fließen (= Vergrößerung der Stromstärke). Da aber innerhalb

der hier vorgestellten Gesamtkonzeption der Begriff des Spannungsfalles

$$U_R = R \cdot I$$

im Mittelpunkt stehen soll, ist die zweite Variante der ersten vorzuziehen.

Das ohmsche Gesetz sagt in der oben dargestellten Form aus, dass der Strom I am Widerstand R den Spannungsfall U_R „erzeugt“. Systemtechnisch lässt sich dieses physikalische Phänomen der Strom-Spannungs-Wandlung einfach darstellen. Die Stromstärke ist die Eingangsgröße und der Spannungsfall ist die Ausgangsgröße des Systems „Widerstand“.

Der Widerstand ist also ein Strom-Spannungs-Wandler.

Die systemtechnische Darstellung liefert aber noch keine Begründung für das Phänomen des Spannungsfalles. Warum längs eines Leiterabschnittes eine Spannung „abfällt“, lässt sich nur mithilfe des Arbeitsbegriffes sinnvoll erklären. Gegen den Widerstand des

Leitermaterials muss Arbeit verrichtet werden, damit die Ladung Q von Punkt 1 nach Punkt 2 transportiert werden kann.

Bei der physikalischen Begründung des Spannungsfalles zeigt sich, wie vorteilhaft es sein kann, wenn die Spannung über den Arbeitsbegriff, als Arbeit pro Ladung, eingeführt wird. Weil die Feldstärken im Leiter sehr klein sind, sind auch die Spannungsfälle sehr klein. Bei einer Stromdichte von 2 A/mm² ergibt sich im Innern eines Kupferleiters eine Feldstärke von 0,035 V/m (Abb. 5).

Der Leiterwiderstand

Die Einsicht, dass der Leiterwiderstand zur Leiterlänge direkt und zu seiner Querschnittsfläche umgekehrt proportional ansteigt, ist für Schüler relativ leicht nachvollziehbar. Schwierigkeiten bereitet der Begriff des spezifischen Widerstandes. Deshalb sollen die Schüler aus vorgegebenen Messdaten, Spannungsfälle und Stromstärken von 1 m langen Leitungen (Querschnitt: 1 mm²), die spezifischen Wi-

derstände ρ und Leitwerte γ der wichtigsten Leiterwerkstoffe berechnen und anhand der Ergebnisse begründen, welches der beste Leiterwerkstoff ist.

Die elektrische Leistung P

Ein Demonstrationsversuch soll die Frage klären, ob die Spannung an einem Widerstand beliebig erhöht werden darf. In einem einfachen Stromkreis mit einem Kohleschichtwiderstand (R = 10 Ω, 0,25 W) als Verbraucher wird die Spannung allmählich erhöht. Beim Überschreiten einer bestimmten Spannung (ab etwa 2 V) verdampft der Widerstand. Das beschriebene Phänomen wird zum Anlass genommen, danach zu fragen, was unter elektrischer Leistung genau zu verstehen ist und wie sie berechnet werden kann (siehe Anhang: Arbeitsblatt 2.7).

Laborversuch: Gesetze der Reihenschaltung

Die messtechnische Untersuchung geht den bekannten üblichen Weg. Zusätzlich sollen noch die Leistungsaufnahmen der einzelnen Widerstände berechnet werden, damit gezeigt werden kann, dass sich die gesamte Leistungsaufnahme aus der Summe der Teilleistungen zusammensetzt (Energieprinzip).

Dimensionierung einer elektrischen Leitung

Vorgegeben werden die Leiterlänge, die Leistungsaufnahme des Verbrauchers, der zulässige Spannungsfall in % und die Eingangsspannung. Die Schüler sollen den Leiterquerschnitt berechnen.

Ein Programm zur Leitungsberechnung

Diese Übung verfolgt einerseits den Zweck, die für die Leitungsdimensionierung notwendigen einzelnen Arbeitsschritte weiter zu festigen. Andererseits bereitet sie schon auf später verlangte Kenntnisse vor, die für die Programmierung von Steuerungen (strukturierter Text für SPS) vorausgesetzt sind. Sinnvoll ist diese Übung aber nur, wenn sie sich in das Lernfeld

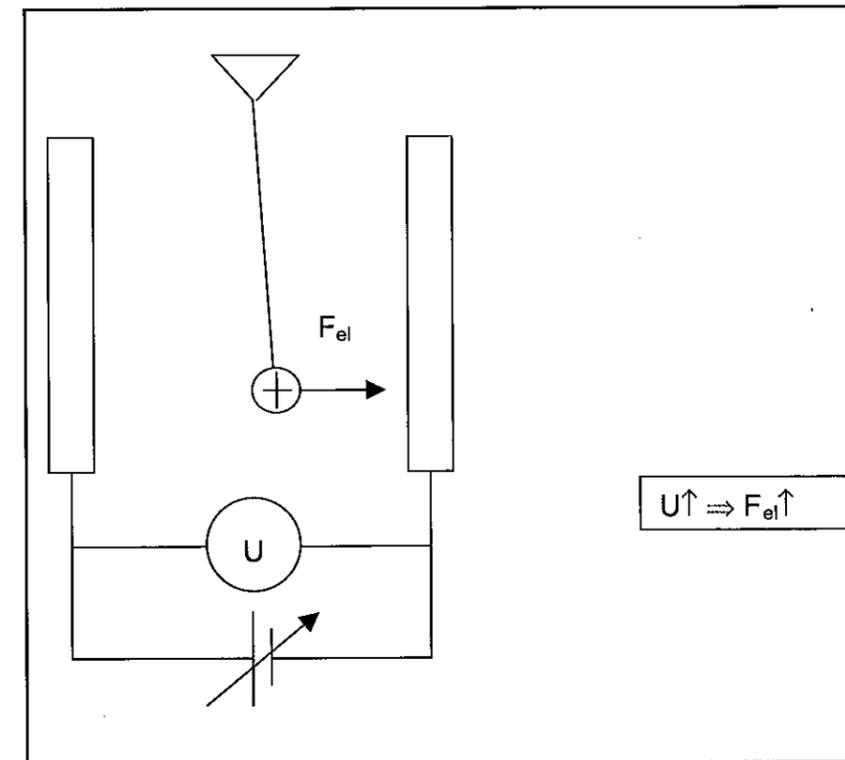


Abb. 4: *Kraftwirkung auf eine Ladung im homogenen elektrischen Feld*

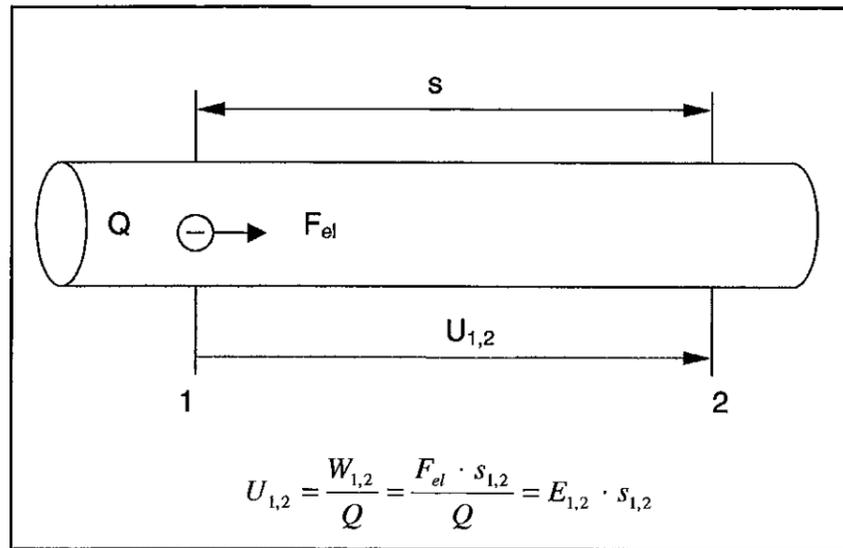


Abb. 5: Spannungsfall längs einer Leitung

„Kommunizieren mithilfe von Datenverarbeitungssystemen“ einbeziehen lässt. Die Schüler erhalten einen Pascal-Quelltext, der alle Anweisungen zur Berechnung der Leitungsdimensionierung im Hauptprogramm enthält. Sie sollen den Quelltext analysieren, editieren, kompilieren und testen. Nach erfolgreichem Programmtest erhalten die Schüler den Auftrag, zwei weitere Programmversionen zu erstellen. Einmal sollen alle zusammengehörigen Anweisungen als Prozeduren und zum anderen als Funktionen ausgelegt werden.

Der Innenwiderstand von Spannungsquellen

In der Einstiegssituation wird den Schülern das Problem gestellt, den Kurzschlussstrom einer 1,5 V Monozelle zu berechnen. Da beim Kurzschluss kein Lastwiderstand vorhanden ist, müsste der Kurzschlussstrom unendlich groß sein. Da dies aber unmöglich ist, wird der innere Aufbau einer Batterie näher untersucht. Der Innenwiderstand wird als der sich zwischen den Elektroden befindende Widerstand des Elektrolyten identifiziert. Der Spannungsfall am Innenwiderstand wird als Ursache für die Verminderung der Klemmenspannung herausgearbeitet. Das Arbeitsblatt enthält eine Tabelle, in der die Schüler für verschiedene Lastwiderstände die

berechneten Klemmenspannungen, Stromstärken und Ausgangsleistungen eintragen müssen. Der Wert für den Innenwiderstand und Quellspannung wird vorgegeben. Anschließend zeichnen und interpretieren sie die Kennlinien der Klemmenspannung und Leistungsparabel (Leistungsanpassung $R_L = R_i$).

Laborversuch: Gesetze der Parallelschaltung

Die Schüler erarbeiten sich auf der Grundlage der zuvor eingeübten Methoden die Gesetze der Parallelschaltung selbstständig. Sie analysieren zunächst die Struktur realer Stromkreise und finden heraus, dass elektrische Verbraucher parallel geschaltet werden. Diese Feststellung wirft die Frage auf, wie der Leiterquerschnitt der Zuleitung zu dimensionieren ist. Die Schüler entwickeln eine Messschaltung für drei parallel geschaltete Widerstände und erarbeiten sich durch

	R_1	R_2	R_3	R_{ges}
R in kΩ	1	2,2	3,3	
I in mA				
U in V				12
P in mW				

Abb. 6: Messwertaufnahme Parallelschaltung

Analyse der Messergebnisse die Gesetze der Parallelschaltung. Anschließend leiten sie unter Verwendung des Energiesatzes die Formeln für die Parallelschaltung her.

Der Stellenwert von Rechenübungen

Begriffsbildung lässt sich als ein Prozess fortschreitender Abstraktion beschreiben. Aus den Phänomenen werden nach und nach die relevanten Aspekte isoliert und in eine auf Konventionen beruhende Symbolik übersetzt. In den Formeln, die die physikalischen Gesetzmäßigkeiten beschreiben, liegen die Begriffe in ihrer konzentriertesten, aber auch gleichzeitig in ihrer abstraktesten Gestalt vor. Gelingt es dem Lernenden, den Abstraktionsprozess nachzuvollziehen bzw. sogar selbst zu gestalten, so verfügt er über ein mächtiges Instrumentarium zur Beherrschung von Komplexität. Die Mannigfaltigkeit der Erfahrung lässt sich nach sachlogischen Gesichtspunkten gestalten und ordnen. Die so gewonnene Übersicht gewährleistet auf der Grundlage der Mathematik eine sichere Orientierung innerhalb des Ganzen. Dass die Mathematik ein unentbehrliches Hilfsmittel der Beschreibung und Erkenntnis ist, ist in den Ingenieurwissenschaften längst eine Selbstverständlichkeit:

„Es ist nicht möglich, dass jeder Einzelne alle Erfahrungen, die im Laufe der Zeit gemacht worden sind, in der gleichen Reihenfolge und Vollständigkeit sammelt, besonders wegen der Fülle des Erfahrungsmaterials, die ungeheuer groß ist im Vergleich zu dem, was ein Mensch während seines Lebens auf diese Weise aufnehmen könnte. Daher ist es nötig, die Erfahrungen in eine möglichst konzentrierte Form zu bringen und in dieser Form zu verbreiten. Ein Hilfsmittel dazu stellt die Mathematik dar, die, vom Standpunkt der Anwendung aus betrachtet, einerseits eine Art Kurzschrift zur Zusammenfassung der Erkenntnisse bildet und andererseits Anweisungen für die Auswertung dieser Erkenntnisse gibt. Aus diesem Grunde sind mathematische Kenntnisse eine unentbehrliche Voraussetzung zum Verständnis der Ingenieurwissenschaften.“

ten. Die mathematischen Verfahren ermöglichen es, viel kompliziertere Zusammenhänge zu erfassen, als es mit bloßem Nachdenken möglich wäre; sie können Denkprozesse ersetzen, die über die Fähigkeit des menschlichen Gehirns weit hinausgehen“ (KÜPFMÜLLER, S. 2).

Die mathematischen Methoden der Ingenieurwissenschaften dürfen aber nicht unreflektiert von der Fachdidaktik übernommen werden. Das Tätigkeitsfeld des Ingenieurs liegt vornehmlich in der Synthese, während der Facharbeiter schwerpunktmäßig mit der Herstellung, Modifikation und Wartung technischer Systeme beauftragt ist. Dennoch ist es gerechtfertigt, auch angehende Facharbeiter mit Mathematik zu konfrontieren, wenn sie dazu beiträgt, das Verständnis komplizierter physikalischer und technischer Zusammenhänge zu fördern. Die Berufsschulmathematik lässt sich für die Grundlagen der Elektrotechnik auf vier elementare Strukturen reduzieren (vgl. Abb. 7).

Das Herausarbeiten der elementaren funktionalen Zusammenhänge ist kein Selbstzweck. Durch die Anstrengung des Gedankens trägt es mit dazu bei, die Grundbegriffe besser zu verstehen. Außerdem können bei abgesicherter Kenntnis und Beherrschung der elementaren Funktionen diese als Heuristik herangezogen werden, wenn

	Funktion	Beziehung zwischen abhängiger und unabhängiger Variablen	Bezug
1	$y = m \cdot x$	$y \sim x$	Ohmsches Gesetz $U_R \sim I$
2	$y = \frac{a}{x}$	$y \sim \frac{1}{x}$	Ohmsches Gesetz $I \sim \frac{1}{R}$ Leistungshyperbel $I \sim \frac{1}{U}$
3	$y = a \cdot x^2$	$y \sim x^2$	el. Leistung $P_{el} \sim I^2$
4	$y = m \cdot x + b$		Klemmenspannung

Abb. 7: Mathematische Zusammenhänge

es darum geht, neue funktionale Zusammenhänge (Drehzahl-Drehmomentkennlinie, Spannungs-Frequenzkennlinie usw.) zu erschließen. Das Erkennen von funktionalen Beziehungen verlangt immer wieder nur die Beantwortung der einfachen Grundfrage: Ist der interessierte Zusammenhang zwischen zwei physikalischen Größen linear, nichtlinear, direkt oder umgekehrt proportional. Da Kennlinien ein sehr wichtiges methodisches Instrumentarium der Erkenntnisgewinnung und Veranschaulichung sind, sollte ihre empirische Ermittlung und mathematisch begriffliche Fundierung auch im Unterricht angemessen berücksichtigt werden.

Des Weiteren werden mathematische Kompetenzen noch bei den als Textaufgaben ausgelegten Rechenübungen benötigt und gefördert. Rechenübungen haben folgenden didaktischen Wert:

- sie verdeutlichen die kausalen und quantitativen Beziehungen zwischen den physikalischen Grundgrößen;
- sie vermitteln ein „Gefühl“ für Größenordnungen;
- sie fördern das abstrakte Denken;
- sie zwingen zum sachlogischen Denken (Einhalten von Arbeitsschritten);
- sie bieten ständig Anlass den Umgang mit Formeln einzuüben;
- sie steigern die Gedächtnisleistung;

- sie gewöhnen an den Umgang mit den abstrakten Größen, bauen somit Barrieren ab (die anfängliche Fremdheit wird zur Vertrautheit).

Diskussion

Das Postulat des handlungsorientierten Unterrichts, nach dem sich die Schüler die Unterrichtsinhalte möglichst selbstständig ohne dirigistische Vorgaben und Eingriffe des Lehrers erarbeiten sollen, kann von dem hier vorgestellten Konzept nur bedingt eingelöst werden.

Zu bedenken ist erstens, dass der Lehrplan für die traditionellen Inhalte der Grundlagen Elektrotechnik im Lernfeld 3 „Installieren elektrischer Betriebsmittel“ nur 100 Unterrichtsstunden zur Verfügung stellt.

Zweitens zeigt die Erfahrung im Unterricht immer wieder, dass nur die prozentual gering vertretenen leistungsstarken und hochmotivierten Schüler, die auch über einschlägige Vorkenntnisse verfügen, überhaupt in der Lage sind, sich abstrakte und schwierige Zusammenhänge selbstständig zu erarbeiten.

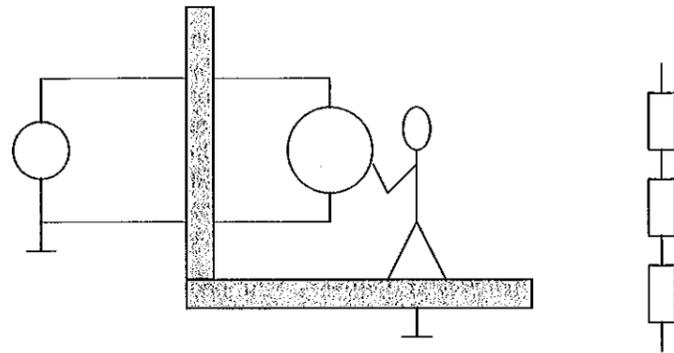
Deshalb scheint es eher sinnvoll zu sein, im ersten Ausbildungsjahr mit einem mehr lehrgangsmäßigen Vorgehen eine sichere Grundlage zu legen, in die auch das wichtigste methodische Instrumentarium mit einfließt.

Den Schülern sollte die Methodenkompetenz vermittelt werden, dass beim Bewältigen eines Problems die Problemstellung deutlich herausgearbeitet werden muss. Danach sind die Einflussgrößen zu benennen und ihre kausalen Beziehungen zu untersuchen. Wenn ein Schüler das Prinzip der Kausalität und der Verallgemeinerung beherrscht, dann wird er auch sehr wahrscheinlich in der Lage sein, sich selbstständig Neues zu erschließen, weil er die hierfür notwendige Transferleistung erbringen kann.

1. Analyse eines Körperschlusses

Problemstellung:

Das Arbeiten an elektrischen Betriebsmitteln kann lebensgefährlich sein, wenn eine leitende Verbindung zwischen einem Leiter des Betriebsmittels (z. B. durch fehlerhafte Isolation) und dem Gehäuse des Betriebsmittels entsteht. Diesen Fehlerfall nennt man Körperschluss.



Aufgaben:

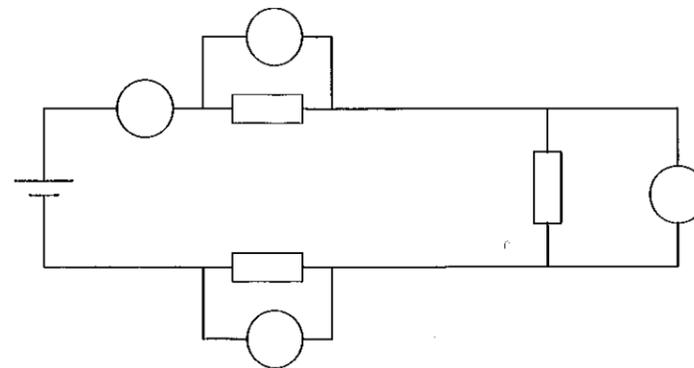
- Beschreiben Sie die dargestellte Gefahrensituation.
- Zeichnen Sie die Stromwege ein.
- Markieren Sie die Übergangswiderstände.
- Stellen Sie einen Zusammenhang zwischen der dargestellten Gefahrensituation und der Reihenschaltung aus den drei Widerständen her.
- Wie werden die drei Widerstände bezeichnet?
- In welcher Größenordnung liegen die drei Widerstände?
- Durch welche technische Maßnahme lässt sich die dargestellte Gefahrensituation verhindern?
- Wie kann der Mensch sich gegen eine solche Gefahrensituation besser schützen?
- Führen Sie einen Laborversuch durch, der die dargestellte Gefahrensituation nachbildet.

2.1 Laborversuch: Untersuchung einer Leitungsnachbildung

Mit Laborversuchen werden die realen Verhältnisse nachgebildet, um das Verhalten und die Gesetzmäßigkeiten von elektrischen Systemen besser verstehen zu können.

Aufgaben:

Beschreiben Sie die Messschaltung.
Gegeben:
 $U_1 = 12\text{ V}$, $R_{L1} = R_{L2} = 10\ \Omega$



Tragen Sie die fehlenden Größen in die Messschaltung ein.

Messen Sie alle Spannungen und den Strom für einen Lastwiderstand von $R_2 = 220\ \Omega$ und $R_2 = 100\ \Omega$.

Lastwiderstand R_2	Ausgangsspannung U_2	Stromstärke I
220 Ohm		
100 Ohm		

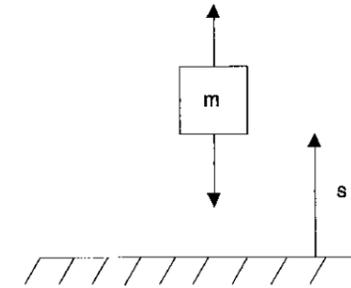
Werten Sie die Versuchsergebnisse aus.
Stellen Sie ein Programm über die Themen auf, die nachfolgend genauer behandelt werden müssten.

2.3 Die Herleitung der elektrischen Spannung

Spannung ist Arbeit pro Ladung.

Gravitationsfeldstärke g

Das Gravitationsfeld ist der Zustand eines Raumes, in dem auf eine Masse m eine Kraft ausgeübt wird.



$$W_{mech} = F_{mech} \cdot s$$

$$F_{mech} = F_G$$

$$F_G = g \cdot m$$

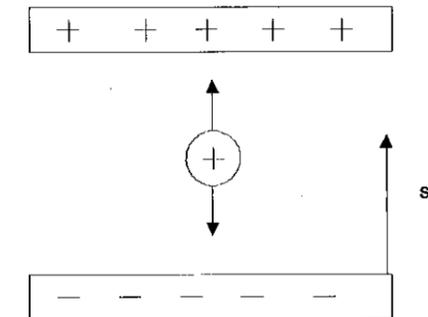
$$W_{mech} = g \cdot m \cdot s$$

$$\frac{W_{mech}}{m} = g \cdot s \text{ (nicht definiert)}$$

$$W_{kin} = W_{pot}$$

elektrische Feldstärke E

Das elektrische Feld ist der Zustand eines Raumes, in dem auf eine elektrische Ladung Q_p eine Kraft ausgeübt wird.



$$W_{mech} = F_{mech} \cdot s$$

$$F_{mech} = F_{el}$$

$$F_{el} = E \cdot Q_p$$

$$W_{mech} = E \cdot Q_p \cdot s$$

$$U = \frac{W_{mech}}{Q_p} = E \cdot s$$

$$W_{el} = W_{mech}$$

Aufgaben:

- Tragen Sie die fehlenden Größen in die Skizzen ein.
- Erklären Sie den Begriff der physikalischen Arbeit.
- Welche Bedingungen müssen erfüllt werden, damit überhaupt physikalische Arbeit verrichtet wird?
- Vergleichen Sie, wie Arbeit im Gravitationsfeld und im elektrischen Feld verrichtet wird.
- Beschreiben Sie die Herleitung der Formel für die Berechnung der elektrischen Spannung.
- Beschreiben Sie die prinzipiellen physikalischen Vorgänge, die in einer Spannungsquelle ablaufen müssen.
- Zeichnen Sie das Blockschaltbild einer Spannungsquelle mit der Ein- und Ausgangsgröße.

Literatur

BADER, R.: Entwicklung beruflicher Handlungskompetenz durch Verstehen und Gestalten von Systemen. In: Die berufsbildende Schule 43 (1991) H. 7/8, S. 441-458.

FABER, G.: Systemdidaktik. Bausteine einer Didaktik für das Berufsfeld Elektrotechnik. In: LIPSMEIER, A.; RAUNER, F. (Hrsg.): Beiträge zur Fachdidaktik Elektrotechnik. Stuttgart 1996, S. 161-179.

GRÜNER, G.: Die didaktische Reduktion als Kernstück der Didaktik. In: Die deutsche Schule (1967) H. 7/8, S. 414-430.

HEIMANN, B.; GERTH, W.; POPP, K.: Mechatronik. Komponenten - Methoden - Beispiele. München, Wien 1998.

HÜBSCHER, H.; KLAUE, J.: Neue Berufe. Installieren elektrischer Betriebsmittel. Braunschweig 1999.

KÖPFMÜLLER, K.: Einführung in die theoretische Elektrotechnik. Berlin, Heidelberg, New York 1973.

MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.): Lehrplan für den Ausbildungsberuf Mechatronikerin/Mechatroniker.

OREAR, J.: Physik. München, Wien 1982, S. 335-341.

PETERSEN, W.: Die Gestaltung einer arbeitsorientierten Fachbildung im Berufsfeld Elektrotechnik aus curricularer Sicht. In: LIPSMEIER, A.; RAUNER, F. (Hrsg.): Beiträge zur Fachdidaktik Elektrotechnik. Stuttgart 1996; S. 277-306.

RAUNER, F.: Elektrotechnik-Grundbildung - Zu einer arbeitsorientierten Gestaltung von Lehrplänen im Berufsfeld Elektrotechnik. In: LIPSMEIER, A.; RAUNER, F. (Hrsg.): Beiträge zur Fachdidaktik Elektrotechnik. Stuttgart 1996, S. 86-102.

RODDECK, W.: Einführung in die Mechatronik. Stuttgart 1997.

SCHELTEN, A.: Einführung in die Berufspädagogik. Stuttgart 1994.

SCHELTEN, A.: Aktuelle Problemstellungen einer Fachdidaktik Elektrotechnik. In: ZEITSCHRIFT FÜR BERUFS- UND WIRTSCHAFTSPÄDAGOGIK 79 (1983) H. 9, S. 654-664.

UPHAUS, J.: Mechatroniker/-in: ein neuer Ausbildungsberuf entsteht. In: Der berufliche Bildungsweg (1999) H. 2, S. 11-14.

2.7 Die elektrische Leistung P

Problemstellung:

Die Ströme, die durch Widerstände fließen, dürfen nicht beliebig groß sein. Für jeden Widerstand ist eine Leistung in Watt angegeben, die nicht überschritten werden darf. Zu untersuchen wäre also, was unter elektrischer Leistung genau zu verstehen ist und wie sie berechnet werden kann.

Der Spannungsfall an einem Widerstand beträgt $U_R = R \cdot I$

Für den Spannungsfall U_R kann die Definition der Spannung eingesetzt werden.

Bringt man Q auf die rechte Seite der Gleichung, erhält man eine Formel für die elektrische Arbeit:

Die Ladung Q kann durch das Produkt aus Stromstärke und Zeit ersetzt werden:

Unter Leistung versteht man die Arbeit, die pro Zeit verrichtet wird:

Die elektrische Leistung steigt also proportional zum Quadrat der elektrischen Stromstärke.

Aufgaben:

Leiten Sie die Formeln $P_{el} = U \cdot I$ und $P_{el} = \frac{U^2}{R}$ her.

Zeichnen Sie die Leistung $P = 10$ Watt zweimal in ein Spannungs-Strom-Diagramm ein. Die Spannungen sollen $U_1 = 10$ V und $U_2 = 1$ V betragen.

Zeichnen Sie die Widerstandskennlinien für $R_1 = 1$ k Ω und $R_2 = 2$ k Ω in ein Spannungs-Strom-Diagramm. Zeichnen Sie in dieses Diagramm die Leistungshyperbel für $P = 1$ Watt ein.

$$\frac{W_{el}}{Q} = R \cdot I$$

$$W_{el} = R \cdot I \cdot Q$$

$$W_{el} = R \cdot I \cdot I \cdot t$$

$$P_{el} = R \cdot I^2$$

Peter Gerds

Arbeitsprozesswissen und Fachdidaktik

Eine moderne berufliche Bildung zeichnet sich vor allem dadurch aus, dass sie sich auf die Aufgaben bezieht, die für die kompetente Ausübung eines Berufes unerlässlich sind. Sie bezieht sich auf dasjenige Wissen und Können, das in den beruflichen Arbeitsprozessen abgefordert und zugleich gebildet wird. Lehrer für berufliche Bildung benötigen daher Vorstellungen und Erfahrungen dieses beruflichen Wissens und Könnens, das auch als Arbeitsprozesswissen bezeichnet wird. An einigen Universitäten werden daher für die fachliche Ausbildung von Berufspädagog/-innen so genannte Berufs(feld)wissenschaften entwickelt, die die Erforschung und Lehre dieses Arbeitsprozesswissens zum Gegenstand haben. Es zeigt sich nun, dass auch die Be-

rufs(feld)wissenschaften, die die herkömmlichen disziplinären „Bezugswissenschaften“ langfristig ersetzen sollen, ohne Fachdidaktik nicht auskommen. Denn von den bisher vorliegenden Forschungen zum Arbeitsprozesswissen bis zu ihrer Umsetzung in der beruflichen Bildung ist es noch ein langer Weg.

Berufsschullehrer beklagen die geringe Relevanz ihres Studiums für ihre Tätigkeit

In einer 1998 durchgeführten Befragung aller 3200 Lehrer der Hamburger berufsbildenden Schulen gaben diese im Mittelwert an, dass sie die Bedeutung der von ihnen an der Universität studierten Inhalte für ihre Tätigkeit als Berufsschullehrer für na-

hezu „völlig unwichtig“ halten¹. Dagegen schätzen sie die praktischen Erfahrungen, die sie im Verlauf einer Berufsausbildung bzw. einer Berufstätigkeit vor dem Studium gemacht haben, als deutlich wichtiger ein, um ihrem Bildungs- und Qualifizierungsauftrag gerecht zu werden, wengleich auch hier keine positiven Werte erreicht wurden. Diese leicht negative Einschätzung der berufspraktischen und sehr negative Einschätzung wissenschaftlichen Vorbereitung auf den Lehrerberuf gilt mit einer erstaunlich geringen Schwankungsbreite für die Lehrer aller beruflichen Fachrichtungen. Dieses Urteil löst auch deshalb Erstaunen aus, weil in Hamburg das Studium der beruflichen Fachrichtung bereits seit den 1920er-Jahren nur zum Teil identisch ist mit dem Studium ei-

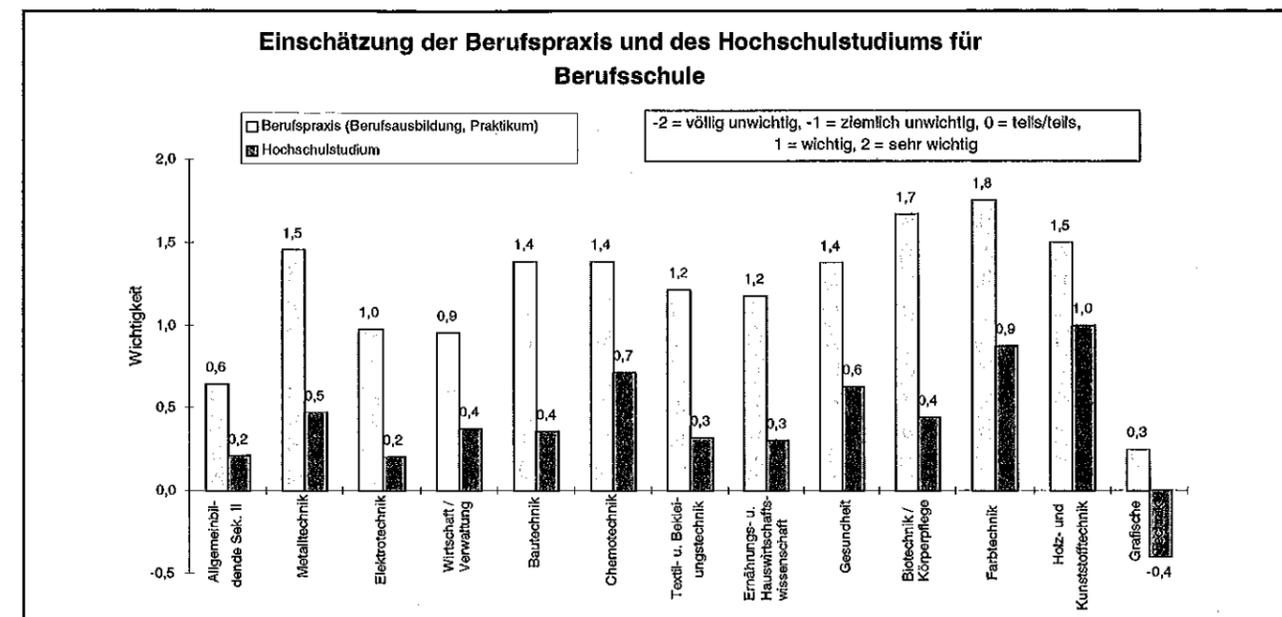


Abb. 1: Einschätzung von Bedeutung der Berufspraxis und des Studiums für die Tätigkeit als Berufsschullehrer/Innen

ner „korrespondierenden Fachwissenschaft“ (z. B. einer Ingenieurwissenschaft) und dort seit langer Zeit erhebliche Anstrengungen unternommen werden, einen stärkeren Bezug herzustellen zur Facharbeit in den Berufsfeldern bzw. beruflichen Fachrichtungen, für die die Lehrer ausgebildet werden.

Bemerkenswert ist übrigens auch das Ergebnis, dass diese durchweg negative Bewertung des Studiums unabhängig ist von der Universität, an der die Lehrer studiert haben. Auch wenn Verallgemeinerungen unzulässig sind, könnte es zutreffen, dass die jeweiligen Einschätzungen der befragten Absolventen anderer Universitäten die Hamburger Ergebnisse in der Kritik noch übertreffen.²

Diese Ergebnisse könnten den Schluss nahelegen, dass das absolvierte Hochschulstudium zumindest für den Unterricht in den berufsvorbereitenden Klassen, aber auch im Berufsschulunterricht weitgehend entbehrlich ist und dass erfahrene Praktiker hierfür besser geeignet sind. In einer radikalen Konsequenz könnten die Ergebnisse den Schluss nahelegen, das Universitätsstudium wieder abzuschaffen und zum Erlass des Reichsministers für Erziehung von 1943 zu-

rückzukehren, wonach Berufsschullehrer die Meisterprüfung und ein viersemestriges berufspädagogisches Seminar zu absolvieren haben. Nun würde eine solche „Reform“ nicht nur tiefgreifende standes- und besoldungspolitische Folgen für die Betroffenen haben, sie würde auch das Ende des deutschen Berufsausbildungssystems, zumindest aber seiner Anbindung an die Sekundarstufe II mit ihren studienvorbereitenden Bildungsgängen bedeuten.

Da dieses aber aus nicht nur standespolitisch motivierten Gründen niemand will, bleibt die seit der Verlagerung des Studiums der Berufspädagogen an die wissenschaftlichen Hochschulen in den 1960er-Jahren bestehende Aufgabe, das Fachstudium so zu entwickeln, dass das zentrale hochschuldidaktische Problem der adäquaten Bezugswissenschaft für die Erforschung und Lehre der Inhalte und Formen von Facharbeit endlich gelöst wird.

Eine in jüngster Zeit äußerst kontrovers und teilweise polemisch diskutierte Möglichkeit, dieses Problem der prinzipiell nicht aufhebbaren geringen Relevanz des Studiums einer herkömmlichen universitären „Bezugswissenschaft“ für die Berufspraxis der

Lehrer zu lösen, wird in der Entwicklung eigenständiger Berufs(feld)wissenschaften gesehen (PAHL/RAUNER 1998; GERDS/RAUNER/HEIDEGGER 1999)³. Diese sollen an die Stelle der herkömmlichen wissenschaftlichen Disziplinen treten, die seit der Akademisierung des Studiums den fachlichen Kern mit einem Umfang von mindestens 50% des gesamten Studiums bilden und den Fundus für die Auswahl der Studieninhalte darstellen.

So soll beispielsweise die zu entwickelnde universitäre Berufs(feld)wissenschaft Metalltechnik das Studium der etablierten Ingenieurwissenschaft des Maschinenbaus längerfristig ersetzen. Das schließt nicht aus, dass dieses neue wissenschaftliche Fach auch Inhalte des Maschinenbaus einschließt; jedoch nur in dem Umfang, wie es für die Ausbildung von Facharbeitern erforderlich und unentbehrlich ist.

Eine berufliche Fachrichtung oder Berufs(feld)wissenschaft als neu zu entwickelndes wissenschaftliches Lehrgebiet und fachlicher Kern des Studiums der Berufspädagogen konstituiert sich damit durch den „doppelten Praxisbezug“: den Bezug auf die Inhalte und Formen von Facharbeit in einem

Berufsfeld und auf das Lernen und Lehren in der beruflichen Bildung.

Das Vorhaben, diese beruflichen Fachrichtungen zu entwickeln, stellt sich nun zunächst als eine langfristige Forschungsaufgabe von enormem Aufwand und höchster Komplexität: Bedeutet es doch nicht weniger, als die gegenwärtigen und zukünftigen Inhalte und Formen von Facharbeit zu erforschen, in Lehrgebieten zusammenzufassen und zu systematisieren und es für die universitäre Lehre unter dem Gesichtspunkt des beruflichen Lernens und Lehrens aufzubereiten.

Gegenwärtig liegen zu dieser Programmatik die Ergebnisse einiger Forschungs- und Entwicklungsvorhaben vor (FISCHER/JUNGBLUT/RÖMMERMANN 1995; DRESCHER 1996; PAHL/MALEK 1996; FISCHER/RÖBEN 1997; SCHREIER 1998; RAUNER/SPÖTTL 2001). Die wesentlichen Erkenntnisse dieser Forschungen beziehen sich auf die zentrale Kategorie des Arbeitsprozesswissens, von der daher im Folgenden die Rede sein wird mit Blick auf die didaktisch wesentliche Frage seiner Lern- und Lehrbarkeit in der beruflichen Bildung.

Was ist Arbeitsprozesswissen?

Die Forschungen zum Arbeitsprozesswissen nehmen ihren Ausgang von der Frage, wie Facharbeiter konkret bei der Bewältigung ihrer Arbeitsaufgaben vorgehen. Dabei wird untersucht, welche Kompetenzen, welches Wissen und welche Erfahrungen bei der Bearbeitung von (berufstypischen) Aufgaben einerseits eingebracht werden, andererseits gebildet werden. Dabei ist auch der kompetenzförderliche (oder -behindernde) Einfluss der benutzten Werkzeuge, Maschinen, Arbeitsmittel oder auch der Kooperations- und Arbeitsorganisationsformen mit zu erforschen, denn diese werden im Interesse der zu entwickelnden menschlichen Fähigkeiten als potenzielle Gestaltungsgegenstände betrachtet (vgl. SPÖTTL 1998).

Nach einer Definition von M. FISCHER u. a. (1997) ist berufliches Arbeitsprozesswissen von Facharbeitern

- „... dasjenige Wissen, das im Arbeitsprozess unmittelbar benötigt wird (im Unterschied zu einem fachsystematisch strukturierten Wissen);
- es wird meist im Arbeitsprozess selbst erworben, z. B. durch Erfahrungslernen, schließt aber die Verwendung fachtheoretischer Kenntnisse nicht aus;
- es umfasst einen vollständigen Arbeitsprozess, im Sinne der Zielsetzung, Planung, Durchführung und Bewertung der eigenen Arbeit im Kontext betrieblicher Abläufe.“

Diese Definition macht zweierlei deutlich:

Erstens: Das Arbeitsprozesswissen der Facharbeiter unterscheidet sich deutlich von dem der Ingenieure, die bei der Bearbeitung ingenieurstypischer Aufgaben ohne einen soliden, fachsystematisch strukturierten Wissensfundus nicht auskommen, dessen Sockel außerhalb des Arbeitsprozesses erworben wurde und der in der Regel auch durch gezielte, systematische Fortbildung außerhalb des unmittelbaren Arbeitsprozesses weiterentwickelt wird. Die genaue Kenntnis der spezifischen Besonderheiten der im Produktionsprozess von den Facharbeitern verwendeten Maschinen, Werkzeuge, Hilfsmittel usw. ist nicht unbedingt erforderlich. Der Arbeitsprozess der Ingenieure schließt selbstverständlich die nutzbringende Verwendung praktischer Kenntnisse und Erfahrungen mit Facharbeit, soweit vorhanden, nicht aus. Das gilt vor allem dann, wenn Ingenieure Maschinen, Systeme und Arbeitsmittel konstruieren und entwickeln, mit denen auch Facharbeiter umgehen. Dieses Wissen kann sich sogar als sehr nützlich bei der Entwicklung und Optimierung von Arbeitssystemen erweisen und Entwicklungs- und Einführungszeiten erheblich reduzieren. Gleichwohl ist dieses Wissen nicht identisch mit dem auf den konkreten Einzelfall bezogenen Erfahrungswissen (oder implizitem Wissen) der Facharbeiter.

Zweitens: In formaler Hinsicht ähnelt das Arbeitsprozesswissen der Ingenieure dem der Facharbeiter, da es dem idealtypischen Modell der vollständigen Handlung folgt (Zielsetzung, Planung, Durchführung und Bewertung des Handelns im Zusammenhang). Während das Wissen und Können der Facharbeiter unmittelbar eingebunden ist in den spezifischen Kontext der jeweiligen Arbeitsumgebung und die physische Präsenz oder zumindest Nähe zum Produktionsprozess eine Voraussetzung ihrer unverzichtbaren direkten Eingriffsmöglichkeit in diesen Prozess ist, kann die Arbeit der Ingenieure häufig auch außerhalb, d. h. in deutlicher räumlicher und zeitlicher Trennung vom unmittelbaren Produktionsprozess stattfinden. Befördert wird diese Separation durch die zunehmende Verbreitung von modernen Informations- und Telekommunikationswerkzeugen.

Diese sind selbstverständlich auch für Facharbeiter nicht mehr wegzudenken, sie stellen aber nach wie vor eine direkte Verbindung zum materiellen Produktionsprozess bzw. zu den Arbeitsgegenständen her und können den unmittelbaren physischen Eingriff häufig nicht ersetzen bzw. dürfen ihn nicht ausschließen.

Trotz der skizzierten unterschiedlichen Schwerpunkte von Ingenieurs- und Facharbeitertätigkeit bzw. -qualifikation kommt doch der Kommunikation zwischen beiden Bereichen eine zunehmende Bedeutung zu, denn das Verhältnis zwischen Technikentwicklung und -anwendung entwickelt sich zu einem „neuralgischen“ Punkt, wie am Beispiel des Kfz-Service gezeigt werden kann. Einerseits haben Untersuchungen gezeigt, dass die Entwickler der Systeme deren Einsatzbedingungen in den Werkstätten einschließlich der Vorgehensweise und Kompetenzen des Werkstattpersonals nicht angemessen berücksichtigen, andererseits nutzen die Facharbeiter die in den Werkzeugen liegenden Möglichkeiten auf Grund unzulänglicher Vorkenntnisse und unangemessener Lernstrategien nur unzureichend.

Resümierend lässt sich feststellen, dass das Verhältnis von Facharbeit,

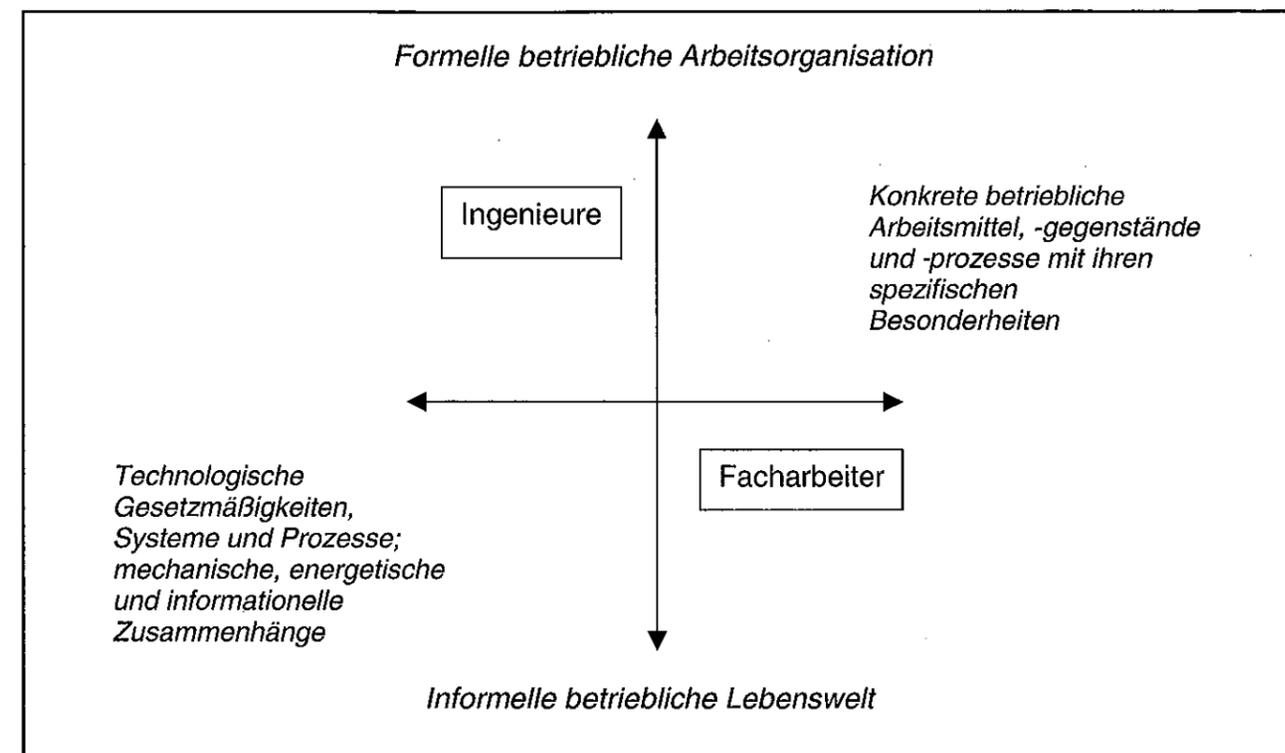


Abb. 2: Gegenstandsberreich des Wissens und Könnens von Facharbeitern und Ingenieuren (vgl. FISCHER u. a. 1997)

Ingenieursarbeit und Informatik bei der Entwicklung und Anwendung rechnergestützter Systeme „ins Rutschen“ gekommen ist und der Klärung bedarf. Es liegt auf der Hand, dass die Aus- und Weiterbildung von Facharbeitern und damit auch ihrer Lehrer und Ausbilder davon nicht unberührt bleiben kann.

Die mit Abb. 2 veranschaulichten Differenzen und Schnittmengen des Wissens und Könnens von Facharbeitern und Ingenieuren weisen unmittelbar darauf hin, dass sich die Ausbildung von Facharbeitern nicht umstandslos am Curriculum des Ingenieurstudiums, das seine Form in einer fachwissenschaftlichen Systematik findet, orientieren kann. Also, so lautet der tautologische Schluss, muss sich der Ausbildungsplan der Facharbeiter an den Inhalten ihres Arbeitsprozesswissens orientieren. Denn dieses Wissen sei genau das Wissen, das sie in ihren Arbeitsprozessen nutzen, verausgaben und gleichzeitig bilden. Dass mit dieser Bestimmung allerdings für die Entwicklung beruflicher Curricula und für die Gestaltung beruflicher Bildung

noch nicht viel gewonnen ist, wird schnell deutlich.

Warum die Verbindung von Arbeiten und Lernen Konjunktur hat und was im Arbeitsprozess gelernt bzw. nicht gelernt werden kann

Lernen im Arbeitsprozess ist seit einigen Jahren in der berufspädagogischen Literatur hoch geschätzt. Lernen außerhalb desselben führt nach geltender Lehrmeinung vor allem zu tragem Wissen, es demotiviert, hinkt dem aktuellen Stand hinterher und vermittelt kaum berufliche Handlungskompetenz. Auf diese verkürzte Formel kann man das landauf, landab verkündete Credo des berufspädagogischen Mainstream bringen.

Zweifellos können berufliche Kompetenzen durch Lernen im Arbeitsprozess in sehr wirkungsvoller und nachhaltiger Weise gefördert werden und in mancher Hinsicht auch zu besseren Resultaten führen, als das hochgradig verschulte Lernformen vermögen. Al-

lerdings gibt es gute Gründe, auch in der beruflichen Bildung nicht vornehmlich auf wohlstrukturierte, mittels didaktischer Systematik und nach pädagogischen Gesichtspunkten organisierte Bildungsprozesse zu verzichten. Deren Ort kann nicht immer der Arbeitsprozess sein.

Die Gründe für die Aufwertung des Lernens im Arbeitsprozess sind weniger pädagogischer, sondern vor allem ökonomischer Art: Unter verschärften internationalen Wettbewerbsbedingungen ist es für die Unternehmen überlebenswichtig, den Markt mit ständig neuen, qualitativ hochwertigen Produktvariationen kurzfristig beliefern zu können. Diese flexible, kundenorientierte Spezialisierung wird möglich durch systemische Rationalisierungskonzepte und eine Reorganisation der Arbeit im Sinne einer koordinierten Produktionsplanung, -steuerung und Qualitätskontrolle, bei der trotz zunehmender Kontrolle der Rahmenvorgaben des gesamten Produktionsprozesses dezentrale Autonomie- und Dispositionsspielräume eingeräumt werden, um das gesamte Wissen und

Können auch der Mitarbeiter in der Werkstatt zu nutzen (Gerds 1995). Es setzt sich die Erkenntnis durch, dass Organisationsformen von Werkstattarbeit, die darauf zielen, Kompetenzen von Fachkräften nur teilweise zu nutzen, unproduktiv sind.

Für die Aneignung der in diesen inhaltlich angereicherten und zeitlich verdichteten Arbeitsprozesse benötigten Qualifikationen sind die Mitarbeiter zunehmend selbst zuständig, denn niemand weiß besser als sie, worin ihre spezifischen Qualifizierungsbedarfe bestehen. Häufig gibt es angesichts des sich ständig beschleunigenden Wandels und der sich ständig verändernden jeweiligen betrieblichen Ausgangslagen keine maßgeschneiderten Bildungsangebote, sodass es den Mitarbeitern überlassen bleibt, ihren Qualifizierungsbedarf rechtzeitig zu erkennen und ausgehend von ihren jeweiligen Lernvoraussetzungen und -bedürfnissen ihre eigene Weiterbildung zu organisieren. Und für die Erstausbildung gilt: Je stärker sie auf den betrieblichen Arbeits- und Geschäftsprozess ausgerichtet und in diesen verlagert wird, um so mehr hat auch diese sich den ständig verändernden betrieblichen Erfordernissen unterzuordnen, und umso weniger kann das Curriculum der betrieblichen Berufsausbildung nach durchgängig geltenden pädagogischen Prinzipien organisiert werden.

Nicht zuletzt ist Berufsbildung teuer und wird als Kostenfaktor im Zuge von Rationalisierungsmaßnahmen gern externalisiert.

Zunehmende Bedeutung erfährt auch das Gruppen- und Organisationslernen, denn gerade qualifizierten Facharbeitern stellt sich immer mehr die Aufgabe, das räumliche und zeitliche Ineinandergreifen von Aufträgen bei ihrem Durchlauf durch die betriebliche Gesamtorganisation zu koordinieren und die Qualität zu sichern. Hierzu sind Wissen und Erfahrungen erforderlich, die sich auf die Funktionsweise des gesamten Produktionsprozesses und auf seine kontinuierliche Umgestaltung bzw. Effektivierung beziehen. Es liegt auf der Hand, dass die Entwicklung solcher, auf die perma-

nente Umgestaltung der konkreten Betriebsorganisation bezogenen Kompetenzen vor allem in den Arbeitsprozessen selbst stattfinden muss. Das gilt vor allem auch für das Gruppenlernen: Kollektive Aufgabenbearbeitung, -verteilung und -verantwortung, aufgabenbezogene Abstimmung, Auslotung und Durchsetzung von Handlungsspielräumen, Konfliktregulierung usw. lassen sich nur begrenzt in arbeitsprozessfernen, geschützten „Schonräumen“ erfahren und erlernen.

Die Notwendigkeit, das Lernen im Arbeitsprozess bzw. das Arbeiten im Lernprozess miteinander zu verschränken, gilt aber vor allem auch für die fachliche Qualifizierung, wie beispielsweise die Ergebnisse aus Fallstudien aus dem Bereich der Kfz-Diagnosearbeit belegen:

„Dem Facharbeiter werden in den Herstellerkursen vor allem technische Fakten und Regeln präsentiert; über das Diagnosesystem erhält er am Arbeitsplatz eine Fülle an Informationen. Das „Know-that“ (= Systematisch zu vermittelndes, „explizites“ Faktenwissen, P.G.) ist für den Service an modernen Automobilen notwendig. Wie die Ergebnisse aus den Fallstudien belegen, ist es für die erforderliche Diagnosearbeit jedoch nicht hinreichend. Nur zusammen mit dem „Know-how“ (= im Arbeitsprozess erworbenes, „implizites“ Handlungswissen, P.G.) – all das, was der Facharbeiter zur Durchführung einer Fehlersuche und -reparatur können muss – entsteht Handlungsfähigkeit.“ (SCHREIER 1998, S. 242)

Damit ist eine wesentliche und noch ungelöste Aufgabe für die Gestaltung beruflicher Bildung umrissen: nämlich die Bestimmung des Verhältnisses seiner expliziten und impliziten Bestandteile und ihre wechselseitige Bezugnahme mittels geeigneter didaktischer Arrangements.

Allerdings muss auch auf die Grenzen des Lernens im Arbeitsprozess verwiesen werden, denn diese sind unübersehbar.

Wir wissen, dass gerade für Auszubildende, die ihre ersten Erfahrungen

mit der Arbeitswelt machen, die neuen betrieblichen Erfahrungen und Eindrücke eine enorme Prägestkraft haben. Manche Autoren sprechen von der „prototypischen Prägestkraft des Faktischen“, die unter bestimmten Bedingungen zu einer starren Fixierung am Bestehenden und zur „Berufsbornierung“ führen kann. Wenn keine Möglichkeiten der Distanzierung und Reflexion, der Kritik und der konstruktiven Entwicklung von Alternativen eingeräumt werden, kann sich die erwünschte Fähigkeit, die Arbeitswelt mitzugestalten, nicht entwickeln. Die Untersuchung der Frage, inwieweit dieses Ziel bei aller wünschenswerten Orientierung an den vorfindlichen betrieblichen Arbeits- und Geschäftsprozessen eingelöst werden kann, bleibt damit Gegenstand einer didaktischen Analyse dieser Prozesse und der in ihnen enthaltenen Arbeitsaufgaben.

Gerade um Alternativen der Arbeitsorganisation, um Produkt- und Verfahrensinnovationen, neue Formen des Lernens und Arbeitens überhaupt denken zu können, bedarf es der Fähigkeit, sich von dem Vorfindlichen und der verwirrenden Vielfalt der betrieblichen Einzelercheinungen lösen zu können, die einzelnen Phänomene wahrzunehmen und sie zugleich in größere Zusammenhänge einzuordnen und allgemeine Prinzipien zu erkennen. Dieses bezieht sich sowohl auf die jeweiligen Formen der Betriebsorganisation und Arbeitsabläufe, wie auch auf die fachlichen Hintergründe und Gesetzmäßigkeiten der Arbeitsprozesse, -mittel und -produkte.

Hinzu kommen lerntheoretische Einwände, die einen umstandslosen und ausschließlichen Ersatz von wissenschaftlichen Fachsystematiken durch eine wie auch immer geartete „Handlungssystematik“ problematisch erscheinen lassen. Teilt man die Auffassung, dass Lernen auch den Aufbau einer kognitiven Ordnung und Struktur bedeutet und dass diese durch systematisches und damit strukturbildendes Lernen befördert wird, so wird man ohne eine Didaktisierung der Lernprozesse und -inhalte nicht auskommen können. Da aber noch weitgehend unklar ist, worin die Merkmale

und die erwünschte Qualität des „systematischen Handelns“ in der beruflichen Bildung bei Lichte gesehen bestehen, können „Handlungssystematiken“ bislang auch keine praktikablen Hinweise zur didaktischen Strukturierung der Lernprozesse geben.

In diesem Punkte hilft auch das in der Didaktik verbreitete „Modell der vollständigen Handlung“ (z. B. mit den zum Regelkreis verbundenen Schritten „Informieren, Planen, Durchführen, Kontrollieren, Bewerten“) nicht weiter; denn dieses Modell ist höchst formal und enthält keinerlei Hinweise zur Qualität der dabei vollbrachten Arbeits- und Lernprozesse: Es ist auch in extrem tayloristischen oder inhumanen Situationen richtig.

Es ist somit einleuchtend, dass die Lernaufgaben in der beruflichen Bildung nicht unmittelbar aus den real zu lösenden betrieblichen Arbeitsaufgaben „abgeleitet“ werden können:

„Handlungssystematik wird durch praktische Zweckmäßigkeiten bestimmt, die sich nur z. T. an bestimmten wissenschaftlichen Erkenntnissen und Verfahrensweisen orientieren, in erheblichem Maße aber durch andere Faktoren, wie etwa betriebsspezifische, personelle, sächliche und organisatorische Bedingungen, bestimmt sind. Wenn Wissenschaft und damit mittelbar auch Fachunterricht die systematischen Zugangsweisen zur Welt darstellen, dann ist ein (ausschließlich) über Handlungssystematiken orientierter und gegenüber fachlichen Strukturen und Zusammenhängen indifferenten Unterricht in Gefahr, den Lernenden einen systematischen Zugang zur (Berufs-)welt und damit auch einen systematischen Aufbau berufsrelevanter Einsichten und Erkenntnisse zu erschweren.“ (MIDDENDORF, 1997, S. 525)

GOTTFRIED ADOLPH hat in einem früheren Heft dieser Zeitschrift eindrucksvoll beschrieben, was dabei herauskommen kann, wenn Facharbeiter eine in Wasser gelöste Uranverbindung in einen Absetztank kippen und nicht wissen, was sie tun, weil sie keine Ahnung davon haben, welche naturwissenschaftlichen und technologischen

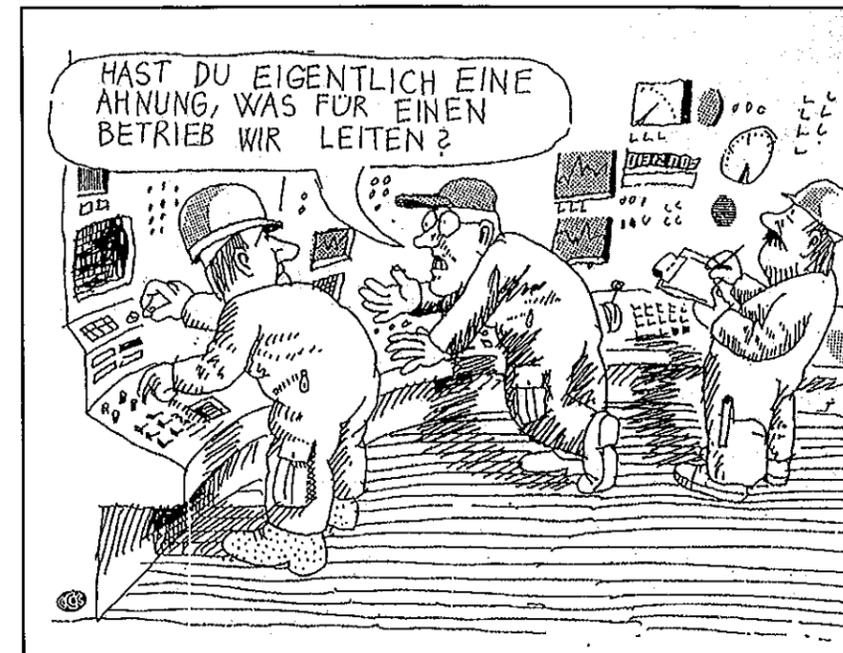


Abb. 3: „Denn sie wissen nicht, was sie tun ...“ (Zeichnung: Jan Tomaschoff, www.c5.net)

Gesetzmäßigkeiten und Hintergründe die Ergebnisse ihres Tuns beeinflussen. Dieses Wissen, wie auch das Wissen um die gesellschaftlichen, politischen und ökologischen Zusammenhänge des beruflichen Handelns, lässt sich allerdings kaum unmittelbar aus der verwirrenden Vielfalt und Flüchtigkeit von Situationen und Phänomenen im Arbeitsprozess erschließen (vgl. Abb. 3).

Benötigen die Berufs(feld)wissenschaften überhaupt eigene „Berufs(feld)didaktiken“ und welche Aufgaben hätten diese zu erfüllen?

Die Fachdidaktik eines „allgemein bildenden“ Schulfaches ist ein wissenschaftliches Fach mit der Aufgabe, zwischen einer wissenschaftlichen Bezugsdisziplin (z. B. der Geografie, der Germanistik oder der Mathematik) und einem davon abzubildenden Schulfach so zu vermitteln, dass dieses im Hinblick auf eine bestimmte Adressatengruppe und bestimmte Bildungsziele lehr- und lernbar wird. In der allgemeinen Bildung ist das Verhältnis von wissenschaftlichem Fach und Schulfach noch verhältnismäßig eindeutig, was in den meisten Fällen

auch in der gleichen Bezeichnung beider „Fächer“ zum Ausdruck kommt. Man spricht hier auch von „Abbilddidaktik“.

In der beruflichen Bildung sind die Dinge komplizierter, denn die „Fächer“ des herkömmlichen fachbezogenen Berufsschulunterrichts lassen sich nicht ohne Weiteres einer wissenschaftlichen Disziplin als „Bezugswissenschaft“ zuordnen. Vor allem aber stellt sich hier das Problem, dass sich für viele Berufe, Formen und Inhalte von Facharbeit (die der Gegenstand des Fachunterrichtes sein sollten) überhaupt keine „Bezugswissenschaft“ angeben lässt.

Die Untersuchung der Frage, was nichtakademische Berufe und Facharbeit im Kern ausmacht und was demzufolge Facharbeiter im Detail wissen und können, war bislang nicht Gegenstand eigenständiger wissenschaftlicher Fächer. Für viele Berufe (wie z. B. Koch, Goldschmied oder Friseur) liegt es auf der Hand, dass es solche Wissenschaften auch in Zukunft kaum geben dürfte. Für andere Berufe (z. B. die IT-Berufe, Chemieberufe oder auch Pflegeberufe) sieht das jedoch

völlig anders aus, und solche Wissenschaften sind auf dem Wege.

Erst mit der Entwicklung der Berufs- bzw. Berufsfeldwissenschaften werden Versuche unternommen, diese Fragen zu untersuchen und damit eigenständige Bezugswissenschaften für die Bestimmung der Inhalte, Ziele und Konzepte beruflicher Bildung zu etablieren. Damit stellt sich auch die Frage, ob diese neuen Wissenschaften überhaupt noch „eigene“ Fachdidaktiken benötigen; denn nach dem bisher Gesagten könnte sich deren Notwendigkeit möglicherweise erübrigen:

Traditionelle Fachdidaktiken sowohl für die allgemeine als auch für die berufliche Bildung beziehen ihre Existenzberechtigung aus dem Umstand, dass ihre wissenschaftlichen „Bezugsfächer“ sich noch nicht ohne weitere (fach)didaktische Aufbereitung (z. B. in Form didaktischer Transformation oder Reduktion) als Gegenstand des Unterrichts eignen. Die Berufs(feld)wissenschaften dagegen sind mit dem Anspruch angetreten, den für die berufliche Bildung unverzichtbaren „doppelten Praxisbezug“, also die Bezugnahme auf die Praxis von Facharbeit und die Praxis beruflicher Bildung von Anfang an in ihr Konzept aufzunehmen. Dieses lässt sich beispielsweise anhand der Studieninhalte der beruflichen Fachrichtungen Elektrotechnik/Informatik und Metalltechnik an der Universität Bremen aufzeigen, die den folgenden vier Lehrgebieten zugeordnet werden:

- Entwicklung der Berufe und des Berufsfeldes,
- Analyse, Gestaltung und Evaluation beruflicher Bildungs- und Qualifizierungsprozesse im Berufsfeld,
- Analyse, Gestaltung und Evaluation von berufsförmiger Arbeit unter dem Aspekt der Lernchancen,
- Analyse, Gestaltung und Evaluation von Technik unter der Perspektive des Erhalts und der Förderung von Fachkompetenzen (GERDS/GRONWALD/HOPPE/RAUNER 1993, S. 160).

Beim ersten Hinsehen scheinen diese Lehrgebiete alles zu enthalten, was in der Fachbildung auf der Breite eines

Berufes bzw. Berufsfeldes gelehrt und gelernt werden sollte. Demnach würde sich zumindest ein zentraler Aufgabenbereich von Fachdidaktik, nämlich die Bestimmung und Begründung der Lehr- und Lerninhalte, weitgehend erübrigen.

Beschäftigt man sich nun etwas genauer mit der Frage, ob das von den Berufs(feld)wissenschaften bislang produzierte Wissen bereits in der vorliegenden Form für die didaktische Umsetzung geeignet ist, so wird man schnell zu dem Ergebnis kommen, dass sich für fachdidaktische Bemühungen eine Vielzahl neuer und ungelöster alter Fragen ergeben.

Die bisherigen Ergebnisse von Analysen zum Arbeitsprozesswissen sind – ganz abgesehen von der unterrichtsmethodischen Umsetzung – zunächst durch die folgenden ungelösten Probleme der didaktischen Aufarbeitung gekennzeichnet:

- Das Problem der Repräsentativität: Inwieweit sind die Elemente des ermittelten Arbeitsprozesswissens für einen Beruf bzw. für ein Berufsfeld repräsentativ?
- Das Problem der Verallgemeinerbarkeit: Inwieweit lassen sich die situations- und kontextgebundenen, flüchtigen und einmaligen Elemente des Arbeitsprozesswissens verallgemeinern?
- Das Problem der Sequenzierung: Wie sind die Abschnitte und Etappen eines Bildungsgangs anzuordnen, um einen Zuwachs von Fähigkeiten zu erreichen?
- Das Problem des Erfahrungswissens: Inwieweit sind die impliziten Anteile (= das kontext-, zeit- und ortsabhängige Erfahrungswissen) des Arbeitsprozesswissens überhaupt lehrbar?
- Das Problem der Transferfähigkeit: Die Fähigkeit, schwierige Aufgaben lösen zu können, besteht darin, auf verfügbare, wohlstrukturierte Muster zurückgreifen zu können, die eine Anzahl derjenigen identischen Elemente enthalten, die zur Lösung einer neuen Aufgabe benötigt werden. In der Verfügung über solche Muster besteht Expertenschaft.⁴

- Das Problem der Systematik: Wissen für Lehren und Lernen aufbereiten heißt, es zu systematisieren. Fachsystematiken sind bekannt; wie allerdings die Handlungssystematiken aussehen, die diese ersetzen sollen, ist weitgehend unklar.
- Das Problem des Wissensverfalls: Ist die Verfallszeit des ermittelten Arbeitsprozesswissens groß genug, um seine Aufnahme in ein Curriculum für die „berufliche Qualifizierung von Morgen“ zu rechtfertigen?
- Das Problem der Verantwortbarkeit und des Bildungsauftrages: Inwieweit lässt sich ein „Bildungswert“ des zu vermittelnden Arbeitsprozesswissens begründen?
- Und nicht zuletzt das m. E. zentrale Problem der Bestimmung des Verhältnisses und der didaktischen Verschränkung des „impliziten“ und „expliziten“ Wissens im Qualifizierungsprozess, wie es bereits oben erwähnt wurde.

Schlussbemerkung

Es sollte gezeigt werden, dass mit der berechtigten Kritik am arbeitsprozessfernen, verschulten Lernen in der beruflichen Bildung und der Forderung, sich den realen Arbeitsprozessen stärker zuzuwenden, eine enorme Herausforderung verbunden ist. Eine kurzschlüssige Gleichsetzung von berufswissenschaftlich identifizierten betrieblichen Arbeitsaufgaben und Lernaufgaben kann es auf Grund der unterschiedlichen Strukturen von Arbeits- und Lernsituationen nicht geben.

Ob eine schlichte Transformation solcher Arbeitsaufgaben in Lernaufgaben allein durch Anwendung der herkömmlichen didaktischen Transformationsverfahren (vgl. BADER/SCHÄFER 1998)⁵ der Komplexität der oben skizzierten ungelösten Probleme gerecht wird, bleibt zu bezweifeln. Denn die Didaktiken der Berufs(feld)wissenschaften hätten sich zunächst vor allem der Frage zuzuwenden, worin die lernhaltige Qualität betrieblicher Handlungssituationen und -abläufe besteht und Kriterien für deren Identifikation zu entwickeln.

Auch die weiteren, oben aufgezählten Probleme zeigen: Wenn die Ergebnis-

se der Berufs- und Arbeitsprozessforschung in der beruflichen Bildung umgesetzt werden sollen, wird es ohne die darauf zu beziehenden Fachdidaktiken nicht gehen können.

Übrigens: Die hier aufgezählten vielfältigen didaktischen Probleme der Umsetzung von Arbeitsprozesswissen bzw. Forschungsdefizite sollen keineswegs davon abhalten, in der Berufsbildungspraxis mit arbeitsprozessbezogenen Bildungsangeboten zu experimentieren. Es liegen durchaus ermutigende Beispiele einer sinnvollen Verschränkung von Lernen und Arbeiten vor, wie auch ein Blick in diese Zeitschrift immer wieder beweist. Ein aufgeklärter Berufspädagoge ist sich aber auch der Grenzen solcher „Vermischungsstrategien“ (vgl. FISCHER/GERDS) bewusst. Es scheint sich auch hier zu bewahrheiten, dass die Theorie der Praxis keineswegs immer voraussetzt.

Anmerkungen

- ¹ Bei einer Rücklaufquote von ca. 29% kann von einem repräsentativen Ergebnis gesprochen werden.
- ² Darauf verweisen die Beurteilungen vieler der befragten Hamburger Lehrer, die an auswärtigen Universitäten studiert haben. Bei den Ergebnissen ist allerdings auch zu berücksichtigen, dass sich die Äußerungen auf Grund des hohen Durchschnittsalter von ca. 53 Jahren auf eine meist Jahrzehnte zurückliegende Studienzeit und Berufspraxis beziehen; in den 80er- und 90er-Jahren wurden kaum noch Absolventen eingestellt.
- ³ Gegenstand einer wütenden und polemischen Reaktion von Wirtschaftspädagogen war das im Auftrag der Wissenschafts- und Kultusminister der norddeutschen Länder zur Reform des Berufsschullehrerstudiums verfasste Gutachten.
- ⁴ Unter intelligentem Wissen soll verstanden werden ein wohlorganisiertes, disziplinär und lebenspraktisch vernetztes

System von flexibel nutzbaren Fähigkeiten, Fertigkeiten, Kenntnissen und metakognitiven Kompetenzen. Voraussetzung dafür und Resultat davon ist ein sachlogisch aufgebautes, systematisches, inhaltsbezogenes Lernen, das grundlegende Kenntnislücken, Verständnisdefizite und falsche Wissens-elemente vermeidet. Die geeignete Aneignungsform für den Erwerb dieses Wissens ist eher das lehrgangsförmige, systematisierte Lernen. Inwieweit dieses unmittelbar am Arbeitsplatz stattfinden kann und wie es mit dem nur dort erlernbaren unabdingbaren betrieblich-beruflichen Erfahrungswissen zu verbinden ist, ist eine offene Frage.

⁵ Eine solche Transformation mittels didaktischer Analyseverfahren wird im Zusammenhang mit dem Lernfeldkonzept z. B. von R. BADER vorgeschlagen.

Literatur

- BADER, R., SCHÄFER, B.: Lernfelder gestalten – Vom komplexen Handlungsfeld zur didaktisch gestalteten Lernsituation. Die berufsbildende Schule, 50, 1998, S. 229-234.
- DRESCHER, E.: Was Facharbeiter können müssen. Elektroinstandhaltung in der rechnerintegrierten Produktion. Bremen 1996.
- FISCHER, M., GERDS, P.: Lernfeldorientierung in der aktuellen Modellversuchsforschung und ihre historischen Wurzeln in curricularen Ansätzen der gewerblich-technischen Berufsbildung. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (Sonderheft), Stuttgart 2000, S. 87-100.
- FISCHER, M., JUNGEBLUT, R., RÖMMERMANN, E.: „Jede Maschine hat ihre eigenen Marotten!“ Instandhaltungsarbeit in der rechnergestützten Produktion und Möglichkeiten technischer Unterstützung. Bremen 1995.
- FISCHER, M., RÖBEN, P.: Arbeitsprozesswissen im chemischen Labor. In: Arbeit, Heft 3, Jg.6, 1997, S. 247-266.
- FISCHER, M., RÖMMERMANN, E., BENCKERT, H.: Arbeitsprozesswissen in der betrieblichen Instandhaltung. In: FISCHER, M. (Hrsg.): Rechnergestützte Facharbeit und berufliche Bildung. ITB-Arbeitspapier Nr. 18, Bremen 1997, S. 57.

GERDS, P.: Selbstregulation statt Fremdkontrolle? Der Zusammenhang von Rationalisierungskonzepten in der Produktion und in der beruflichen Bildung. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 91. Bd., Heft 1, 1995, S. 7-28.

GERDS, P.; GRONWALD, D.; HOPPE, M.; RAUNER, F.: Begründungszusammenhang und Entwurf einer Studienordnung für ein grundständiges Studium des Sek. II-Lehrers für berufliche Fachrichtungen und das Studium Diplom-Berufspädagogik an der Universität Bremen. In: BANNWITZ, A.; RAUNER, F. (Hrsg.): Wissenschaft und Beruf. Bremen 1993, S. 160.

GERDS, P., RAUNER, F., HEIDEGGER, G.: Das Universitätsstudium der Berufspädagogen – Eckpunkte für ein Zukunftsprojekt. Bremen 1999.

MIDDENDORF, W.: Erste Betrachtungen zur Umsetzung der Lernfeldorientierung in den Lehrplänen der Berufsschule am Beispiel Nordrhein-Westfalen. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 93. Bd., H. 5, 1997, S. 521-531.

PAHL, J.-P., MALEK, R. (Hrsg.): Instandhaltungsaufgaben analysieren – Lern- und Arbeitsaufgaben gestalten. Klipphausen 1996.

PAHL, J.-P., RAUNER, F. (Hrsg.): Betrifft: Berufsfeldwissenschaften. Bremen 1998.

RAUNER, F., SPÖTTL, G.: Auto und Beruf: Der Kfz-Mechatroniker als ein europäisches Berufsbild. Bielefeld 2001.

SCHREIER, N.: Integration von Arbeiten und Lernen im Servicebereich der Automobilwirtschaft durch eine arbeitsprozessorientierte Qualifizierungskonzeption beim Einsatz tutorieller Diagnosesysteme. Bremen 1998.

SPÖTTL, G.: Brauchen wir eine neue „Lernkultur“ in der Berufsschule? Schule im Spannungsfeld von Organisationsentwicklung, Gestaltung der Lernprozesse und betrieblicher Veränderungen. In: PAHL, J.-P.; PETERSEN, R. (Hrsg.): Individualisierung – Flexibilisierung – Orientierung. Hochschultage Berufliche Bildung. Neusäß 1998, S. 269-282.

Siegfried Dagenbach

Wir gehen neue Wege in der Ausbildung – Lerninsel Montage

Von der Idee zur Realität

Im Dezember 1993 wurde die „Lerninsel Montage“ von der Ausbildungswerkstatt innerhalb von 12 Wochen im Werk eingerichtet. Dabei wirkten mit:

- 6 Auszubildende Industriemechaniker – Produktionstechnik,
- 1 Ausbilder aus dem Bereich der Metall-Ausbildung,
- 1 Lerninselbeauftragter/Betriebsrat.

Um die Ausbildungskapazitäten an der Lerninsel zu erhöhen, wurde Ende 1995 dazu eine zweite Lerninsel installiert. Gemeinsam mit dem bfw Heidelberg wurden dort über einen Zeitraum von ca. 3,5 Jahren Mitarbeiter zur Montagefachkraft qualifiziert.

Diese Weiterbildungsmaßnahme wurde hauptsächlich für Mitarbeiter durchgeführt, deren Arbeitsplätze durch die Schließung der Gießerei bedroht waren. Die Lerninsel der Ausbildungswerkstatt beteiligte sich ebenfalls an dieser Maßnahme, um möglichst schnell alle Gießerei-Mitarbeiter zur Montagefachkraft zu qualifizieren.

In der Regel arbeitet in einer Lerninsel eine Gruppe von vier bis sechs Auszubildenden und ein Betreuer. Die Teilnehmer rekrutieren sich aus verschiedenen Ausbildungsberufen (Abb. 1). Bei Bedarf werden in diese Gruppen Praktikanten integriert. Ausbilder betreuen eine Lerninsel für rund zwei Jahre, um danach wieder vorüber-

gehend in die Produktion zu wechseln.

Lernziele

Mit der Ausbildung in der Lerninsel werden folgende Ziele verfolgt:

Mit der Montage selbst erwerben die Teilnehmer wichtige Fertigkeiten. Sie lernen funktionale Zusammenhänge kennen und sind für die Qualität des von ihnen erzeugten Produkts verantwortlich.

Die Fachtheorie (einschließlich Fachsprache) vermittelt die für die Ablaufprozesse in den einzelnen Montageschritten nötigen Grundlagen. Dazu zählt der Zugang zu Drehmomenten,

zur Elektrik, zur Steuerungs- und Prüftechnik bis hin zur EDV-gestützten Disposition, sowie zu Unfallverhütungsvorschriften und Ergonomie am Arbeitsplatz.

Die Methoden- und Sozialkompetenz ist für die neuen Formen der Arbeitsorganisation unerlässlich. Es wird gelernt, Arbeitsabläufe sinnvoll zu organisieren, sich als Gruppe wie auch mit anderen Abteilungen, Kunden und Lieferanten abzustimmen, Probleme zu erkennen und zu lösen und die Leistung zu dokumentieren. Eine Betriebsbegehung zu Beginn der Qualifizierungsmaßnahme schafft für viele Auszubildende einen Gesamtüberblick über wesentliche Produktionsstadien.

Die so erzielten Fortschritte in der Qualifizierung im Team werten die

innerbetriebliche Ausbildung erheblich auf.

Im Einzelnen werden folgende Elemente vermittelt:

- Regeln für die Gruppe und die Zusammenarbeit in der Gruppe,
- Zusammenarbeit mit anderen Abteilungen, mit Kunden und Lieferanten,
- Probleme erkennen, ansprechen und Lösungen erarbeiten,
- Leistung in der Gruppe bewerten und Gruppenleistung dokumentieren,
- Praxis der Metaplantchnik,
- Grundlagen der Moderation.

Der Auftrag

Bei der Lerninsel Montage (kurz „LIMO“) handelt es sich um einen Real-

auftrag, nämlich die Herstellung eines Traktors für den Endverkauf. Die Übergabe des fertigen Produktes an den Kunden gehört mit dazu (Abb. 2).

Auftragsbearbeitung – wie der Traktor entsteht

In der ersten Montagewoche wird an einem Montageplatz im Getriebebau das Getriebe anhand einer Getriebebaukarte montiert (Abb. 3).

Dabei sind wir auf die jeweiligen Ansprechpartner angewiesen. Das Getriebe wird gemeinsam mit den zuständigen Fachleuten unter Berücksichtigung aller Lernziele montiert. Die Getriebemontage erfolgt hauptsächlich aus vormontierten Komponenten. Diese Modulbauweise ist ein sehr großer Vorteil im Bereich der Getriebemontage. Sie ermöglicht ohne großen Aufwand die Montage aller erdenklichen Getriebevarianten.

Nach der Fertigstellung unseres Getriebes wird es anschließend einem ausführlichen Test auf unserem Prüfstand unterzogen, was übrigens für alle unsere Getriebe gilt. Nur diejenigen Getriebe, die diesen Test zu 100% bestehen, gehen anschließend zur Traktoren-Endmontage.

Um den Traktor montieren zu können, benötigen wir noch einige Hauptkomponenten (s. Abb. 6):

- Motor aus unserem Werk in Frankreich,
- Kabine aus unserem Werk Bruchsal,
- Rahmen mit Vorderachse; Haubenträgerstütze sowie Felgen mit Bereifung aus unserem eigenen Hause.

Anschließend beginnt der Montageprozess, der sich sinnvollerweise an der Reihenfolge unserer Montagelinie orientiert. Dabei sind anhand unserer Baukarte die entsprechenden Teile sowie Montagehinweise im John Deere-System herauszusuchen. Als Information hierzu wird die jeweilige Methode der Bandmontage beobachtet. Anschließend wird die eigene Methode zur Umsetzung der Aufgabe festgelegt.

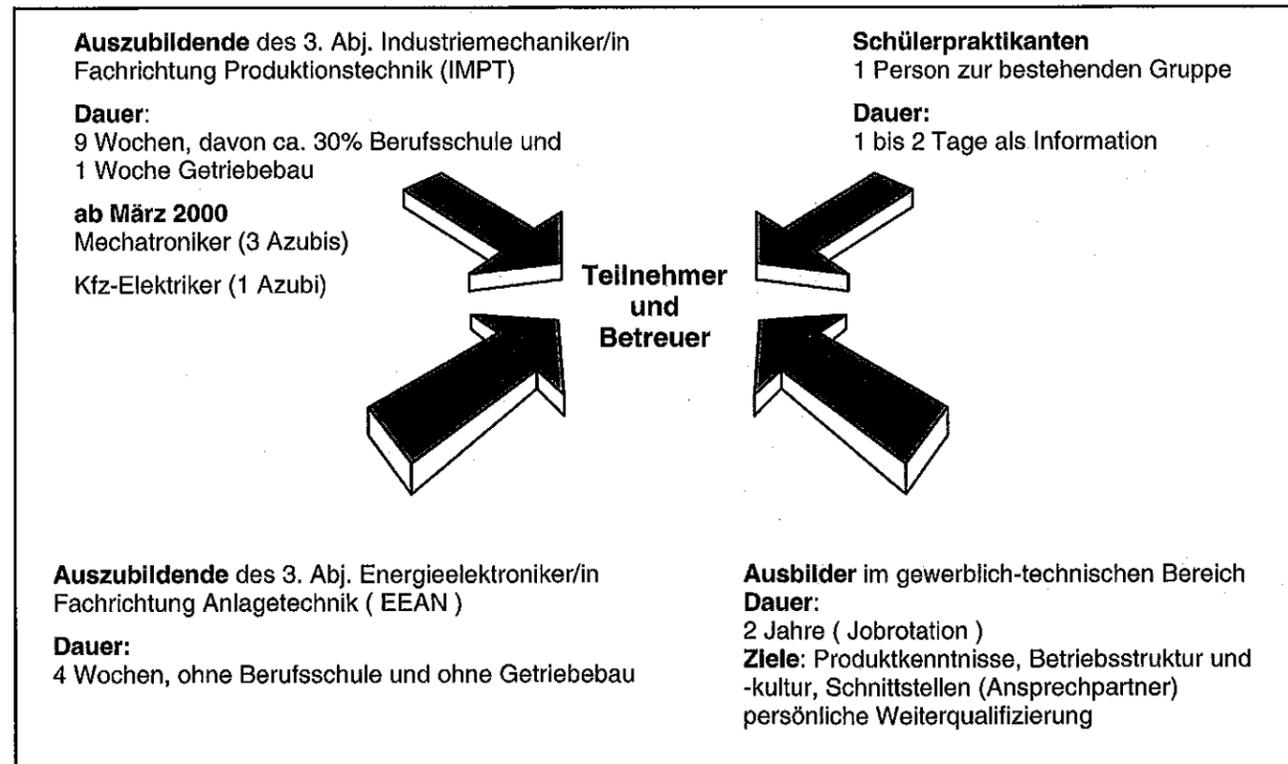


Abb. 1: Teilnehmergruppen an der Ausbildung in der Lerninsel

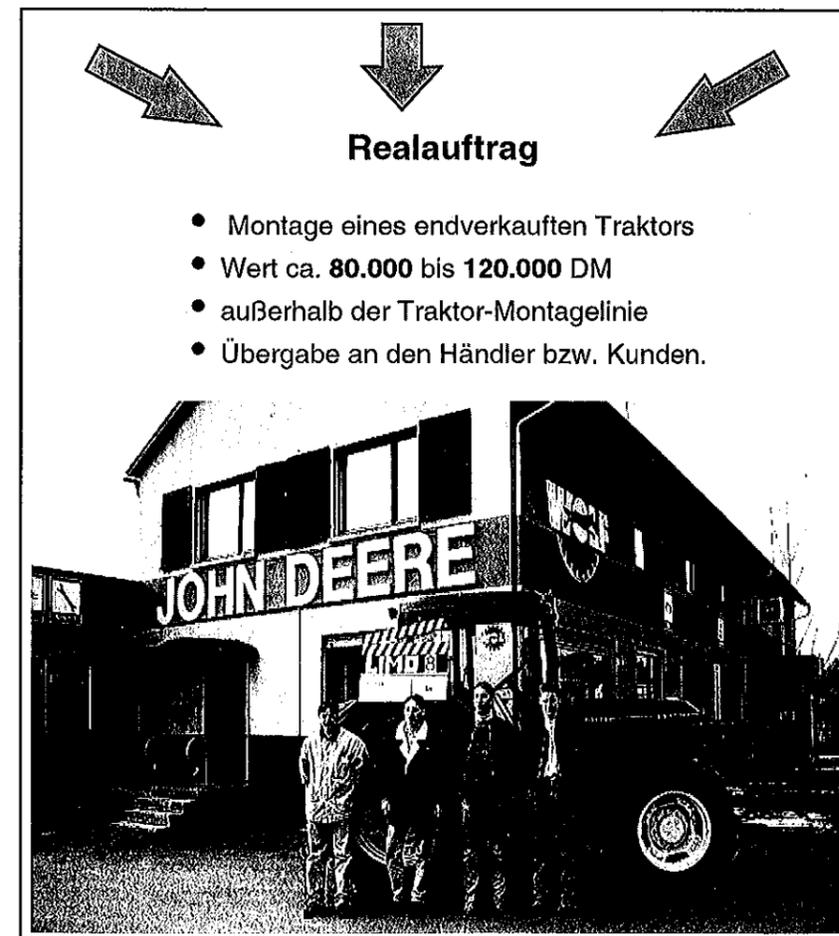


Abb. 2: Ein in der Lerninsel hergestellter Traktor

- Realauftrag**
- Montage eines endverkauften Traktors
 - Wert ca. 80.000 bis 120.000 DM
 - außerhalb der Traktor-Montagelinie
 - Übergabe an den Händler bzw. Kunden.

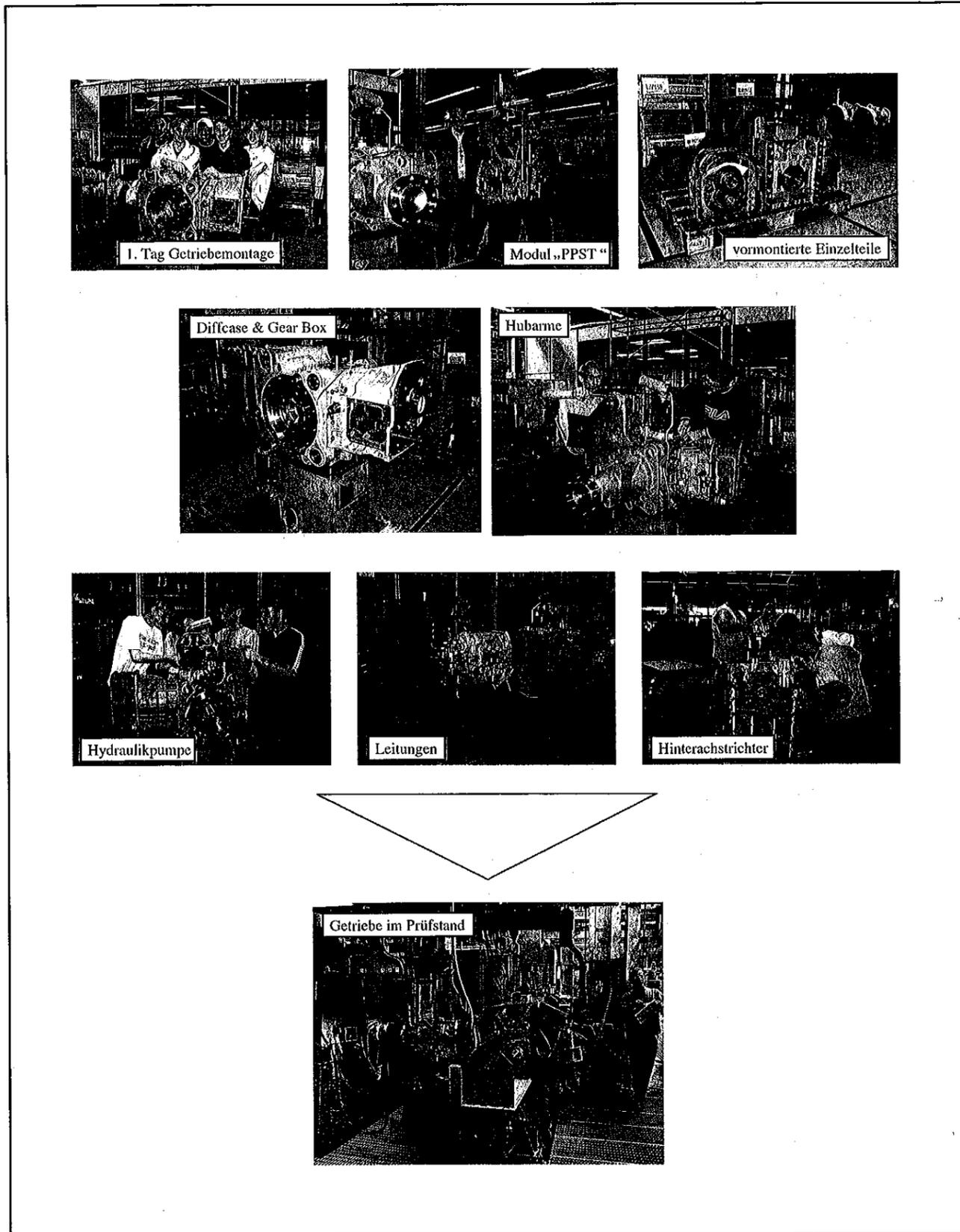


Abb. 3: Getriebemontage in Modulbauweise

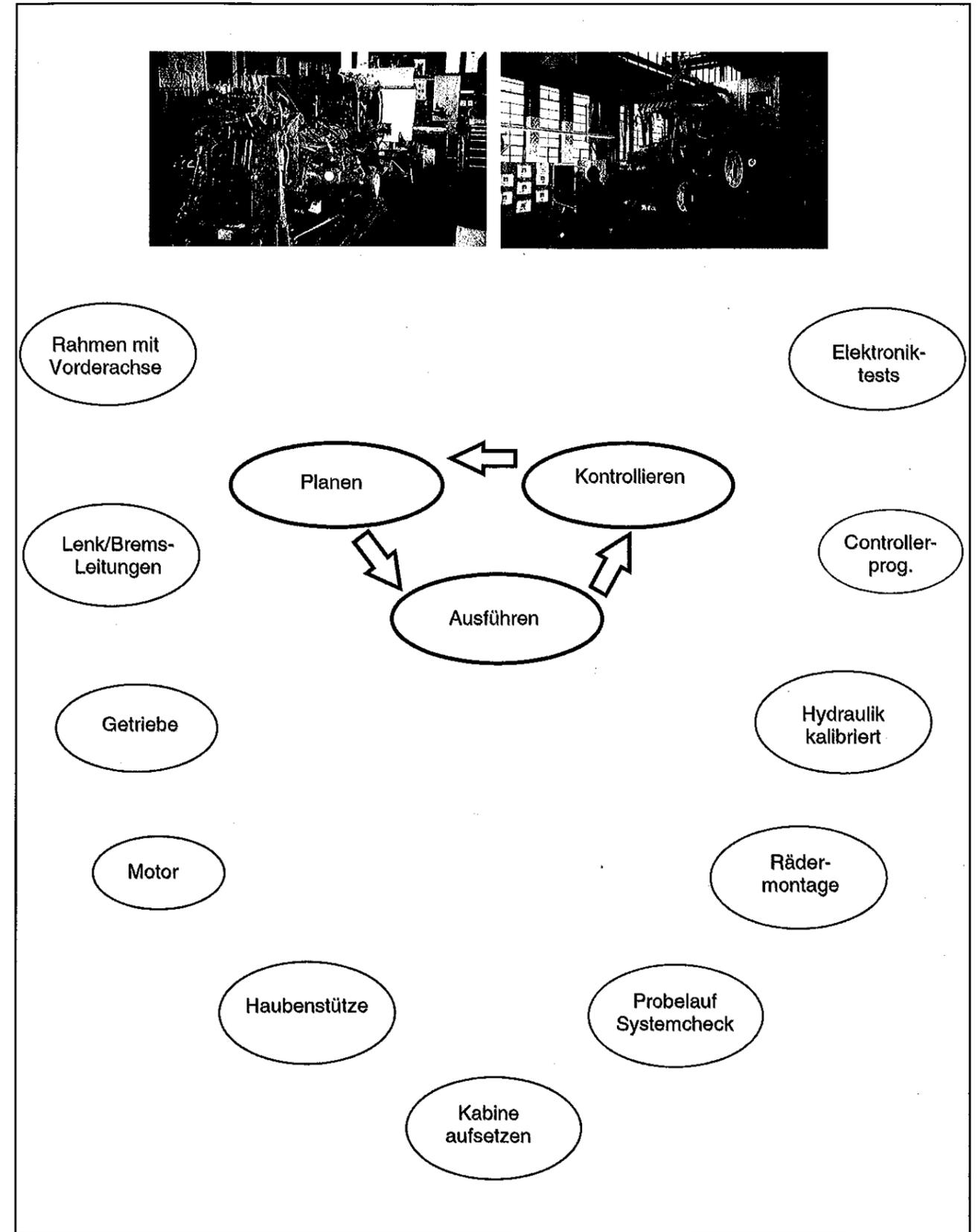
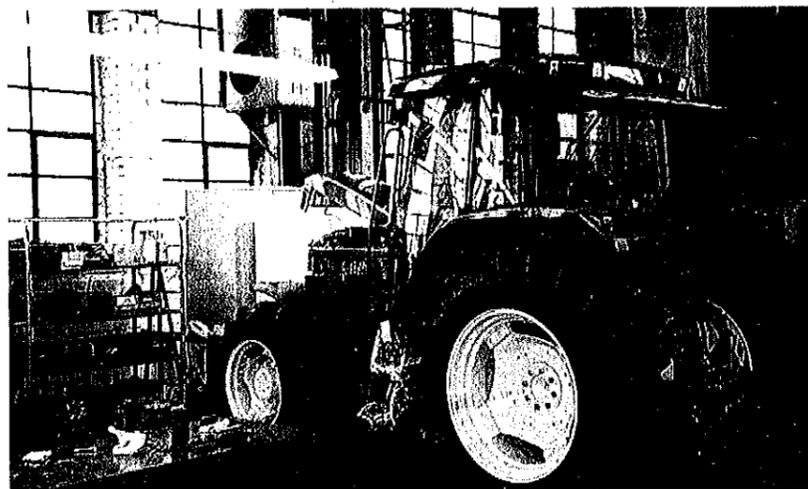


Abb. 4: Von den Komponenten zum Traktor

Endmontage / Vorbereitung zur Qualitätsprüfung



2 Tage - Qualitätsprüfung (Audit)

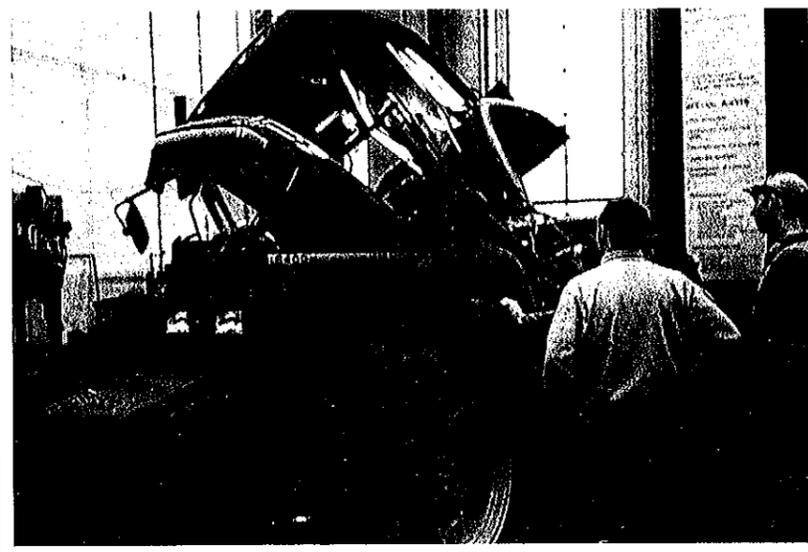


Abb. 5: Qualitätsprüfung

Nach der Umsetzung erfolgt die Auswertung der Tätigkeit sowie eine Dokumentation der Abläufe. Anschließend wird der nächste Montageschritt geplant.

Die Montage sowie alle anderen Tätigkeiten werden unter Berücksichtigung der Lernziele durchgeföhrt. Die wichtigsten Etappen mit Blick auf die Komponenten sind in Abb. 4 zusammengefasst.

Nach Fertigstellung der Montage- und Einstellarbeiten werden die Controller programmiert, die notwendig sind, um eine einwandfreie Funktion des Traktors zu gewährleisten.

Danach wird unser Traktor auf die zweitägige Qualitätsprüfung vorbereitet.

Qualitätsprüfung und Übergabe an den Kunden

Nach Abschluss der Montagearbeiten erfolgt als nächster Schritt die Qualitätsprüfung und danach die Übergabe des Traktors an den Kunden (Abb. 5).

Die Qualitätsprüfung beinhaltet u. a. folgende Prüfpunkte:

- Fahrtst ca. 10 Minuten mit jedem Teilnehmer;
- Hydrauliktests (Dichtheit, Öldurchflussmenge, Systemdrücke);
- Kabineninnengeräusch- und Kabinendruck-Messung;
- Motorleerlaufdrehzahl (Hand- und Fußgas synchron?);
- Fuß- und Handbremse (Funktion und Einstellung);
- Betriebsstoffe (Motor- und Getriebeöl, Kühlflüssigkeit), Überprüfung spezieller Anbauteile (Radmuttern, Klima, Druckluftbremse etc.);
- Funktionstest der von uns programmierten Elektronik;
- Funktionstest der Bedien- und Schaltelemente;
- Ausrüstung nach Baukarte.

In Abhängigkeit von der Baukarte werden täglich Arbeitspläne erstellt, die dem Kunden einen genau nach seinen Wünschen gebauten Traktor garantieren.

Parallel dazu entsteht ein Ordner, der durch Texte und Bilder die Entstehung des Traktors von der Baukarte bis zum Versand aufzeigt und das Lerninsel-Konzept darstellt.

Nach dem Ende der Montagearbeiten sowie der erfolgreich bestandenen Qualitätsprüfung wird der Traktor im System fertig gemeldet, mit einer Kontrollnummer versehen und danach an den Versand übergeben (Abb. 2).

Nachdem der Traktor beim Händler angeliefert wurde, trifft sich der Ausbilder mit seiner Montagegruppe vor Ort zur offiziellen Übergabe des Traktors an den Kunden (Abb. 2).

Die Gruppe bürgt für die Qualität ihrer Tätigkeit!

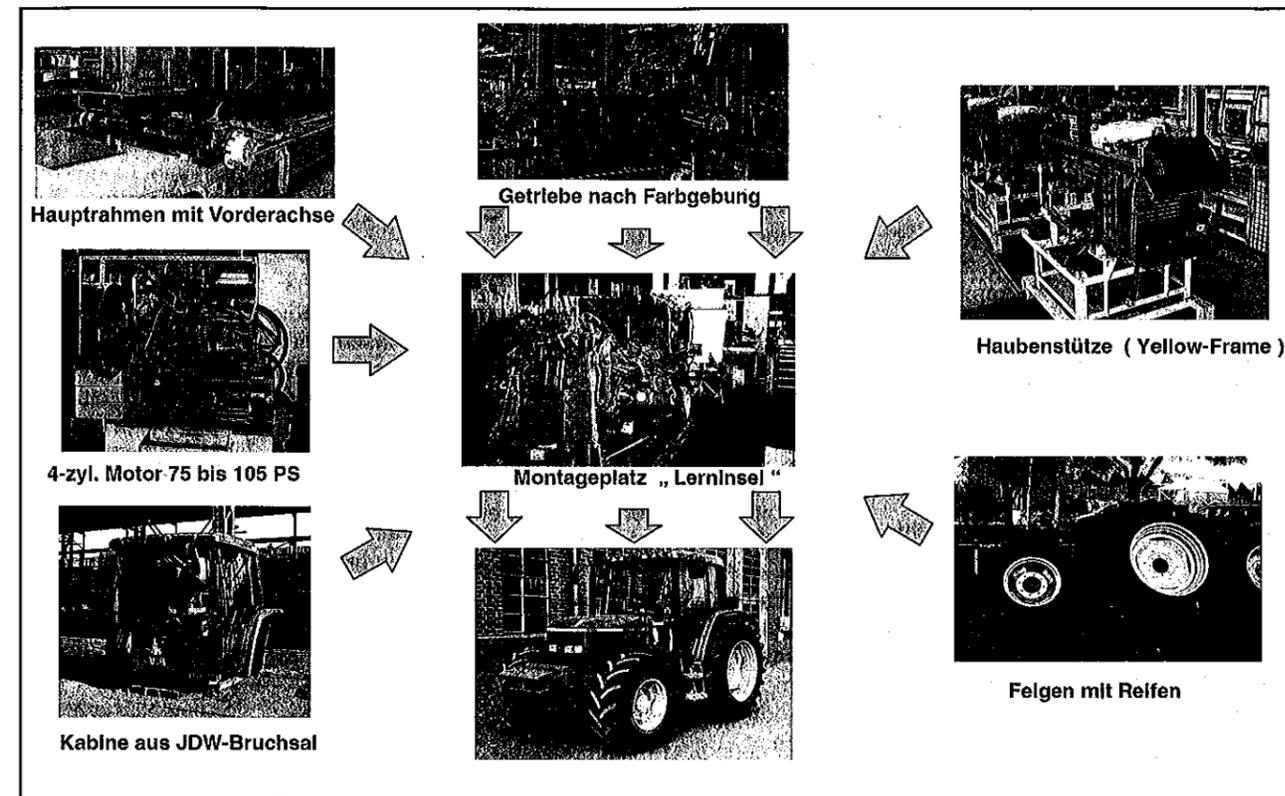


Abb. 6: Lerninsel Montage (Hauptkomponenten)

Buchtip

Jörg-Peter Pahl (Hrsg.),

Perspektiven gewerblich-technischer Berufsschulen

Visionen, Ansprüche und Möglichkeiten

Kieser Verlag Neusäß 2001, Bestell-Nr. 09 1127; ISBN 3-8242-1127-0, 612 Seiten, ca. 50 DM/25 Euro

Mit dem vorliegenden Band wird der aktuelle Diskussionsstand um Probleme und Perspektiven gewerblich-technischer Berufsschulen dargestellt. Dabei dürften die behandelten Themen in ihrer Vielseitigkeit bislang kaum in einer solchen Zusammenstellung zu finden sein, widmet sich

dieses Buch doch kritischen Fragestellungen aus unterschiedlichen Blickwinkeln. Hierzu zählen Belange der Lernorte wie die häufig defizitäre Kooperation. Aber auch Bildungskonzepte und -methoden, die gegenwärtig besonders im technischen Bereich als notwendig erscheinen, werden den Berufspädagogen, Ausbildern, Studierenden und Referendaren, aber auch allen anderen an Berufsbildung Interessierten für die eigene Wissensergänzung oder als Anregung zugänglich gemacht.

Weitere Betrachtungen gelten der Lernfeldorientierung, einer Bildungsgangdidaktik, der curricularen Integration berufsfachlicher und allgemeiner Bildung sowie dem Hand-

lungsbedarf an Berufsschulen in Bezug auf neue Medien. Erörtert werden aber genauso moderne Ansätze zur Schulentwicklung, Autonomiefragen sowie die Kundenorientierung als aktuelle Herausforderung auch für Berufsschulen. Insgesamt gelangen somit zahlreiche Detailbetrachtungen ins Blickfeld.

Der im Buch enthaltene geschichtliche Rückblick bedient nicht nur historische Interessen. Er lässt derzeitige Veränderungen leichter verständlich werden und kann all jene neugierig machen, denen Berufsschule nicht gleichgültig ist; neugierig auf das, was Berufsschule haben sollte: Zukunft.

Jens Klüver/Gert Milevczik

Modularisierte Ausbildung von Elektroinstallateuren – Eine arbeitsprozessorientierte Konkretisierung des Lernfeldkonzepts

Einleitung

Die Elektroinstallateure und Energieelektroniker an der Gewerbeschule Energietechnik (G10) in Hamburg-Altona lernen auf neue Art. Im Modellversuch „Berufliche Qualifizierung 2000“ werden verschiedene Neuerungen erprobt. Der Unterricht ist nicht mehr in traditionelle Fächer gegliedert; stattdessen lernen die Schüler bei starker Selbstverantwortung („individuelles selbstgesteuertes Lernen“) in „Modulen“, die an betrieblichen Arbeitsprozessen orientiert sind. Über diese neue Dimension des Unterrichts in einer Berufsschule informiert nachfolgender Artikel.

Organisatorische Ausrichtung

In jedem dreiwöchigen Berufsschulunterrichts-Block absolvieren die Schüler ein Modul, das thematisch an typischen Arbeitsprozessen des Ausbildungsberufs orientiert ist. Die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Aspekte dieser Arbeitsprozesse sind ebenfalls ständiger Gegenstand des Unterrichts, genauso wie die Aufgaben, die den Bereichen Kommunikation, Teamentwicklung oder Methodenkompetenz zuzurechnen sind.

In diesen drei Wochen arbeiten die Klassen jeweils 37 Wochenstunden, also 6-8 Stunden pro Tag, die jeweils in Doppelstunden organisiert sind. Schüler und Lehrer sind dabei frei in der Pausengestaltung. Unterbrechungen finden dann statt, wenn diese sinnvoll erscheinen.

Der gesamte Unterricht für eine Klasse liegt in der Hand von 4-5 Lehrern, die in der Woche etwa 8-12 Stunden in je einer Klasse unterrichten, meistens in Abschnitten von 4-6 Stunden. An den „Schnittstellen“ übergibt ein Lehrer den Unterricht an seinen Kolle-

gen. Für ca. 45 Minuten sind dann zwei Kollegen in der Klasse. Die Schüler haben dabei Einfluss auf den Unterrichtsablauf. Sie entscheiden mit, an welchem Thema wie weiter gearbeitet wird. Da es keine separaten Unterrichtsfächer gibt, kann sich die Arbeit der Schüler individuell entfalten, allerdings immer nur nach zuvor zwischen Lehrern und Schülern abgestimmter Planung sowie nach den fachlichen Kompetenzen der Lehrer. Denn der bisherige Deutschlehrer kann nicht unbedingt auch ein Speicherprogrammierbares Steuerrelais erklären.

Es sei aber besonders darauf hingewiesen, dass die traditionellen Inhalte der Fächer Deutsch und Politik ganz unverzichtbar sind, um die Modulaufgaben zu bewältigen. Es ist jede Menge zu schreiben, zu lesen, zu präsentieren, zu besprechen, zu diskutieren, zu denken. Jede Arbeit berührt die Schüler als Auszubildende und als Arbeitnehmer eines Unternehmens.

An einem festen Wochentag planen die Lehrer den Unterrichtsrahmen der Woche, was die fachlichen und methodischen Aspekte ebenso einschließt wie die aktuelle Ausstattung des integrierten Fachraums, die konkreten Arbeiten, die Präsentation der Arbeitsergebnisse, die Lernerfolgskontrollen (Klassenarbeiten o. ä.), die Auswertungsgespräche mit den Schülern usw.

Die Schüler arbeiten prinzipiell in Gruppen. Die Gruppengröße variiert zwischen 2 und 6 Personen je nach Arbeitsvorhaben. Die Gruppenzusammensetzung ist verschieden. Es gibt Gruppen, die sich nach Sympathie bilden, die nach thematischen Interessen zusammenfinden oder nach Leistungsvermögen zusammengesetzt sind. Als Ausnahme ist auch Einzelar-

beit möglich, wenn sie unbedingt gewünscht wird oder wenn sie sich aus pragmatischen Erwägungen anbietet, z. B. wenn ein Schüler eine Zeit krank war und sich nicht mehr sinnvoll in einen Gruppenarbeitsprozess integrieren lässt, weil die Arbeit schon weitgehend getan ist.

Das erste Modul, das die Schüler bearbeitet haben, trägt den Titel „Schüler richten sich einen Gruppenarbeitsraum ein“. Es orientiert sich an den typischen Arbeitsprozessen, die auszubildende Elektroinstallateure im ersten Jahr kennen lernen bzw. praktizieren. Die meisten haben als Auszubildende ihre Rolle als Arbeitnehmer mit Vorgesetzten und Kollegen erfahren, sie sind an Weisungen gebunden und haben Verantwortung zu tragen für eine „fachgerechte“ Ausführung ihrer Arbeit. Dies ist gerade im Berufsfeld der Elektrotechnik wegen der Gefährlichkeit des elektrischen Stroms von besonderer Bedeutung. Dem tragen Berufsgenossenschaften und Innungen durch besonders strenge Sicherheitsanforderungen Rechnung. Hier knüpft das erste Modul in seinen politischen Aspekten an.

Die dokumentierenden Aufgaben, z. B. bei der Betriebserkundung in der Firma eines Steckdosen- und Schalterherstellers, bilden hier den Arbeitsbereich des traditionellen Faches Deutsch.

Das Modul wird in einem Klassenraum und in einem zusätzlichen Raum durchgeführt. Der Raum ist durch Trennwände in vier Schülergruppenräume à 16 qm aufgeteilt und mit abgehängten Deckenkanälen ausgestattet.

In jedem Gruppenraum soll ein Gruppenarbeitsstisch beleuchtet und ein PC-Arbeitsplatz blendfrei eingerichtet

werden. Die Schüler versehen ihren Arbeitsraum zu diesem Zweck mit Beleuchtung, mit Schaltern, mit Steckdosen usw. Sie richten sich ihren Arbeitsraum so ein, dass er ihren Bedürfnissen gerecht wird und im weiteren Verlauf des Schuljahres für sie selbst funktionstüchtig zur Verfügung steht.

Diesen Arbeitsauftrag könnte der Schüler – in Zusammenarbeit mit seinem Gesellen – vom Meister im Betrieb in ähnlicher Weise erhalten.

Dennoch lernen die Schüler in Schule und Betrieb nicht etwa das Gleiche.

Um die unterschiedlichen Ausbildungsschwerpunkte zu verdeutlichen, werden zunächst die Arbeitsschritte des vollständigen betrieblichen Arbeitsprozesses beschrieben – von der Akquisition des Auftrags bis zur Rechnungsstellung und Übergabe an den Kunden.

Danach werden die unterschiedlichen Inhalte und Methoden dargestellt, die der Auszubildende in der Berufsschule erlernt.

Elektrische Ausstattung von Gruppenräumen mit einem PC-Arbeitsplatz und einer Sitzgruppe

Betriebliche Arbeitsschwerpunkte

1. *Planungsgespräch mit dem Kunden:* Der Kunde bespricht mit dem Meister das Projekt. Der Meister zeigt technische Lösungen in verschiedenen Qualitäts- und Preisstufen auf (Beleuchtungstechnik, Energieverbrauch, Gesundheit, Ergonomie, Komfort usw.) und begrenzt die Angebotszahl auf die nachgefragten Kundenbedürfnisse. In einem Kurzprotokoll wird der Gesprächsverlauf festgehalten und abschließend mit dem Kunden abgestimmt.
2. *Feststellen der Projektvoraussetzungen:* Der Meister erstellt eine Skizze der räumlichen Voraussetzungen und der elektrotechnischen Bedingungen vor Ort. Es werden notwendige Abstimmungen mit an-

deren Gewerken (Zeit, Ablauffolge usw.) bedacht.

3. *Erstellen von Angeboten:* Der Meister erstellt anhand des Kundenkurzprotokolls mehrere Angebote. Er informiert den Kunden über sich eventuell verändernde Voraussetzungen (Lieferengpässe usw.) und stimmt das weitere Verfahren ab.
4. *Abstimmen des Auftrags und Planen des Ablaufs:* Der Meister spricht mit dem Kunden die jeweiligen Stärken der Alternativangebote durch und leitet die Auftragserteilung ein. Anschließend wird der Auftragsablauf festgelegt (Zeit, Ressourcen, Gewerke usw.).
5. *Planen des Auftrags:* Der Meister erstellt mit einem EDV-CAD-System alle Pläne und Listen, legt den Zeitaufwand fest und überträgt den Auftrag einem Gesellen.
6. *Zeitliche und organisatorische Festlegung:* Der Geselle stellt mit dem Lehrling alle erforderlichen Betriebsmittel, Leitungen, Werkzeuge, Gerüste und Maschinen bereit. Sie legen gemeinsam den Ablaufs- und Arbeitsplan fest.
7. *Durchführen der Installationsarbeiten:* Der Geselle und der Lehrling führen die Installationsarbeiten aus. Sie informieren den Kunden gegebenenfalls über Probleme bei der Durchführung der Arbeiten. Sie geben dem Kunden Anregungen und Hinweise für das Projekt und verweisen auf eventuelle Konfliktsituationen mit anderen Gewerken.
8. *Sicherheitsprüfung Erstinbetriebnahme VDE 0100:* Der Geselle und der Lehrling schließen die Installationsarbeiten ab. Die Anlage wird von ihnen messtechnisch überprüft und die Messwerte werden in einem Protokoll schriftlich fixiert.
9. *Überprüfen der Kundenwünsche:* Der Meister überprüft die erstellte Anlage und führt eine abschließende Sichtkontrolle durch. Insbesondere die nichtelektrischen Ansprüche wie Beleuchtungsstärke, Lichtfarbe usw. sowie die ergonomische Ausstattung des Bildschirm-Arbeitsplatzes bedürfen

der konkreten Überprüfung vor Ort.

10. *Dokumentation und Rechnung:* Der Meister stellt die Dokumentationsmappe zusammen, korrigiert gegebenenfalls das Angebot nach dem tatsächlichen Aufwand und erstellt die Rechnung.
11. *Übergabegespräch mit dem Kunden:* Der Meister überreicht die Dokumentationsmappe und die Rechnung.

Schulische Arbeitsschwerpunkte

1. *Planungsgespräch mit dem Lehrer:* Der Lehrer bespricht mit den Schülern das Projekt vor Ort. Es werden vier Arbeitsgruppen gebildet. Jede richtet sich einen Gruppenraum ein. Der Lehrer zeigt die Möglichkeiten/Rahmenbedingungen der Schule auf (Werkzeug, Betriebsmittel, Räumlichkeiten usw.) und formuliert die Aufgabe: „eine ausreichende Beleuchtung der Sitzgruppe und des PC-Arbeitsplatzes zu erstellen“. Der Energieverbrauch und die Erstellungskosten sollen möglichst niedrig, d. h. umweltverträglich, sein. Der PC-Arbeitsplatz soll ein blendfreies Arbeiten ermöglichen und der Einrichtungskomfort soll durch weitere Schaltstellen und ausreichende Steckdosenzahl angemessen berücksichtigt werden. In einem Kurzprotokoll wird der Gesprächsverlauf festgehalten und abschließend mit dem Lehrer abgestimmt. Das planerische Vorgehen wird mit den Schülern ausdrücklich in den Blick gerückt.
2. *Feststellen der Projektvoraussetzungen:* Die Schüler erstellen in Partnerarbeit arbeitsteilig Skizzen von den räumlichen Voraussetzungen (Grundriss und Wände) und stimmen sich anschließend in der Gruppe ab. Mit diesen Informationen ausgestattet, erstellen sie eine maßstabsgetreue Zeichnung. Müssen die Schüler wegen fehlender Maße erneut in den Gruppenraum, so wird dies protokolliert, weil es unterschiedlich vorausschauendes Arbeiten demonstriert. Anschließend ermitteln sie die elektrischen Voraussetzungen des bereits vorinstallierten Gruppenraums. Von

- welcher Abzweigdose werden die verschiedenen Auslässe versorgt? Wo ist der Hausanschluss mit Zählerplatz? Wie lang sind die Leitungen? Auch diese elektrischen Gegebenheiten werden in Partnerarbeit arbeitsteilig skizziert. Die Skizzen werden in normgerechte Zeichnungen umgesetzt. Die Arbeitsgruppe entscheidet, welche der erstellten Pläne in die Gruppenmappe aufgenommen werden, was einen Anlass bietet, über die Leistungen der einzelnen Schüler zu debattieren. Jedes Gruppenmitglied erhält abschließend eine Kopie der (möglichst) einvernehmlich gebilligten Mappe.
3. *Erstellen von Angeboten:* Die Schüler erstellen in Partnerarbeit anhand des Kurzprotokolls (Schritt 1) arbeitsteilig drei schriftliche Teilangebote: 1. Lampenkreis, 2. Steckdosenkreis, 3. PC-Steckdosenkreis. Das Angebot umfasst die Mengen und Kosten für die zu installierenden Elektrokomponenten und die Art und Längen der Leitungen. Die Schüler tauschen sich in der Gruppe über die Teilangebote aus, überarbeiten es gegebenenfalls und erstellen das Gesamtangebot. Der Lehrer nimmt das Angebot entgegen und führt ein „Kundengespräch“, in dem die Schüler ihre Angebotsvorschläge erläutern, gegebenenfalls verteidigen oder modifizieren. Der Lehrer kann dabei unterschiedliche Kundentypen darstellen. Am Ende eines jeden Gesprächs folgt dann aber die endgültige schriftliche Auftragserteilung.
4. *Abstimmen des Auftrags und Planung des Ablaufs:* Da die Schülergruppenräume recht klein sind, können die Gruppen ihre Installationsarbeiten nicht gleichzeitig durchführen. Folglich müssen sich die Partnergruppen absprechen und den Arbeitsablauf inhaltlich und zeitlich festlegen. Die Arbeitsgruppen müssen sich also arrangieren, absprechen und ihre Bedürfnisse koordinieren. Planung und Kommunikation werden unabdingbar für erfolgreiches Arbeiten der Teams.
5. *Planen des Auftrags:* Während eine Partnergruppe entsprechend der Bestellliste ihre Elektrokomponenten erhält und mit der Installation beginnt, überführt die zweite Partnergruppe alle Zeichnungen, Listen und Pläne in ein EDV-CAD-System.
6. *Zeitliche und organisatorische Festlegung:* Während die zweite Partnergruppe am PC arbeitet, der generell als Arbeitswerkzeug zur Verfügung steht, führt die dritte Partnergruppe einer Niederohmmessung an Leitungen mit verschiedenen Querschnitten, Materialien und Längen durch. Die Schüler sollen die mit dem Gliedmaßstab oder aus den Zeichnungen ermittelten Leitungslängen überprüfen, denn nicht jede vermutete Leitungsführung stimmt mit der tatsächlichen überein. Über den Leitungswiderstand, das Leitungsmaterial und den Querschnitt ermitteln sie rechnerisch die Leitungslänge. Außerdem werden individuelle Trainingsphasen zu den Bereichen Niederohm-Messung, Lampenschaltungen und Widerstandsberechnung durchgeführt.
7. *Durchführen der Installationsarbeiten:* Beim Ausführen der Installationsarbeiten ergeben sich mitunter Konfliktsituationen mit den anderen Partnergruppen. Da die Schüler nicht immer unter Beobachtung stehen, verhalten sie sich nicht immer kooperativ, sie streiten sich um Werkzeug und Messgeräte oder ärgern sich „just for fun“, steht ein Schüler auf der Leiter, wird unten gerüttelt usw. Rechte und Pflichten des Auszubildenden und des Ausbilders werden unter Umständen verletzt. Ein solches (Fehl)Verhalten muss verantwortet werden. Der rechtliche Rahmen der Ausbildung (Berufsbildungsgesetz) und der Status des Jugendlichen (Jugendarbeitsschutzgesetz) wird erarbeitet. Die später folgende Unterweisung über das Arbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln wird dem Sinne nach und in ihrer Tragweite erfahren. Über die Wirkungen und Folgen des elektrischen Stromes und die Notwendigkeit von Sicherheits-
- bestimmungen informiert darüber hinaus die Multimedia-Software „Stromula“. Jeder Schüler muss das Programm erfolgreich absolviert haben.
8. *Sicherheitsprüfung Erstinbetriebnahme VDE 0100:* Die Installationsarbeiten werden abgeschlossen. Jeder Gruppenraum wird von der Parallelgruppe überprüft. Es werden die Prüfschritte Besichtigen, Erproben und Messen durchgeführt und in einem Protokoll schriftlich fixiert. Die Messung des Schutzleiterwiderstands wurde bei der Leitungswiderstandsermittlung bereits durchgeführt. Alle Leitungen – vom Hausanschluss bis zur entferntesten Steckdose im Gruppenraum – werden in einem Ersatzschaltbild dargestellt. Die Gesetzmäßigkeiten von Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen werden bearbeitet. Der Schleifenwiderstand der Anlage wird bei widerstandslosem Körperschluss ermittelt und im eingeschalteten Zustand des Netzes unter Beachtung aller Sicherheitsbedingungen gemessen. Zur Beurteilung des Widerstandswertes der Fehlerschleife werden der Leitungsschutz mit B- und C-Charakteristik betrachtet und die zugehörigen Abschaltströme und -zeiten berücksichtigt. Weiterhin werden Möglichkeiten der Schleifen-Widerstandsverminderung erörtert. Diese komplexen Betrachtungen werden mit dem Simulationsprogramm Instrom 4.0 überprüft, Veränderungen von Parametern durch schnelle Neuberechnung beobachtet. Mit dem Programm können Aufgabenergebnisse aus individuelle Trainingsphasen überprüft werden. Nach erfolgreicher Überprüfung werden die Räume in Betrieb genommen.
9. *Überprüfen der Kundenwünsche:* Die Schüler überprüfen die Funktion ihres Gruppenraumes. Lässt sich – wie geplant – das Licht schalten? Ist die Beleuchtungsstärke am Gruppentisch und am PC ausreichend? Stimmt die Lichtfarbe und lässt sich am Bildschirm-

Arbeitsplatzes blend- und reflexionsfrei arbeiten? Ist die Gruppe mit ihrer Arbeit zufrieden, bereitet sie die Übergabe an den Lehrer vor.

10. *Dokumentation und Rechnung:* Es werden vollständige Dokumentationsmappen zusammengestellt. Alle Zeichnungen, Messprotokolle, Beschreibungen und nicht zuletzt die Rechnungen nach dem tatsächlichen Aufwand werden in einem Inhaltsverzeichnis aufgeführt. Sie besprechen den Übergabe- und Präsentationsablauf. Die Präsentation der Arbeitsergebnisse bildet einen Schwerpunkt in der schulischen Ausbildung derjenigen Fähigkeiten, die für die Schüler nicht nur als Arbeitnehmer wichtig sind.
11. *Übergabegespräch mit dem Kunden:* Die Schüler übergeben dem Lehrer die Dokumentationsmappe.

Sie präsentieren die Ergebnisse und beschreiben den Verlauf der Arbeitsschritte. Sie analysieren ihre Stärken und Schwächen. Der Lehrer würdigt die Schülerarbeiten, so wie auch die Schüler sich untereinander bestätigen, was sie gut oder weniger gut bearbeitet haben.

Während all dieser Schritte zur – auch theoretischen – Durchdringung des Arbeitsprozesses und der Elektrotechnik arbeiten die Schüler im integrierten Fachraumkomplex, in dem Experimentier-, Mess- und Prüfplätze ebenso zur Verfügung stehen wie Gruppenarbeitsplätze, eine kleine Bücherei, PCs mit Internetanbindung und andere Informations- und Kommunikationsmöglichkeiten.

Nach Abschluss ihrer Modularbeit, nach Präsentation der Ergebnisse, Besprechung in der Klasse und nach Selbsteinschätzung innerhalb der

Gruppe erhalten die Schüler dann abschließend eine Beschreibung ihrer erworbenen Qualifikation, der man entnehmen kann, welche Aufgaben bearbeitet wurden, welche Kenntnisse erworben wurden und was jeder Schüler kann.

Jede der dargestellten Arbeiten berührt außerdem Vorschriften, Normen, Gesetze. Immer geht es auch um Ökonomie und Ökologie, es geht um das Wohl des Einzelnen, des Unternehmens, aber auch der Allgemeinheit: Kurz – modularisierte Berufsausbildung in unserem Sinne ist immer auch allgemeine und politische Bildung.

Über diese beiden Aspekte des hier an einem Beispiel dargestellten Modulkonzepts wird zu einem späteren Zeitpunkt zu berichten sein, da sie hier nur am Rande erwähnt werden konnten.

Siegfried Voß

Automobilkaufmann, Automobilkauffrau. Das 1. Jahr im Autohaus.

Vogel-Verlag, Würzburg 2000, 256 Seiten, 2-farbig. ISBN 3-8023-1832-3; DM 49.-

Zunächst fällt auf, dass dieses Buch kein in sich geschlossenes „Lehrbuch“ ist. Es hat den Charakter von Arbeitsmaterialien und ähnelt eher einem Arbeitsheft. Im DIN-A4-Format gehalten, mit einer Lochung versehen sowie der Möglichkeit, einzelne Blätter herauszutrennen, bekommen die Schüler 17 Lernsituationen präsentiert, die zu eigenverantwortlichem Handeln auffordern. Die „nullte“ Situation zeigt, wie das Arbeitsbuch aufgebaut ist: Lernsituationen enthalten die zu bearbeitenden Problemstellungen; ein Methodenteil enthält 15 Methoden, die zur Teamarbeit anregen; ein Abschnitt mit Grundwissen enthält Übersichten und Schaubilder, welche die grundlegenden Anforderungen an den Beruf behandeln; eine Aufgabensammlung soll durch Übungen und Anwendung

zur Vertiefung des Wissens beitragen; ein Wissensspeicher dient als Nachschlagewerk, in dem wichtige Begriffe rund um den Automobilkaufmann/die Automobilkauffrau erläutert sind. Die Lernsituationen konfrontieren mit betrieblichen Aufgabenstellungen, die in Form von Hausmitteilungen formuliert sind. Diese beziehen sich auf einen virtuellen Kfz-Betrieb mit dem Namen „Autohaus Spranger“, der allerdings so prägnant vorgestellt wird, dass es sich auch um ein reales Unternehmen handeln könnte. Jede Lernsituation schließt mit Literaturempfehlungen ab.

Der Methodenteil stellt Material zur Verfügung, welches die Bearbeitung von Aufgabenstellungen nach dem Prinzip der vollständigen Handlung unterstützen soll. Das Kapitel Grundwissen ist wie der erste Teil in Form von Lernsituationen formuliert, die nun aber stärker strukturiert und auftragsbezogen sind. Zudem sind hier Grundkurse angeordnet, die in Form von Folien grundsätzlichen Stoff vermitteln sollen, so z.B. zur Buchführung.

Der Aufgabenteil entspricht eher den bekannten Arbeitsheften, stützt sich aber methodisch auf völlig andere Elemente, die vor allem zu stärker selbstorganisiertem und offenem Lernen anregen. Es folgt der Wissensspeicher im Lexikoncharakter. Er ist alphabetisch aufgebaut und enthält die üblichen definitorischen Erläuterungen, wird aber auch hin und wieder so ausführlich, wie man es von klassischen Schulbüchern gewohnt ist.

Das Buch ist auf das im gleichen Verlag erscheinende Ausbildungsjournal „autokaufmann“ abgestimmt.

Ob das Konzept dieses Buches sich im Berufsschulalltag bewähren kann, ist nicht zuletzt vom Umgang mit solchen Arbeitsbüchern und der Organisation von Unterricht abhängig. Genügend Anregungen für einen offenen und handlungsorientierten Unterricht sind in ihm allemal enthalten. Es kann daher den Lesern uneingeschränkt empfohlen werden.

Matthias Becker

Thomas Schneider:

Prüfungsbuch für IT-Berufe.

Holland + Josenhans, Stuttgart 2000, 287 Seiten; ISBN 3-7782-6010-3; DM 39,-

Das Buch dient neben der Vorbereitung für die Zwischen- und Abschlussprüfung auch als Nachschlagewerk und zur Wiederholung von Fachinhalten für die vier IT-Berufe, so die einleitenden Worte. Mit einer Gliederung, die sich in erster Linie an die Positionen und Inhalte des Ausbildungsrahmenplanes anlehnt, erhält der Leser einen ersten Überblick zu folgenden Inhalten: Der Betrieb und sein Umfeld, Geschäftsprozesse und betriebliche Organisation, Arbeitsorganisation und Arbeitstechniken, informations- und telekommunikationstechnische Produkte (I&T) und Märkte, Herstellen und Betreuen von Systemlösungen, I&T-Systeme, Markt- und Kundenbeziehungen sowie zwei Fachaufgaben. Letztere setzen sich mit einer Ent-

scheidungsanalyse zur Auswahl eines Druckers gemäß eines Kundenwunsches und der Erstellung einer Excel-Anwendung zur statistischen Prozessregelung (SPC) auseinander.

Unter der Annahme, dass sich Auszubildende bei der Vorbereitung zur theoretischen Prüfung eher an die schulischen Lernfelder als an den Berufsbildpositionen orientieren, wäre eine Aufteilung nach Lernfeldern bzw. die Orientierung an exemplarischen Arbeits- und Geschäftsaufgaben eine Alternative gewesen. In diesem Fall würden sich die Fragen und Antworten des Themenkomplexes „Öffentliche Netze, Dienste“ nicht mehr in zwei Kapiteln mit jeweils zwei weiteren Unterkapiteln wiederfinden. Mit der Schwerpunktsetzung des Kapitels 6.2: „Schutzmaßnahmen für die IT-System-Elektronik“ erfolgt eine der wenigen Differenzierungen zwischen den vier IT-Ausbildungsberufen. Eine stärkere Binnendifferenzierung wäre eine zusätzliche Hilfe gewesen; die

Konzentration z. B. auf die gemeinsamen Kernqualifikationen hätte sich angeboten. Die Fragen und Antworten den einzelnen IT-Berufen zuzuordnen wird natürlich dadurch erschwert, dass die Berufe an sich noch nicht die entsprechende Trennschärfe aufweisen. Untersucht man die Fragen selbst, so fällt auf, dass einige nur mittels der Antworten verständlich sind. Die Absicht der Fragestellung kann oft nur erschlossen werden, wenn die Antworten bekannt sind. Es wurde allerdings versucht, möglichst viele Fragen in Kurzform zu formulieren und ein breites inhaltliches Spektrum abzudecken.

Grundsätzlich kann das Prüfungsbuch als Vorbereitung im Selbststudium herangezogen werden. Diesen Ansatz verfolgen wohl zurzeit auch die vielen IT-Auszubildenden, die dieses Buch zeitweise zum Bestseller machten.

Knut Behnemann

Jörg-Peter Pahl, Friedhelm Schütte (Hrsg.):

Berufliche Fachdidaktik im Wandel – Beiträge zur Standortbestimmung der Fachdidaktik Bautechnik

Kallmeyer'sche Verlagsbuchhandlung, Seelze-Velber 2000, 200 Seiten, ISBN 3-7800-4168-5; DM 29,80

In neun Beiträgen widmen sich die Autoren fachdidaktischen Fragestellungen, diskutieren die Bedeutung und Positionen der beruflichen Fachdidaktiken im Allgemeinen und stellen spezielle Probleme der beruflichen Fachdidaktiken der Bautechnik vor.

SCHÜTTE eröffnet die Artikelreihe: Er sieht die Krise der beruflichen Fachdidaktik u. a. im „Standortdilemma“ begründet. Dahinter verbirgt sich die offene Frage, ob die Fachdidaktik sich als Teildisziplin der Fach- oder der Erziehungswissenschaften verstehen soll. Zur Diskussion steht ebenfalls die Eigenständigkeit der beruflichen Fachdidaktiken und die Anknüpfung an ei-

ne Berufswissenschaft. SCHÜTTE diskutiert die Rolle der Berufswissenschaften für die Ausgestaltung der Fachdidaktik und greift die Methodenfrage auf. Für den Autor hat die (Fach-)Methodologie die Rolle eines Leitbildes für die Neupositionierung der Fachdidaktik. Problematisch scheint in der Diskussion, dass bei seiner Suche nach einem neuen Standort der Handlung eine Isolierung der Fachdidaktik besteht. Dies etwa dadurch, dass eine Orientierung der Fachdidaktik an Sozial- bzw. Handlungswissenschaften und eine stärkere Distanzierung zu allen potenziellen Bezugsdisziplinen favorisiert wird. Der Autor schlägt einen Argumentationsweg ein, der durch Abgrenzung von den wissenschaftlichen Disziplinen die Frage des wissenschaftlichen Standortes zu entschärfen versucht. Die Methodenfrage soll gegenüber der Inhaltsfrage in den Vordergrund gestellt werden. Die Fachmethodik wird zur zentralen Querschnittsdisziplin der beruflichen Fachdidaktik. Eine Ausblendung wichtiger Problemfelder ist die Folge. Dies wird beispielsweise durch die Aussage unterstrichen, Unterricht könne

sich selbst und betriebliches pädagogisches Handeln von Lehrern und Ausbildern reflektieren, wobei bemerkenswerter Weise das betriebliche Handeln von Facharbeitern als Reflexionsobjekt nicht genannt wird.

Erfrischend ist der Dialog, den KUHLMIEIER und TENFELDE in ihrem Beitrag bestreiten, um die Bezugsdisziplinen für die Fachdidaktik auszumachen. Die Kernfrage „Was bedeutet der Wortbestandteil ‚Fach‘ im Begriff der beruflichen Fachdidaktik?“ wird aufgeworfen. KUHLMIEIER greift die Problematik auf, dass die Arbeitswelt der Auszubildenden durch kein Fach im klassischen Sinne repräsentiert wird. Der beruflichen Bildung fehlt eine Entsprechung für die Arbeitswelt in den universitären Fachdisziplinen. Die Rolle der Berufswissenschaften als die geeignete Bezugsdisziplin wird polarisierend und vielschichtig angesprochen. Für die Wirtschaftsdidaktik, die TENFELDE vertritt, wird beispielsweise eine Berufswissenschaft mit der Begründung für unnötig erklärt, es gebe eine enge Anbindung an die Wirtschaftswissenschaften. Hier stellt sich dem

Leser natürlich sofort die Frage, ob die Wirtschaftswissenschaften angesichts der beruflichen Anforderungen an Bank-, Büro- und Industriekaufmann/-frau etc. eine geeignete Bezugswissenschaft für die Wirtschaftsdidaktik ist. Der polarisierende Dialog der beiden Autoren regt zur Diskussion an. Dem Leser werden Argumentationshilfen an die Hand gegeben, sich einen begründeten eigenen Standpunkt zu suchen.

In einem weiteren Beitrag widmet sich SCHÜTTE einer Standortbestimmung der beruflichen Fachdidaktik, indem er dessen historische Bezüge aufgreift, den Einfluss der Technikdidaktik diskutiert, die wissenschaftlichen Ansprüche der 1990er-Jahre ins Blickfeld nimmt und schließlich Entwicklungsoptionen vorstellt. Sein Resümee zielt dabei auf eine „moderate Transformation“ der Fachdidaktik, bei der die Allgemeine Didaktik an Gewicht gewinnen soll.

PAHL und VERMEHR konstatieren in ihrem Beitrag dagegen, „dass eine Fachdidaktik ohne Bezug auf eine zugehörige Fachwissenschaft nicht denkbar ist.“ Sie legen dar, dass für die Berufsbildung keines der vorhandenen „Wissenschaftsfächer“ für sich als Bezugswissenschaft ausreiche, da sonst der Zusammenhang zwischen Arbeit, Technik und Bildung nicht genügend beachtet werde. Der Leser erhält einen Überblick über die Position der beruflichen Fachdidaktiken und die Rolle der Berufswissenschaften. Das Fehlen eines fachrichtungsübergreifenden Konsens über eine

gemeinsame Basis der Fachdidaktiken nehmen die Autoren zum Anlass, eine Analyse der Berufsfelddidaktiken zu initiieren. Ein Fazit der Autoren ist, dass die Berufsfeldwissenschaften als integrierende Bezugsdisziplin weiterzuentwickeln ist, da sie den Zusammenhang von Arbeit, Technik und Bildung berücksichtigt.

STRUVE greift die Problematik auf, dass gerade für das Berufsfeld Bau/Holz/Gestaltung viele Quellen relevant sind, sodass nicht nur eine Berufswissenschaft Lösungen herbeiführen kann. Er rückt deshalb die pädagogische Frage und den klafischen Bildungsbegriff stärker in den Vordergrund. Beispielhaft werden einzelne Problembereiche aus dem Bau- und Holzbereich diskutiert.

BLOY arbeitet in seinem Beitrag heraus, dass gerade im Baubereich Freiräume für Entscheidungen, also das Ziel der Gestaltungskompetenz, besonders wichtig sind. Er verweist darauf, dass die Mehrzahl der auf dem Bau verrichteten Arbeiten nur über ein hohes Maß an Erfahrungswissen zu erschließen sind. Dieses stelle einen Jahrhunderte alten Theorienbestand dar, der in den bisherigen Lehrfachwissenschaften bisher keine Berücksichtigung findet. Die Nutzer der vorhandenen Lehrfachwissenschaften seien die Architekten und die Bauingenieure, nicht jedoch die Facharbeiter der Bauberufe. Als Resultat dieser Erkenntnisse stellt er eine Strukturierung beruflicher Didaktik vor, die an der Arbeitswelt, an den berufskundlichen Inhalten anknüpft und

Antonius Lipsmeier, Günter Pätzold, Anne Busion (Hrsg.):

Lernfeldorientierung in Theorie und Praxis.

Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Beiheft 15. Franz Steiner Verlag, Stuttgart 2000, 230 Seiten, ISBN 3-515-07731-6; DM/sFr 68,- / öS 496

Dieser (vierteilige) Sammelband (Grundsatzfragen, Begründung, Um-

setzung, Stellungnahmen) ist eine weitere Reaktion (Siehe dazu auch: Lernfeldorientierung: Konstruktion und Unterrichtspraxis. Herausgegeben von HUISINGA, LISOP und SPEIER, Frankfurt am Main 1999) der berufs- und wirtschaftspädagogischen Wissenschaft auf den von der KMK angestoßenen Reformversuch für die Berufsschule durch den Lernfeldansatz, hier aber – programmatisch (?) – als Lernfeldorientierung bezeichnet. Der Titel lässt die Hoffnung aufkommen, dass hier auch über erste Evaluationen des

darauf aufbauend fachmethodische Aspekte integriert.

Die Berufe in den Berufsfeldern Bautechnik, Holztechnik und Farbtechnik und Raumgestaltung werden von Kuhlmeier vorgestellt. Er arbeitet gemeinsame Strukturmerkmale heraus, nimmt noch einmal zu den Bezugsdisziplinen Stellung und beschreibt Herausforderungen für die Fachdidaktik.

MERSCH diskutiert in seinem Beitrag die Möglichkeit, Berufsschulgebäude zum Lerninhalt für die Ausbildung in den bau-, holz- und gestaltungstechnischen Berufen zu machen. Er benennt Beispiele, in denen die Gestaltung des Lebensbereichs Berufsschule zum Gegenstand des Lernens werden kann.

Alle Beiträge zeigen die enge Verbundenheit zwischen den Fragen und Entwicklungen der beruflichen Fachdidaktiken und den beruflichen Arbeitsinhalten auf. Ebenso vermittelt das Buch die Problematik der Wissenssicherstellung für die Beantwortung der Frage der „richtigen“ Wissenschaftsorientierung. Die Artikelsammlung bietet einen Fundus an Diskussions- und Orientierungsmaterial für alle Lehrenden der gewerblich-technischen Berufe. Allen, denen die Berufswissenschaften noch ein wenig suspekt sind, kann dieses Buch eine wertvolle Hilfe sein, sich einen eigenen Standpunkt zu erarbeiten und die Überlegungen in die berufliche Praxis einzubinden.

Matthias Becker

Reformansatzes nach wie vor noch aus. Und es wird auch noch eine Weile dauern, bis eindeutige Erkenntnisse über die Praktikabilität dieses Ansatzes vorliegen werden, denn die echte Nagelprobe ist das Bewähren der nach dem Lernfeldkonzept ausgebildeten Jugendlichen in der beruflichen Praxis. Und da die betriebliche Seite in diese Reformbestrebung nicht (oder nur gering) einbezogen ist (darauf wird weiter unten noch einzugehen sein), ist auch dieser Beweis nicht so einfach zu erbringen. Auch eine Befragung über Vor- und Nachteile des Lernfeldkonzeptes (s. u.) hilft hier nicht viel weiter. Trotz – oder wegen – dieser Unwägbarkeiten ist die berufspädagogische Wissenschaft wie ein Bienenschwarm aufgeschwecht worden, um in einer – manchmal schwirrenden – Aufholjagd ihren Beitrag zur Entwicklung (oder Vernichtung?) des Lernfeldansatzes zu leisten. Auf Grund dieser konträren Ausgangssituation fällt es dem Rezensenten (der ja auch aus diesem „Stock“ kommt) nicht leicht, aus der Vielfalt der geäußerten Meinungen in diesem Sammelband einen „mainstream“ herauszufiltern, zumal er durch die wissenschaftliche Betreuung des Modellversuchs „Berufsschule 2000“ einen gewissen Erfolgswang bei der Umsetzung des Lernfeldkonzeptes nicht leugnen kann und damit (einseitig?) vorbelastet ist. Da der zentrale Punkt, an dem der Hebel zur (endgültigen) Begutachtung des Lernfeldansatzes (als einem Paradigmenwechsel?) anzusetzen ist, so und so erst noch gefunden werden muss, kann eigentlich jeder (theoretische und praktische) Beitrag zur Klärung der Lernfeldproblematik nur hilfreich sein.

Teil A (Grundsatzfragen)

Dubs führt den Lernfeldansatz der KMK auf eine Verdichtung bisher entwickelter Lernkonzepte zurück: Projektunterricht, interdisziplinärer (integrierter) Unterricht, handlungsorientierter Unterricht, Schlüsselqualifikationen. Neu an dem Lernfeldansatz sind nicht diese lerntheoretischen Ideen, sondern neu sind curriculare Voraussetzungen: An die Stelle eines disziplinorientierten tritt ein ausschließlich thematisch und schwerge-

wichtig interdisziplinärer Unterricht, der sich an (beruflichen) Aufgabenstellungen und Handlungsabläufen orientiert (S. 19). Die oftmals anzutreffende Gleichgültigkeit der Lehrkräfte gegenüber diesen von der Wissenschaft hervorgebrachten Ansätzen führt er auf folgende Ursachen zurück:

- laufendes und einseitiges Anpreisen solcher „neuer“ Ansätze,
- Meinungsverschiedenheiten unter den wissenschaftlichen Pädagogen,
- Mangelnde Bereitschaft, sie an schulpraktischen Beispielen selbst zu demonstrieren (S. 15).

Dubs kommt nach der Erörterung von Fragen zur Umsetzung des Lernfeldkonzeptes zu dem Resümee, dass das Lernfeldkonzept zu einseitig auf eine Betrachtungsweise ausgerichtet ist und dass die hochgesetzten Ansprüche im Schulalltag kaum zu erfüllen sind. Ein Lösung sieht er in einem „gemäßigt konstruktivistischen Lernverständnis“ (S. 28) und in Konstruktionsprinzipien für den Lehrplan auf der Basis einer Kombination von Lerngebieten und Lernfeldern. Insgesamt steht Dubs den Forderungen des Bundesverbandes der Lehrer an Wirtschaftsschulen (Stellungnahme des VLW s. u.) näher als der KMK-Handreichung.

LISOP und HUISINGA entfalten in einem weiteren grundlegenden Beitrag das in der KMK-Handreichung nicht näher erläuterte Kunstwort der „Exemplarität“. Unter „Exemplarität“ verstehen sie ein (individuelles) Erkenntnisprinzip, das durch Wahrnehmung, Auslegung und Zuordnung von Wesen und Erscheinung, Ganzen und Teilen, Strukturen und Prozessen didaktisch realisiert wird (S. 40). Diese von den Autoren favorisierte Exemplarität als ein „hinreichend ausdifferenziertes curriculumtheoretisches Instrumentarium“ (S. 52) kann allerdings in den dargestellten zwei „Kurzbeispielen“ nicht überzeugend nachgewiesen werden. Außerdem sollte man überlegen, ob der von den Autoren so benutzte Begriff „Exemplarität“ nicht zwei didaktische Verfahren enthält, die man besser auseinanderhalten sollte: „Exemplarisches Lehren“ und „Didaktische Strukturierung durch philoso-

phische Kategorien“ (HERING/LICHTENECKER 1966).

Einen für das Fortführen des Lernfeldansatzes notwendigen Klärungsbedarf entwickelt LIPSMEIER mit seiner grundlegenden Untersuchung zu Systematisierungsprinzipien für berufliche Curricula. Sein Exkurs in die Lehrplangeschichte zeigt, dass „curriculare Ganzheiten und Komplexitäten weder leicht planbar noch gut kontrollierbar, also mit Risiken behaftet“ sind und damit aus Sicht der Kultus- und Schulverwaltungen (Staat als Regulierungsinstanz) – obwohl erprobte Alternativen, zumeist von nicht-staatlichen Institutionen kommend, vorhanden sind – Entmischungsstrategien und strenge Strukturierungsprinzipien bevorzugt werden (S. 55). An dieser Stelle kann nicht auf das von LIPSMEIER analysierte breite Spektrum der (kontinuierlich-linearen sowie thematisch-konzentrischer und diskontinuierlicher) Strukturierungsformen und Konzeptionierungs-Prinzipien (Wissenschafts-, Situations- und Persönlichkeits-Prinzip) für (berufliche) Curricula eingegangen werden, sondern es soll seine Quintessenz aus dieser Analyse für die von ihm bevorzugte (zukünftige) Curriculumstruktur angegeben werden: „Nach dem gegenwärtigen (freilich unvollkommenen) Erkenntnisstand spricht einiges für die Kombination von traditionellen Prinzipien (z. B. Wissenschaftsprinzip, Projektorientierung) mit neuen Ideen (z. B. Lernfeldorientierung). Das entspräche dem Konzept des verzweigten Curriculums, dem des vernetzten Curriculums (VLW s. u.) oder auch dem Modell des integrierten Lernen in der Kombination von Wissenschafts- und Handlungsorientierung.“

Die Auseinandersetzung um das zukünftig geeignete Curriculum-Modell für die Berufsschule führt PÄTZOLD mit der Diskussion des Spannungsfeldes zwischen Handlungs- und Fachsystematik weiter: Da die Verfasser der KMK-Handreichungen davon ausgehen, dass auch einzelne Lernfelder ausschließlich fachsystematisch gegliedert sein können (KMK 1996, S. 32), entsprechen sie dem von PÄTZOLD favorisierten Ansatz einer Verknüpfung von Handlungs- und Fach-

systematik, um deren Vorzüge zusammenzuführen (S. 83). Insofern fordert und fördert die Umsetzung des Lernfeldkonzeptes – die Entgrenzung der gewohnten Fächerhorizonte und Organisationsmodelle – ein funktionierendes System kollegialer Wahrnehmungen, Anregungen und Hilfen für die Bildungsarbeit in allen Lernorten der beruflichen Bildung (S. 84).

Der Teil B (Begründung) enthält Beiträge, die ebenso wie Teil A Grundlegendes des Lernfeldansatzes diskutieren: FISCHER und GERDS z. B. untersuchen Vorläufer und Varianten von „Lernfeldern“ in der historischen Entwicklung curricularer Ansätze der gewerblich-technischen Berufsausbildung und kommen zu dem Schluss, dass die berufliche Fortbildungsschule zu Beginn des 20. Jahrhunderts eine deutliche Orientierung an übergreifenden thematischen Feldern, eine starke Akzentuierung der Arbeits- und Geschäftsprozesse mittelständischer Handwerksbetriebe und einen weitgehenden Verzicht auf die später übliche Einbindung der „Bezugswissenschaften“ zeigt. Dies ändert sich in den 20er-Jahren: Die Berufsschule erhielt ihre bis heute geltende Funktion einer die Betriebsausbildung ergänzenden fachtheoretischen Untermauerung (S. 90). Die Frankfurter Methodik will diese starke Determiniertheit durch die betrieblichen Ausbildungsziele lockern und Zusammenhangs- und Orientierungswissen, Abstraktion und Elementarisierung, Gestaltungsfähigkeit und geistige Durchdringung der Arbeitsprozesse beim Schüler erzeugen. Diese Ansatzpunkte wurden in der nachfolgenden Zeit weder in der Berufsbildungspraxis noch in der berufspädagogischen Theorie wieder erreicht. Mit dem Lernfeldansatz der KMK und der dazu erfolgten umfangreichen Einführung von lernfeldorientierten Rahmenlehrplänen und deren Umsetzung sowie dem damit im Zusammenhang stehenden BLK-Programm „Neue Lernkonzepte in der dualen Berufsausbildung“ ist ein „Veränderungspotenzial“ wie kaum eine andere bildungsplanerische Initiative der letzten Jahre gegeben.

Mit dem nächsten Beitrag bekommt die (anonyme) KMK-Handreichung

personelle Gestalt: HERRMANN und ILLERHAUS (beide Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland) erläutern die Vorgeschichte und das Lernfeld als curriculares Strukturelement des „Lernfeldkonzeptes“ an einem überzeugenden Beispiel anhand des Ausbildungsberufes Maurer/Maurerin (S. 104 ff.) und stellen abschließend fest: „War die Wissenschaft auch zunächst überrascht von dem mutigen Schritt der Kultusministerkonferenz, den Unterricht in der Berufsschule über Handlungsorientierung effizienter zu machen und Rahmenlehrpläne nach Lernfeldern zu strukturieren, so geht sie jetzt dazu über, diesen Prozess durch wissenschaftliche Begleitung zu fördern.“ (S. 108)

RAUNER entwickelt in seinem Beitrag das Konzept der „Integrierten Berufsbildungspläne“ auf der Basis einer anzustrebenden „Komplementarität von Inhalten und Zielen“ für die beiden Lernorte Betrieb und Schule. „Kriterium der Integration der wahrscheinlichen Unterschiede in einem Berufsbildungsplan ist allein der Bezug auf ein Berufsbild. Hierfür muss das Verfahren überwunden werden, Ergebnisse der Qualifikationsforschung im betrieblichen Sektor der Berufsbildung unverbunden mit schulischen Bildungszielen festzuschreiben, denn ein integrierter Berufsbildungsplan verlangt, beides auszutarieren. Dazu ist die Strukturierung nach Lernfeldern mit klarem Bezug auf berufliches Handeln in hervorragender Weise geeignet.“ (S. 119)

Teil C (Umsetzung) ist durchgängig auf das Berufsfeld Wirtschaft und Verwaltung bezogen, deren Darstellungen aber grundlegende Aspekte und transferfähige Angebote enthalten. So kritisiert HANSIS den KMK-Lernfeldansatz aus der Sicht der kaufmännisch-verwaltenden Berufe, dass dieser den berechtigten und zunehmenden Bedarf an Grund-, Stütz- und Förderkursen sowie von kursmäßig zu vermittelnden Zusatzqualifikationen nicht berücksichtigt (S. 131). Gleichzeitig wird von ihm das von Nordrhein-Westfalen favorisierte Vorgehen bei der Umsetzung des Lernfeldkonzeptes

verteidigt, Lernfelder mit hoher Affinität jeweils unter dem Dach eines der drei Fächer zusammenzufassen: Allgemeine Wirtschaftslehre, Spezielle Betriebslehre und Rechnungswesen (S. 131). Aus diesen beiden Aspekten ergibt sich seine Grundposition zum Lernfeldkonzept: Die Verknüpfung von Handlungs- und Fachsystematik ist auf der curricularen zentralen und dezentralen Planungsebene didaktisch unabweislich geboten. Auf der unterrichtsorganisatorischen Ebene ist der Rückgriff auf die Fächerstruktur derzeit hinsichtlich des berufsübergreifenden sowie des Differenzierungsbereiches didaktisch sinnvoll. Damit wird das Lernfeld zwar als Ordnungsmittel, nicht aber als Organisationsmittel akzeptiert: „Es wird sich erweisen, dass etwas weniger mehr ist und etwas langsamer schneller.“ (S.133)

EMBACHER und GRAVERT widmen sich in ihrem Beitrag der Entfaltung des Begriffs *Lernsituation*. Durch Kriterien und Leitfragen werden Anleitungen zur Gestaltung von Lernsituationen entwickelt, die zur Ausgestaltung von Lernfeldern dienen. Es hat bei dieser Konstellation den Anschein, als ob die Lernfelder als Ordnungsmittel und die Lernsituationen als Organisationsmittel eingesetzt werden. Richtig bewertbar ist dieses Vorgehen (wie auch bei den meisten anderen Beiträgen dieses Sammelbandes) erst bei vollständig vorliegender Umsetzung.

SCHÄFER und BADER wollen durch die Entfaltung des in den KMK-Handreichungen nicht genannten Terminus des *Handlungsfeldes* sowie durch eine Konkretisierung des *Lernfeldbegriffes* zu einer *Konzeptualisierung* des Lernfeld-Ansatzes kommen. Dazu fehlt aber die Erläuterung des Übergangs vom Handlungsfeld zum Lernfeld. Dieser Übergang (das „missing link“ des Lernfeldkonzeptes) kann m. E. nicht ohne Berücksichtigung und Einbeziehung des betrieblichen *Ausbildungsfeldes* gelingen. Eine Grundposition – die aber hier nicht näher ausgeführt werden kann – ist die: Ein Lernfeld ist einerseits weniger und andererseits mehr als ein Handlungsfeld. Dieses Mehr und gleichzeitig Weniger für die einzelnen Berufe

und Berufsfelder zu ergründen und zu verallgemeinern, wird eine nicht zu umgehende Aufgabe bei der weiteren Umsetzung und Evaluierung des Lernfeld-Ansatzes sein.

Auch in dem Beitrag von BUSCHFELD taucht der in fast allen Beiträgen durchgängig auftretende Grundwiderspruch des Lernfeldkonzeptes auf: Das Ungewohnte an der Vorgabe von Lernfeldern als Ordnungsprinzip ist die fehlende Kongruenz vom curricularen Ordnungsprinzip der Rahmenlehrpläne und dem bisherigen und wohl noch gängigem organisatorischen Ordnungsprinzip von Fachlehrerinnen-Stunden der Berufsschulstundenpläne. Ein weiterer Grundwiderspruch besteht in der Tatsache, dass die Lehrenden Arbeitszeit für die Interpretation dieser – unter Verzicht auf detaillierte oder systematisierte Inhaltsangaben gestalteten – Curricula einsetzen müssen („Zwangsabnehmer mit Gestaltungszwang“). „Soviel Askese (bei der Curriculumgestaltung R. M.) lässt die Frage aufkommen, ob die Lernfeldverantwortlichen tatsächlich wussten, was sie tun, als sie verzichteten (...). Und ob sie wussten, was sie wollten, oder sich nur einig waren in dem, was sie nicht mehr wollten. Umgekehrt stellt sich aber die Frage, auf was die Lernfeldverpflichteten verzichten, wenn sie nun nicht tun, was ihnen angetan. Der Verzicht auf die Freiheit durch Lernfelder ist ebenso problematisch wie die Freiheit des Verzichts auf Lernfelder oder passender Werkzeuge.“ (S. 167 f.)

KREMER und SLOANE untersuchen die Implementierung des Lernfeldansatzes durch Systematisierung der auftretenden Erfahrungen mit „Zukunftswerkstätten“. Dabei kommen sie zu dem Resümee: Die Lernfeldkonzeption verlangt, dass sich das Gebilde „Berufsbildende Schule“ neu formiert und auf den verschiedenen Ebenen – Curriculumentwicklung, Schulentwicklung, Lehr-Lern-Gestaltung – eine Verschiebung der Verantwortungsbereiche hin in Richtung der Schule ergibt. Das hat weitreichende Konsequenzen für die Tätigkeit der Lehrenden aber auch für die Kultusbürokratie (S. 180).

In dem Erwerb von *Expertise* (bereichs- und aufgabenspezifische Problemlösefähigkeit einer Person in einem Sachgebiet) sieht KLAUSER eine curriculare und didaktisch-methodische Leitidee zur effektiven Ausgestaltung lernfeldstrukturierter Curricula. Diese erfolgt nach dem Sequenzierungsprinzip „konkret – abstrakt – konkret“. Dieses Grundmodell wird von ihm durch die in den 80er- und 90er-Jahren in den USA entwickelten Instruktionsansätze „*Problem-Based Learning*, *Cognitive Apprenticeship* und *Anchored Instruction*“ zur unterrichtlichen Umsetzung des Lernfeldkonzeptes herangezogen. Beim genaueren Hinsehen entpuppen sich diese Lernkonzepte als modernisierte Form vorhandener (klassischer) Verfahren: Problemunterricht, Handwerkslehre sowie Fallpräsentation und Einbettung der Fälle in den Unterricht. Mit dem virtuellen Unternehmen „Bautechnik GmbH“ (multimediale und interaktive CD-ROM) wird ein Anwendungsbeispiel für die kaufmännische Ausbildung erläutert (S. 190 f.).

BUSIAN und PÄTZOLD weisen in ihrem Beitrag auf die auch in den anderen Beiträgen angesprochenen Probleme zur Umsetzung der Lernfeldkonzeption hin: Curriculare Arbeiten werden zunehmend an die Schulen verlagert, ohne einen Ausgleich zu schaffen; Katalog der prüfungsrelevanten Inhalte wirkt als heimlicher Lehrplan vor allem im Hinblick auf die Zwischenprüfung; schulspezifisch regionale Entwicklungen können grundsätzlich durch den offeneren Lernfeldansatz gefördert werden (diese Entwicklungen werden aber durch bundeseinheitliche Prüfungen konterkariert); für eine Befähigung der Auszubildenden zur Kundenorientierung ist ein „Team Teaching“ von Lehrenden des berufsbezogenen und berufsübergreifenden Bereichs notwendig (dazu fehlen jedoch die Rahmenbedingungen sowie eine adäquate Vorbereitung und Fortbildung der Lehrenden) (S. 205).

Teil D ist den Stellungnahmen zum Lernfeldkonzept vorbehalten und insofern von besonderer Brisanz, da zum einen die am meisten „Betroffenen“ zu Wort kommen können (BLBS, VLW) und zum anderen die dualen

Partner (BIBB, Ausbildungsbetriebe) ihre Meinung kundtun können. Der Bundesverband der Lehrerinnen und Lehrer an beruflichen Schulen e.V. (BLBS) steht der Unterrichtsorganisation in Lernfeldern konstruktiv gegenüber. Der Unterricht ist dabei nicht Abbild des Betriebes und des beruflichen Alltags, sondern er erfasst die betriebliche Situation exemplarisch und abstrahiert sie auf eine komplexere fachliche Ebene unter Einbezug fachwissenschaftlicher Grundlagen. Der BLBS sieht eine Reihe ungelöster Fragen: Abschlussprüfung, bundesweite Qualitätsstandards, notwendige Unterstützung der Schulen und ihrer Lehrerinnen und Lehrer ist nicht im erforderlichen Umfang gesichert, fast unlösbare organisatorische Aufgaben, Ausbildung des Lehrernachwuchses, Kooperation und Abstimmung mit dem dualen Partner, Differenzierungsprobleme sind im Lernfeldkonzept nicht berücksichtigt.

Der Bundesverband der Lehrer an Wirtschaftsschulen e.V. (VLW) kommt zu folgender Einschätzung (Aütor RÖBLER): Die Lernfeldorientierung, wie sie in den Handreichungen als Vademekum für KMK-Rahmenlehrplanausschussmitglieder verbindlich vorgegeben wird, greift für kaufmännisch geprägte Ausbildungsberufe viel zu kurz. Das UABBi-Lernfeldkonzept steht im gedanklichen Ansatz durch seine einseitige Ausrichtung an betrieblichen Handlungsabläufen einer einfachen Abbilddidaktik sehr nahe. Diese Außenposition wird den Voraussetzungen, Möglichkeiten und Anforderungen des Lernens in der kaufmännischen Berufsschule nicht gerecht... Das Lernfeldkonzept ist nicht das Ende der Didaktikgeschichte. Es ist ein Zwischenschritt für eine Curriculumkonstruktion zwischen den Außenpositionen unverbundener Unterrichtsfächer und unstrukturierter Lernfelder. Der VLW setzt dem Lernfeldkonzept seinen Entwurf der vernetzten Curricula entgegen: Stundentafeln für vernetzte Curricula verknüpfen fächerstrukturierten Unterricht in wenigen Kernfächern mit Unterricht in fächerübergreifenden Projekten und methodischen Großformen (Planspiel, Fallstudie, Rollenspiel, Bürosimulationsverfahren).

Das Bundesinstitut für Berufsbildung – BIBB – (Autoren SCHWIEDRZIK/WINZIER) kommt zu folgender Einschätzung: Vordergründig handelt es sich bei den Lernfeldern um eine Angelegenheit der Länder, die nur die Berufsschule betrifft und aus der sich der Bund und mit ihm das Bundesinstitut für Berufsbildung besser heraushält. Dieser „Grundposition“ werden noch einige Ratschläge nachgeschoben: man sollte doch keine unnötige Polarisierung von (Persönlichkeits-)Bildung und Qualifizierung vornehmen, die Zusammenarbeit zwischen den Lernorten Betrieb und Schule muss verstärkt werden, der Informations-

austausch sollte verbessert werden usw. ZEDLER, der im abschließenden Beitrag zum Lernfeld-Konzept aus der Sicht von Ausbildungsbetrieben eingeht, stellt abschließend drei – von der Berufsschule und vom Betrieb – zu beantwortende Fragen für die weitere Entwicklung:

1. Inwieweit sind Handlungs- und Fachsystematik zu verknüpfen, sodass die Auszubildenden auf die beruflichen Aufgaben umfassend vorbereitet werden können?
2. Wie können Ziele und Inhalte im Lehrplan präziser formuliert werden, ohne dass die Orientierung

an Handlungssituationen verloren geht?

3. Wie können sich die Vertreter der Ausbildungsbetriebe und der jeweils zuständigen Berufsschule rechtzeitig über die zeitliche und inhaltliche Gliederung des Ausbildungsganges vor Ort abstimmen?

Werden diese Fragen in Zukunft von *beiden* Partnern mit Leben erfüllt, dann hat das Lernfeldkonzept seinen Zweck erfüllt. „Beruhigend zu wissen, dass es nicht um Lernfelder, sondern um Schülerinnen und Schüler geht.“ (BUSCHFELD, S. 168).

Reinhard Malek

Nachrichten

In den Monaten Mai bis September 2001 beteiligten sich die BAG Elektrotechnik/Informatik und Metalltechnik an verschiedenen Tagungen oder führen diese selbst durch.

Service – IT-Qualifizierung – Know-how-Transfer in freien Kfz-Werkstätten

An dieser Tagung beteiligt sich die BAG Metalltechnik – Arbeitskreis Kfz-Technik – als Veranstalter. Weitere Veranstalter: biat – Universität Flensburg, KWK-AUTOMEISTER.

Schwerpunkt ist die vernetzte Kfz-Werkstatt, Personalentwicklung und die Qualifizierung von Mitarbeitern. Vorgestellt werden auch die Ergebnisse eines ADAPT-Projektes des Europäischen Sozialfonds.

Gewerkeübergreifende Kundenaufträge als Herausforderung für die Berufsbildung.

An dieser Bundesfachtagung des Arbeitskreises Versorgungstechnik vom 26.9. bis 28.9.2001 in Stuttgart beteiligen sich das BIBB, die Robert-Mayer-Schule Stuttgart und das Landesgewerbeamt.

Das Tagungsprogramm und Anmeldeöglichkeiten finden sich im Internet unter www.rms.s.bw.schule.de oder können angefordert werden unter Tel.: 0711-216 7344 oder Fax 0711-216 7197.

Die Tagung deckt ein weites Spektrum aktueller Fragen der Berufsbildung ab.

Hochschultage Berufliche Bildung

vom 13. März bis 15. März 2002 an der Universität Köln

Die BAG Elektrotechnik/Informatik und die BAG Metalltechnik beteiligen sich mit je einer Fachtagung.

Das Tagungsmotto lautet: Berufsbildung in der Wissensgesellschaft: Globale Trends – Notwendige Fragen – Regionale Impulse.

Wer einen aktiven Beitrag leisten möchte, ist aufgefordert, mit Prof. Dr. Jenewein (Elektrotechnik) E-mail: klaus.jenewein@uni-karlsruhe.de Prof. Dr. Spöttl (Metalltechnik) E-mail: spoettl@biat.uni-flensburg.de in Kontakt zu treten.

Oliver Rosenbaum

Expert Praxislexikon EDV-Abkürzungen

11111 Begriffe aus Elektronik, Computertechnik und Telekommunikation

Expert-Verlag, Renningen 2000, Linde-Verlag, Wien 2000, 396 Seiten, kartoniert. ISBN 3-8169-1790-9 (Expert-Verlag), ISBN 3-85122-911-8 (Linde Verlag), DM 59,00 (EUR 30,17)

... „Die 3D-CAD-Daten müssen in ein VR-System eingelesen werden... Mehrere VR-Systeme erlauben keinen Direktimport nativer CAD-Daten. Gängige Zwischenformate sind Open-Inventor, VRML1, VRML2 und CSB, ein Binärformat des OpenGL Optimizer

SceneGraph („CosmoBinary“ - CBS). Der VR-Anwender ist dann gezwungen, im Rahmen des Konvertierungsprozesses eine Vielzahl von Einheiten zu beachten...“ – so gelesen in CAD-WORLD Nr. 5, 2000, Seite 36.

Wenn Sie nicht wissen, um was es in der oben zitierten Passage geht, dann brauchen Sie das EDV-Lexikon von Oliver Rosenbaum! Mit diesem knapp 400 Seiten starken Werk ist es mühelos möglich, auch schwierige Texte aus der Computer- und Elektronikbranche sinngemäß zu entschlüsseln. ROSENBAUM übersetzt die überwiegend aus dem Englischen stammenden Kürzel in ganze Wörter und erklärt diese verständlich in Deutsch. Dabei wurden auch Abkürzungen aus dem Französischen und Deutschen berücksichtigt. Sind für die Dar-

stellung weitere fremd anmutende Wörter nötig, kann man diese anhand von Querverweisen einfach ermitteln.

Mit über 11.000 Einträgen sind fast alle Abkürzungen aus den Bereichen Elektronik, Computertechnik und Telekommunikation erfasst. Angesichts der rasanten Entwicklung dieser Technologien ist es geboten, über den Stand der Dinge, in diesem Fall die Abkürzungen der Branchen, informiert zu sein. Das Nachschlagewerk sollte bei allen griffbereit sein, die nicht über unbekannte Abkürzungen hinweg lesen wollen oder dürfen. Dazu gehören fachinteressierte Laien und Bastler ebenso wie Studenten, Facharbeiter, Ingenieure, Lehrer und Marketingexperten.

Jens Grzonkowski

Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik

Vieweg Verlag, Braunschweig/Wiesbaden 2000, 681 Seiten; ISBN 3-528-03114-X; DM 178,00

Der „Dubbel“ für die Kraftfahrzeugtechnik ist da. In 12 Kapiteln stellt der völlig neu geschriebene Nachfolger des Handbuchs für den Kraftfahrzeugingenieur von BUSCHMANN/KOEBLER alle wichtigen Technologien rund um das Automobil dar. Als Nachschlagewerk für Fahrzeugingenieure gedacht, werden alle wichtigen Themen behandelt, die für die Entwicklung und Konstruktion von Automobilen wichtig sind. Dabei verzichtet das Buch nicht darauf, die Grundprinzipien der technologischen Entwicklungen darzustellen. Im Gegenteil: Die Darstellungen sind umfassend und vermitteln alle Zusammenhänge zwischen physikalischen Grundprinzipien und technologischen Realisierungen im Kontext der historischen Entwicklungen und zukünftigen Entwicklungspotenziale. Auch die gesellschaftlichen Anforderungen an den Bau und Betrieb von Automobilen wie Gesetzesgrundlagen, Verkehrssysteme, Normung und Ökologie kommen nicht zu kurz. Das macht dieses Buch als Standard-

Nachschlagewerk auch und vor allem für die berufliche Bildung sehr interessant.

Die mathematischen Zusammenhänge und die Entwicklungswerkzeuge werden eher zurückhaltend betrachtet und beschränken sich auf Grundlagen, wie sie im Grundstudium der Ingenieurwissenschaften vermittelt werden. Mathematik und Entwicklungswerkzeuge sind inzwischen sehr komplex geworden, sodass hierfür ein eigenes Handbuch geschrieben werden müsste. Was der Ingenieur hier vermissen wird, wird dem Lehrer in den beruflichen Schulen jedoch gerade recht sein. Dieses Vorgehen schafft Raum für Inhalte, die das Verständnis für die Anforderungen an die Kraftfahrzeugtechnik fördert.

Das Buch beginnt mit einem Kapitel über die Grundfrage der automobilen Fortbewegung: Mobilität. Das zweite Kapitel widmet sich den Anforderungen und Zielkonflikten, die im Zusammenhang mit der Entwicklung eines Kfz relevant sind. Das dritte Kapitel behandelt die Fahrzeugphysik und erläutert alle wichtigen Begriffe in diesem Zusammenhang: Fahrwiderstände, Fahrwerksgeometrie, Aerodynamik, Klimatisierung und Fahrzeugakustik. Kapitel vier widmet sich vor allem

den Designfragen und den alternativen Antrieben. Mit 170 Seiten ist das Kapitel Antriebe am ausführlichsten. Die weiteren Kapitel: Aufbau, Fahrwerk, Elektrik/Elektronik, Werkstoffe und Fertigungsverfahren, Produktentstehungsprozess, Automobil und Verkehr, Ausblick. Viele Diagramme untermalen die wichtigsten Techniklösungen. Jedes Unterkapitel wird mit Literaturhinweisen abgeschlossen, die Quellen für eine vertiefende Beschäftigung mit dem Thema aufzeigen. Die Herausgeber haben es verstanden, für dieses Buch Autoren zu gewinnen, die die Automobiltechnik mit ihren aktuellen und zukünftigen Entwicklungen darstellen können. Keine altbackenen und längst vergessene Techniklösungen, sondern beständige und zukünftige Entwicklungen bis hin zu Multimedia-Bussen im Kfz stehen im Vordergrund. Das Handbuch Kraftfahrzeugtechnik ist für Lehrer an berufsbildenden Schulen ein ausgezeichnetes Standard-Nachschlagewerk, welches sich auch zum Aneignen von Hintergrundwissen für die Gestaltung von Unterricht hervorragend eignet. Für mich so unverzichtbar wie ein „Dubbel“ für den Ingenieur.

Matthias Becker



FACHTAGUNG
Elektrotechnik-Informatik + Metalltechnik 2001

Berufsfelder im Umbruch
- neue Herausforderungen für lehrende + lernende

ERFURT, 21. und 22. September 2001

Die neugeordneten Ausbildungsberufe haben einerseits mit dem lernfeldorientierten Ansatz und andererseits mit dem berufsfeldübergreifenden Zuschnitt und der Dienstleistungsorientierung die Anforderungen an Ausbildung und Schule erhöht. Demgegenüber steht die überwiegend fachwissenschaftliche, an den Berufsfeldern orientierte Ausbildung der zukünftigen Lehrer an den Universitäten und Hochschulen.

Die Ausbildung des Mechatronikers verlangt z. B. Lehrer und Ausbilder, die in mehreren Berufsfeldern ausgebildet sind. Die traditionellen Berufsfeldstrukturen scheinen ungeeignet zu sein, die Anforderungen einer modernen Ausbildung zu erfüllen.

Mit dem Leitthema „Berufsfelder im Umbruch – Neue Herausforderungen für Lehrende und Lernende“ soll die Tagung die 1999 in Mannheim begonnene Diskussion fortsetzen. Die Fachtagung wird durchgeführt in Zusammenarbeit mit der Andreas-Gordon-Schule Erfurt, der Walter-Gropius-Schule Erfurt, der Universität Erfurt sowie mit dem Thüringer Institut für Lehrerfortbildung, Lehrplanentwicklung und Medien

Freitag 21. September		Samstag 22. September
9.00 bis 11.30 Uhr Ausbildungspraxis in den neuen Ausbildungsberufen	Berufsfelder im Problemzusammenhang beruflichen Lernens <i>Prof. Jörg-Peter Pahl, Dresden</i>	9.00 bis 12.00 Uhr Andreas-Gordon-Schule
E1: Ausbildung im IT-Bereich	15.00 bis 16.30 Uhr Workshops	Fortsetzung Workshops
E2: Ausbildung von Energieelektronikern vor dem Hintergrund der Neuordnung	W1: Geschäftsprozessorientierter Unterricht als Umsetzung des Lernfeldkonzepts in der IT-Ausbildung	W4: Praxisbeispiele für die Umsetzung eines lernfeldorientierten Unterrichts
E3: Ausbildung von Fachkräften für Veranstaltungstechnik	W2: Neuordnung Elektroberufe	W5: IT-Ausbildung
E4: Ausbildung von Mechatronikern	W3: Neue Berufe und ein verändertes Prüfungswesen	W3/: Neue Berufsbilder in der Metalltechnik W6: Neue Medien im Unterricht beruflicher Schulen
12.00 bis 14.30 Uhr Universität Erfurt	16.30 bis 18.00 Uhr	12.00 bis 13.00 Uhr
Eröffnung: <i>Thüringer Kultusminister (angefragt)</i> <i>Präsident der Universität Erfurt (angefragt)</i> <i>Oberbürgermeister der Stadt Erfurt</i>	Podiumsdiskussion mit Vertretern der Kultusministerien der Länder und der am Modellversuch SEDIKO beteiligten Schulen zu Ergebnissen des Modellversuchs und ihre Konsequenzen für die weitere Gestaltung der IT-Ausbildung	Visionen zur Gestaltung von Berufen und Berufsfeldern <i>Prof. Felix Rauner, Bremen</i>
Ausbildung in den IT-Berufen (Arbeitstitel) <i>Prof. A. Willi Petersen, Flensburg</i>	19.00 Uhr Abendveranstaltung	Knowledge Based Production – Konsequenzen für Berufsfelder <i>Prof. Georg Spöttl, Flensburg</i>

Anmeldung und weitere Informationen zur Fachtagung über die Andreas-Gordon-Schule, Fachtagung BAG, Weidengasse 8, 99084 Erfurt oder im Internet unter <http://www.biat.uni-flensburg.de/bag/>

Ständiger Hinweis

Bundesarbeitsgemeinschaft Elektrotechnik und Metalltechnik

Alle Mitglieder der BAG Elektrotechnik und der BAG Metalltechnik müssen eine Einzugsermächtigung erteilen oder zum Beginn eines jeden Kalenderjahres den Jahresbeitrag (zur Zeit 53,- DM eingeschlossen alle Kosten für den verbilligten Bezug der Zeitschrift lernen & lehren) überweisen. Austritte aus der BAG Elektrotechnik 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 lautet:

BAG Elektrotechnik
Geschäftsstelle, z. H. Herrn A. Willi Petersen
c/o biat - Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik
Munketoft 3
24937 Flensburg
Tel.: 04123 / 959 727
Fax: 04123 / 959 728
Konto-Nr. 7224025,
Kreissparkasse Pinneberg (BLZ 221 514 10).

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. 4520,
Kreissparkasse Verden (BLZ 291 526 70).

Beitrittserklärung

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

Elektrotechnik e.V. bzw. Metalltechnik e.V.

Der jährliche Mitgliedsbeitrag beträgt z. Z. 53,- DM. Auszubildende, Referendare und Studenten zahlen z. Z. DM 30,- 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:

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 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 e. V., Geschäftsstelle: biat - Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik, z. H. Herrn Willi Petersen, Munketoft 3, 24937 Flensburg.

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

Autorenverzeichnis

Adolph, Gottfried
Prof. Dr., Schwerfelstr. 22, 51427
Bergisch-Gladbach

Becker, Matthias
Dipl.-Ing., Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik - biat, Universität Flensburg, Munketoft 3, 24937 Flensburg

Behnemann, Knuth
StR, Pädagogischer Mitarbeiter am Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik - biat, Munketoft 3, 24937 Flensburg

Dagenbach, Siegfried
Ausbilder, John Deere Werke Mannheim, Windeckstr. 90, 68163 Mannheim

Gerds, Peter
Prof. Dr., Institut Technik und Bildung, Universität Bremen, Wilhelm-Herbst-Str. 7, 28359 Bremen

Grzonkowski, Jens
Studienreferendar, An der Münze 3, 21335 Lüneburg

Klüver, Jens
Berufsschullehrer, Keltensstieg 28, 22455 Hamburg

Berufsschullehrer IT- und Elektrotechnik
Gewerbliche Schulen des Lahn-Dill-Kreises, Uferstr. 21, 35683 Dillenburg

Malek, Reinhard
PD. Dr., Technische Universität Dresden, Institut für berufliche Fachrich-

tungen, Weberplatz 6, 01217 Dresden

Milevczik, Gerd
Berufsschullehrer, Zur guten Hoffnung 34, 21109 Hamburg

Spöttl, Georg
Prof. Dr., Berufliche Fachrichtung Metalltechnik, Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik - biat, Universität Flensburg, Munketoft 3, 24937 Flensburg, spoettl@biat.uni-flensburg.de

Steinkamp, Veit
Dr., Reineburgstr. 16a, 32312 Lübbecke, v.steinkamp@t-online.de

Vermehr, Bernd
Studiendirektor, Berufsbildende Schulen Hamburg, Achter Lüttmoor 28, 22559 Hamburg

lernen & lehren:

Eine Zeitschrift für alle, die in

- betrieblicher Ausbildung,
 - berufsbildender Schule,
 - Hochschule und Erwachsenenbildung sowie
 - Verwaltung und Gewerkschaften
- im Berufsfeld Elektrotechnik/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 DM 50,00 (4 Hefte) zuzüglich Versandkosten (Einzelheft DM 12,50).

Von den Abonnenten der Zeitschrift lernen & lehren haben sich allein über 600 in der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik 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 (S. 144) können Sie lernen & lehren bestellen und Mitglied in einer der Bundesarbeitsgemeinschaften werden.

Folgende Hefte sind noch erhältlich:

- | | | |
|--|--|--|
| 16: Neuordnung im Handwerk | 39/40: Organisationsentwicklung und berufliche Bildung | 48: Berufsbildung im Lernortverbund |
| 18: Grundbildung | 41: Verankerung beruflicher Umweltbildung | 49: Wandel der Fertigungsverfahren - Wandel der Facharbeit |
| 22: Automatisierungstechnik | 42: Feldbussysteme | 50: Auftragsorientiertes Lernen |
| 23: Gebäudeleittechnik | 43: Praxis beruflicher Umweltbildung | 51: Verwenden und Nutzen |
| 27: Duales System | 44: Lern- und Arbeitsaufgaben | 52: Neue Ansätze für Berufsbilder und Unterricht |
| 28: Lernen durch Arbeiten | 45: Informations- und Kommunikationstechnik am Beispiel ISDN | 53: Berufliches Arbeitsprozesswissen |
| 29: Auto und Beruf | 46: Veränderung der Kfz-Facharbeit | 54: Multimedia - ein Instrument für Lernen und Lehren |
| 30/31: Berufliche Umweltbildung | 47: Veränderung in der Arbeitsorganisation | 55: Gebäudesystemtechnik |
| 33: Instandhaltung | | 56: Gestaltungsorientierung |
| 36: Neugestaltete Lern- und Arbeitsplätze | | |
| 37/38: Ausbildungs- und Unterrichtsverfahren | | |

Bezug bei: Donat Verlag, Borgfelder Heerstraße 29, 28357 Bremen, Telefon (0421) 27 48 86 Fax (0421) 27 51 06