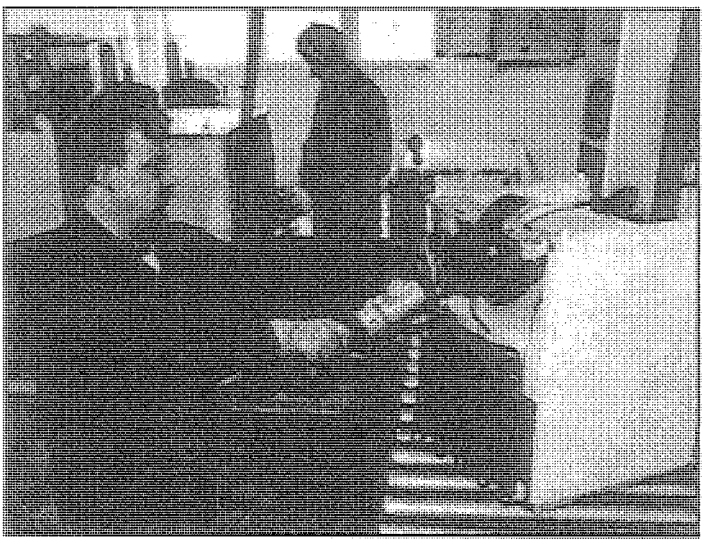
14. Jahrgang 1999 • Heft 53

lernen & lehren

Elektrotechnik/Metalltechnik



Schwerpunkt: Berufliches Arbeitsprozesswissen

Ehrlich: Arbeitsprozesswissen von ProzessleitelektronikerInnen

Becker: Arbeitsprozesswissen und sein Wert für die berufliche Bildung

Konradt: Diagnostische Expertise an automatisierten Fertigungseinrichtungen

53

Donat Verlag

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), Manfred Marwede (Kiel), Jörg-Peter Pahl (Dresden), Felix Rauner (Bremen)

Ständige Mitarbeiter: Klaus Drechsel (Dresden), Friedhelm Eicker (Rostock), Werner Gerwin (Berlin), Detlef Gronwald (Bremen), Hans-Dieter Hellige (Bremen), Wolfhard Horn (Köln), Rolf Katzenmeyer (Gießen), Ute Laur-Ernst (Berlin), Wolf Martin (Hamburg), Ernst-Günter Schilling (Hamburg), Helmut Ulmer (Homburg/Saar)

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

Heftbetreuer: Martin Fischer

Redaktion:

lernen & lehren
c/o Bernd Vermehr
Achter Lüttmoor 28
22559 Hamburg
(040) 81 86 46

c/o Georg Spöttl
biat Berufsbildungsinstitut
Arbeit und Technik
Munketoft 3
24937 Flensburg
(04 61) 141 35 10
e-mail:
spoettl@biat.uni-flensburg

Das Bild auf dem Titelumschlag zeigt einen Arbeitsprozess in der Recyclingwirtschaft.

Alle schriftlichen Beiträge und Leserbriefe bitte an die obenstehende Adresse.

Verlag, Vertrieb und Gesarntherstellung: Donat Verlag
Borgfelder Heerstr. 29 • 28357 Bremen
Tel.: (0421) 27 48 86 • Fax: (0421) 27 51 06

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

Bremen, 1999
ISSN 0940-7340

DM 12,50
ISSN 0940-7340

14. Jahrgang 1999

lernen & lehren

Elektrotechnik/Metalltechnik

Schwerpunkt:
Berufliches Arbeitsprozesswissen

53

Inhalt

Kommentar

Wissen und Denken
Gottfried Adolph 6

Editorial

Arbeitsprozesswissen von Facharbeitern als Bezugspunkt berufspädagogischen Handelns
Martin Fischer 9

Schwerpunktthema: Berufliches Arbeitsprozesswissen

Arbeitsprozesswissen von ProzessleitelektronikerInnen
Klaus Ehrlich 15

Arbeitsbedingungen und Qualifikationsanforderungen beim Einsatz von HSC-Technologie in der spanenden Fertigung
Thomas Vollmer 28

Arbeitsprozesswissen und sein Wert für die berufliche Bildung
Matthias Becker 43

Diagnostische Expertise an automatisierten Fertigungseinrichtungen
Udo Konradt 57

Praxisbeiträge

Arbeitsorientierte Berufsbildung
Klaus-Otto Bretheuer, Wolfgang Bunzel, Willi Petersen, Hartmut Schäfer 69

Rezensionen, Hinweise, Berichte, Mitteilungen

Mechanik der festen Körper; Mechanik der Flüssigkeiten und Gase; Wärmelehre; Schwingungen und Welle; Elektrizitätslehre (Technische Physik)
Joachim Moyé 87

Methoden der Berufsbildung. Ein Lehrbuch.
Georg Spöttl 88

Die Bundesarbeitsgemeinschaften Elektrotechnik und Metalltechnik informieren

Fachtagung zum Thema Lernen und Lehren in neuen Lernfeldern und Ausbildungsberufen Erfahrungen aus Unterrichts- und Ausbildungspraxis 90

Ankündigung 11. Hochschultage Berufliche Bildung 2000 Bundesarbeitsgemeinschaft Fachrichtung Elektrotechnik Call for Papers 93

Ankündigung 11. Hochschultage Berufliche Bildung 2000 Bundesarbeitsgemeinschaft Fachrichtung Metalltechnik Call for Papers 95

Autorenverzeichnis 97

12. HGTB-Fachtagung 98

Gottfried Adolph

Wissen und Denken

Niemand kann behaupten, dass der gedankliche Austausch zwischen denen, die die tägliche Unterrichtsplackerei zu schultern haben, und denen, deren Profession es ist, aus wissenschaftlichen Gründen oder aus Gründen der Lehrerausbildung über die Alltagspraxis nachzudenken, zur Zeit besonders lebhaft und fruchtbar sei. Auch die Zeitschrift lernen & lehren ist ein Zeugnis dafür. Die „Breite der Alltagspraxis" auf der einen und die berufspädagogische Wissenschaft auf der anderen Seite sind je eigene, in sich kreisende Welten. Zwischen der Mitte der „Alltagslehrer" und der Mitte der „wissenschaftlichen Nachdenker" gibt es keine lebendige, sich gegenseitig befruchtende Kommunikation. Falsch wäre es jedoch anzunehmen, dass die beiden Welten beziehungslos nebeneinander existierten. An den Rändern berühren sie sich, und es gibt in beiden Richtungen Grenzgänger. Auch dafür ist lernen&lehren ein Beleg. Es lassen sich also durchaus Phänomene wahrnehmen, die erkennen lassen, dass die eine Welt in die andere gelegentlich hinein wirkt. Vermittelt werden solche Wirkungen in der Hauptsache durch Lehreraus-, -fort- und -weiterbildung.

Es liegt im Wesen der Dinge, dass die Akteure in der Welt der Alltagspraxis mit ihren großen und oft nicht auf den Begriff gebrachten Problemen wegen des täglichen Handlungs- und Entscheidungszwanges häufig so bedrängt sind, dass sie nicht mehr zum Atmen kommen. Ob sie es wirklich sind, oder ob es ihnen nur so scheint, spielt für die Erlebnislage, gehetzt zu sein, keine Rolle. Ertrinkende greifen nach jedem Strohhalm, erst recht nach etwas, was sie als Rettungsring glauben wahrnehmen zu können. Solche vermeintlichen Rettungsringe werden von der Schulpraxis hin und wieder in der Welt der Theorie wahrgenommen oder aber auch aus der Welt der Theorie den Bedrängten zugeworfen. Rettungsringe sind jedoch nur rettungswirksam, wenn sie von einem sicheren Ort aus geworfen werden. Aber wer fragt danach schon, wenn er in Nöten ist.

Eine der schwersten Aufgaben im täglichen Unterrichtsgeschäft ist die Vermittlung geistig verfügbaren Wissens. Nur durch Verstehen, d.h. Integration in das System von Vorkenntnissen wird Wissen geistig verfügbar. Es ist in der Regel das Ergebnis geistigen Bemühens, harter, mühsamer, disziplinierter geistiger Arbeit. Der Aufbau geistig verfügbaren Wissens ist von außen nicht erzwingbar, nicht machbar. Jeder Versuch von Zwangsernährung scheitert. Lehrende können nur Hilfen anbieten. Wenn Schüler – aus welchen Gründen auch immer – nicht bereit sind und/oder nicht bereit sein können, in die harte Erkenntnisarbeit einzusteigen, ist der Lehrende im wahrsten Sinne des Wortes objektiv hilflos. Diese immer wieder erlebte Hilflosigkeit ist das eigentlich Zermürbende im unterrichtlichen Alltag. Verschlimmert wird das Ganze durch die Tendenz, objektive Hilflosigkeit subjektiv zu wenden: „Ein guter Lehrer ist nicht hilflos."

Der angesprochene Sachverhalt ist ein allgemein pädagogischer. Er ist nicht berufsschulspezifisch. Eine besondere berufsschulspezifische Ausprägung erfährt er jedoch durch die immer schneller werdende Abstraktheit und Komplexität technischer Wissensstrukturen. Das hier zu Begreifende wird im objektiven Sinne immer weniger begreifbar. Damit wächst die unterrichtliche Not. In solch einer Situation ist die Gefahr, Scheinlösungen aufzusitzen, besonders groß. Eine Scheinlösung großen und wirksamen Ausmaßes hat sich in den letzten 20 Jahren entwickelt. Sie entwickelte sich aus zwei Wurzeln. Einmal aus der gerade geschilderten Schwierigkeit der Wissensvermittlung als Folge des technischen Wandels und zum andern aus der popularisierenden öffentlichen Wahrnehmung der Bemühungen der Denkpsychologie. In der Denkpsychologie war es üblich geworden, bei der Analyse von Denkprozessen, bei der Lösung von Problemen zwischen den Denkinhalten und den Denkoperationen zu unterscheiden. Dabei geriet der operationale Aspekt der Denkakte immer mehr in das Zentrum des Interesses. In der – unter didaktischem Interesse – einsetzenden Popularisierung solcher denkpsychologischer Bemühungen wurden allmählich die Inhalte mit Wissen und die Operationen mit dem Denken selbst gleichgesetzt. Der populäre Satz: „Nicht auf das Wissen, auf das Denken kommt es an" (Friedrich der Große soll so etwas schon geäußert haben), fand dadurch seine scheinbare wissenschaftliche Bestätigung.

Nun fügte sich alles zusammen: Auf der einen Seite das immer schwieriger werdende Problem der Vermittlung komplizierten Wissens und auf der anderen Seite die „wissenschaftliche Erkenntnis", dass es nicht auf das Wissen (dem ja ohnehin die Tendenz des Veraltens innewohne), sondern auf das Denken selbst ankäme. Nicht die Inhalte sind das Wesentliche, die Methoden sind es. Also geht es nicht mehr um Wissen, sondern um Qualifikationen und Kompetenzen. Plagen wir uns also nicht mehr mit dem Wissen herum. Üben wir statt dessen Kreativität und Problemlösen und das Lernen des Lernens.

Es ist sehr verständlich, dass viele auf diesen Zug aufgestiegen sind oder, um im Bild zu bleiben, nach dieser Rettungsverheißung gegriffen haben.

Jedoch der feste, sichere Boden fehlt, die Realität ist anders: Es gibt keine Denkakte ohne Inhalte. Entscheidend für flexibles intelligentes Verhalten sind die Kenntnisse, die geistig verfügbar sind. Auch der trainierteste, kreativste mathematische Problemlöser ist dumm und intellektuell hilflos in Sach-

bereichen die nichts mit Mathematik zu tun haben und von denen er keine Ahnung hat.
Der Lernforscher Weinert hat in den letzten Jahren immer wieder (leider ungehört) auf diese Zusammenhänge hingewiesen. In der Zeitschrift: Psychologie Heute, Juli 1999, S. 31, sagt er: Worauf es ankommt, ist, „wie gut die Schüler das neu erworbene Wissen wirklich verstanden haben, das heißt, wie sinnvoll und stabil sie die Informationen in ihr System von Vorkenntnissen integriert haben, wie souverän sie mit den neu erlernten Begriffen, Regeln und Methoden umgehen und wie flexibel sie das frisch Gelernte bei unvertrauten Aufgabenstellungen nutzen können. Diese individuelle Wissensbasis in einem Stoffgebiet, die sich allmählich aufbaut und immer wieder verändert, ist jedoch die Grundlage jedes sinnvollen Lernens."
Die Fragen nach den Schlüsselqualifikationen können also nicht losgelöst von den Inhalten gestellt werden. Wer die Schlüsselqualifikationen für wichtig hält, muss deshalb auch die Fachdidaktiken für wichtig halten. Hier hat die Bildungspolitik – auch die der Arbeitgeber – in den letzten Jahren schmählich versagt. Im gesamten berufspädagogischen Bereich gibt es zur Zeit keine erkennbare fachdidaktische Forschung. Man kann es sich kaum vorstellen: niemand außer den Lehrern vor Ort beschäftigt sich zu Zeit mit der Frage, was inhaltlich gelernt werden muss, damit die allerorten feierlich proklamierten Schlüsselqualifikationen und -kompetenzen erreicht werden können.

Martin Fischer

Editorial

Arbeitsprozesswissen von Facharbeitern als Bezugspunkt berufspädagogischen Handelns

Die wissenschaftliche Systematik, die dem Handeln von Berufspädagogen zugrunde liegt, gerät seit einiger Zeit ins Wanken. Anstelle einer fachsystematischen Strukturierung des Lehrens und Lernens, die in der gewerblich-technischen Berufsbildung aus den korrespondierenden ingenieurwissenschaftlichen Fächern herrührt, werden neue Anknüpfungspunkte für didaktisches Handeln vorgeschlagen. Beispielsweise bricht das Unterrichten in „Lernfeldern" (vgl. Bader/ Schäfer 1998) mindestens partiell mit der herkömmlichen Fachsystematik. Und auch der Begriff des „beruflichen Arbeitsprozesswissens", der das Schwerpunktthema der vorliegenden Ausgabe bildet, markiert andere Anknüpfungspunkte für berufliches Lehren und Lernen als die traditionellen ingenieurwissenschaftlichen Inhalte.
Der Begriff „Arbeitsprozesswissen" ist von Wilfried Kruse (1985, 1986) von der Sozialforschungsstelle Dortmund schon vor vielen Jahren vorgeschlagen worden. Kruse hat damit das Wissen um den Zusammenhang des Produktionsablaufs ausdrücken wollen, das erfahrenen Werkstattmitarbeitern zu eigen ist und dessen Erwerb durch die Komplexität und Vernetzung von rechnergestützten Maschinen und Anlagen erschwert wird. Als zusammengefasstes Ergebnis empirischer Forschung, keineswegs als normative Perspektive, haben die zehn Institute des europäischen Netzwerks „Work Process Knowledge" Arbeitsprozesswissen bestimmt als

- dasjenige Wissen, das im Arbeitsprozess unmittelbar benötigt wird (im Unterschied z. B. 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.

Das Arbeitsprozesswissen in der Produktion ist nicht bloß das Wissen über Einzelverrichtungen, sondern Wissen darüber, wie die verschiedenen Teilar-

beiten in den Fabrikzusammenhang eingebunden sind. Es ist auch kein sekundäres, vom wissenschaftlichen (akademischen) Wissen per didaktischer Reduktion abgeleitetes Wissen, sondern hat eine eigenständige Qualität. Es vermittelt den Zusammenhang zwischen den konzeptionellen Modellen der Arbeitsorganisation und der betrieblichen Lebenswelt, zwischen der ingenieursmäßig konstruierten Technik und ihren tatsächlichen Marotten im Produktionsprozess (vgl. Fischer 1997).

Berufliches Arbeitsprozesswissen war auch das Thema der Jahrestagung der Hochschulinstitute der gewerblich-technischen Berufsbildung (HGTB) im Juni 1998 in Flensburg. Was ist der Grundgedanke einer Beschäftigung mit beruflichem Arbeitsprozesswissen? Es ist die eigentlich doch recht naheliegende Idee, das in der gesamten beruflichen Tätigkeit verkörperte Wissen zum Ausgangspunkt berufspädagogischen Handelns zu machen – und nicht nur das auf eine bestimmte Technologie bezogene Wissen. Etwa so, wie bei der Ausbildung von Ärzten das für die Erkennung und Heilung von Krankheiten benötigte Wissen im Mittelpunkt steht – und nicht nur Kenntnisse der Medizintechnik. Aus dem Gesagten ergibt sich auch, dass die ingenieurwissenschaftliche Fachsystematik – als Lehre vom Konstruieren und Funktionieren der Technik – nur einen Aspekt gewerblich-technischer Facharbeit zu erfassen vermag und ganz gewiss nicht das adäquate Gerüst darstellt, auf dem berufspädagogisches Handeln insgesamt aufbaut (vgl. Bannwitz/Rauner 1993; Pahl/Rauner 1995).

Für die Einbeziehung beruflichen Arbeitsprozesswissens in Lern- und Lehrprozesse gibt es insgesamt jedoch noch sehr wenige Lösungen – das gilt für die Gestaltung von Arbeit und Technik ebenso wie für die Berufsbildung. In einer Bestandsaufnahme industriesoziologischer Forschung im Hinblick auf aktuelle Anforderungen an die Berufsbildung vertritt Lutz (1996, S. 90 f.), einer der „Päpste" der deutschen Industriesoziologie, die These: „Die Bedeutung von 'Erfahrungswissen' wird deutlich zunehmen". Und er hält als Ergebnis fest: „Unter den grundlegend veränderten außer- und innerbetrieblichen Verhältnissen, die sich heute bereits abzeichnen und für die Zukunft zu erwarten sind, wird die gesicherte Verfügbarkeit ausreichenden Erfahrungswissens bei einem großen Teil des technisch-gewerblichen Personals weitreichende Innovationen in der Struktur und Praxis der Ausbildung, in der Personalwirtschaft der Unternehmen und vermutlich sogar in der Auslegung der industriellen Produktionstechnik voraussetzen. Hierfür gibt es jedoch bisher kaum brauchbare Konzepte."

So sehr es also einerseits fast selbstverständlich erscheinen mag, beim beruflichen Lehren und Lernen an dem Wissen anzuknüpfen, das die Fachkräfte im Rahmen ihrer beruflichen Tätigkeit erwerben und das sie für ihre Arbeit brauchen, so schwierig gestaltet es sich auf der anderen Seite.

Das erste Problem: Was wissen wir eigentlich über das Arbeitsprozesswissen von Facharbeitern in den verschiedenen Berufsfeldern und Berufen?

Zwar gibt es eine Reihe von Untersuchungen im Bereich gewerblich-technischer Facharbeit, aber für die berufspädagogische Anwendung sind die Ergebnisse vielfach noch nicht hinreichend. Nicht ausreichend konkret, wenn man etwa an industriesoziologische Erhebungen denkt; nicht genug repräsentativ und umfänglich, wenn man berufswissenschaftliche Studien ins Auge fasst. Im vorliegenden Heft sind Ansätze dokumentiert, die diese Lücke weiter schließen helfen.

Das zweite Problem: Berufspädagogisches Handeln ist auf ein Mindestmaß an Systematisierung und Strukturierung derjenigen Inhalte angewiesen, die im Unterricht Verwendung finden sollen. Selbst wenn man also durch empirische Untersuchungen relevante Inhalte facharbeitertypischen Arbeitsprozesswissens in den verschiedenen Berufen und Berufsfeldern findet: In welche Ordnung sollen diese Inhalte gebracht werden? Auch hier sind mittlerweile erste Ansätze für integrative Arbeitsprozessorientierte Curricula entwickelt worden. Ein Beispiel hierfür stellt das für den Beruf des Kfz-Mechatronikers entwickelte Curriculum dar, das in mehreren europäischen Ländern in Pilotphasen implementiert wird. Das Curriculum basiert auf umfangreichen empirischen Untersuchungen im Kfz-Service-Sektor aller europäischen Länder sowie Japans und der USA (vgl. Rauner/Spöttl 1995). Abgesehen von erheblichen Unterschieden in der betrieblichen Arbeitsorganisation und den entsprechenden Berufsschneidungen (der Allroundmechaniker in den USA markiert den einen Pol im Spektrum horizontaler und vertikaler Arbeitsteilung, 14 Berufe im Kfz-Service Griechenlands den anderen) konnten ca. 15 wesentliche (Kern-)Arbeitsaufgaben ermittelt werden, mit denen die Kfz-Werkstätten konfrontiert sind. Diese Aufgaben bilden die inhaltliche Basis des Curriculums. Es ist so strukturiert, dass zunächst mit den wesentlichen Gegenständen und Aufgaben der Facharbeit begonnen wird und von dort aus speziellere Probleme thematisiert werden bis hin zu solchen, für deren Bewältigung fachsystematisches Vertiefungswissen notwendig ist (vgl. Spöttl 1997, S. 46 f.). Mit anderen Worten: Das Auto als Ganzes ist zunächst Ausgangspunkt und Gegenstand des Lernens – und nicht etwa „Elektrophysik am Beispiel der Kraftübertragung". Auf diesem Ansatz aufbauend finden sich in vorliegendem Heft weitere Vorschläge für eine Strukturierung arbeitsorientierter Berufsbildung.

Das dritte Problem: Wo bleiben die Bildungsziele? Bislang war von betrieblichen Arbeitsaufgaben die Rede und dem beruflichen Arbeitsprozesswissen, das in diesem Zusammenhang entwickelt wird aber wohlweislich als Anknüpfungspunkt für berufspädagogisches Handeln. Bildungsprozesse, die auf die Aneignung von Arbeitsprozesswissen hinauslaufen, gehen von den Arbeitsaufgaben aus, die sich in der betrieblichen Realität finden. Man kann jedoch nicht sagen, dass damit die betriebliche Wirklichkeit den pädagogischen Prozess determiniert. Der erste Schritt dazu, die betriebliche Wirklichkeit partiell zu transzendieren, liegt in der Entwicklung von Lern- und Ar-

beitsaufgaben (vgl. Höpfner 1995), die dann in der Berufsbildung berücksichtigt werden. Das bedeutet: Es wird nicht jedwede in der betrieblichen Wirklichkeit existierende Aufgabe in den pädagogischen Prozess übernommen, sondern nur solch eine, die einen Lerneffekt verspricht.
Der zweite Schritt dazu, die betrieblichen Zusammenhänge zu hinterfragen, liegt in der vom Lernenden bewusst gestellten und zu beantwortenden Frage, was sich denn zu lernen lohnt. Sich solche Fragen vorzulegen, dafür können Lernende sensibilisiert werden, indem sie gemeinsam mit den Lehrenden die Erfahrungen untersuchen, die man in Arbeitsprozessen und darauf bezogenen Lernprozessen macht (Fischer 1996).
Schließlich, und dies ist der dritte Aspekt einer Transzendierung gegebener Arbeitsbedingungen, schlagen wir vor, berufliches Arbeitsprozesswissen in einer gestaltungsorientierten Perspektive aufzugreifen. Das bedeutet, dass künftige berufliche Wirklichkeit ebenso wie das Wissen, das im Kontext dieser Wirklichkeit von den Individuen entwickelt wird, prinzipiell als gestaltbar begriffen wird. Lernende und Lehrende sind aufgerufen, Vorschläge für die Gestaltung von Arbeit und Technik im Lehr- und Lernprozess zu entwickeln und in ihrem jeweiligen Arbeitszusammenhang einzubringen (Rauner 1996).
Für all diese Probleme auf dem Weg zu einer beruflichen Bildung, die an die Arbeitswirklichkeit anknüpft, werden im vorliegenden Heft Ergebnisse und Vorschläge präsentiert. Beim gegenwärtigen Stand der Entwicklung lassen sich dazu folgende Thesen formulieren:

- Anstelle ingenieurwissenschaftlichen Wissens bietet Arbeitsprozesswissen den Fundus, aus dem die Berufswissenschaften und die Berufsbildung Erkenntnisse darüber beziehen können, welche Kompetenzen in der Arbeitswelt tatsächlich gefragt sind.
- Um zu bildungsrelevantem Wissen zu werden, bedarf dieser Fundus der kritischen Reflexion, der Systematisierung und der pädagogisch didaktischen Aufbereitung – denn weder ist das empirisch vorfindbare Arbeitsprozesswissen frei von Irrtümern und Verkürzungen, noch ist es in der für die Berufsbildung erforderlichen systematisierten Form als lehrbares Wissen vorhanden.
- Berufspädagogische Reflexion, Systematisierung und Aufbereitung sind auf weitere Forschungsergebnisse zu beruflichem Arbeitsprozesswissen angewiesen. Diese Analysen haben ein Mindestmaß an Repräsentativität und Vollständigkeit der in den Berufsfeldern relevanten Inhalte sicherzustellen. Darüber hinaus sind sowohl differentielle Querschnitts- als auch Längsschnittuntersuchungen erforderlich. Differentielle Querschnittsuntersuchungen zeigen auf, welche Inhalte und Formen des Wissens und Könnens tatsächliche Experten (Meister ihres Fachs) von weniger leistungsstarken Kräften unterscheidet – worin also die besonderen Qualitäten erfolgreichen Arbeitsprozesswissens liegen. Längsschnittuntersuchungen machen deutlich, wie Auszubildende in die Expertenkultur ihres Fachs hineinwachsen und wie dabei der Prozess der Aneignung von Arbeitsprozesswissen (einschließlich seiner Barrieren) verläuft.
- Die Forcierung und Berücksichtigung solcher Forschung kann die berufliche Bildung in die Lage versetzen, die Entwicklung der Auszubildenden zu professionellen Praktikern angemessener als bislang zu begleiten. Womöglich können die gemeinsame Reflexion und Aufarbeitung beruflichen Arbeitsprozesswissens mit den Auszubildenden zu Anregungen in den betrieblichen Praxisgemeinschaften führen, welche die Verkrustungen und Bornierungen dieser Praxis aufzubrechen in der Lage sein können.

In diesem Sinn ist die wissenschaftliche Untersuchung und pädagogische Aufbereitung beruflichen Arbeitsprozesswissens nicht als Ableitungsdeterminismus betrieblicher Anforderungen zu verstehen. In der Ausbildung muss auch Platz sein zum kritischen Nachdenken über die betriebliche Praxis. Das unterscheidet eine am beruflichen Arbeitsprozesswissen orientierte Ausbildung von herkömmlicher, einseitig an den Ingenieurwissenschaften ausgerichteter technischer Bildung, in der betriebliche Praxis und das Hineinwachsen der Auszubildenden in die Gemeinschaft professioneller Praktiker gar nicht erst vorkommt.

Literatur

BADER, R./SCHÄFER, B.: Lernfelder gestalten. Vom komplexen Handlungsfeld zur didaktisch strukturierten Lernsituation. In: Die berufsbildende Schule (BbSch) Jg. 50/98, Heft 7-8, 1998, S. 229-233.

BANNWITZ, A./RAUNER, F. (Hrsg.): Wissenschaft und Beruf. Berufliche Fachrichtungen im Studium von Berufspädagogen des gewerblich-technischen Bereiches. Reihe „Berufliche Bildung", Bd. 17, Bremen 1993.

FISCHER, M.: Techniklehre, Technikgestaltung und Arbeitserfahrungen. Anregungen für den Versuch einer pädagogischen Verknüpfung. In: Bremer, R. (Hrsg.): Doppelqualifikation und Integration beruflicher und allgemeiner Bildung. Bielefeld 1996, S. 237-258.

FISCHER, M.: Von der Arbeitserfahrung zum Arbeitsprozesswissen. Berufliches Lernen im Kontext rechnergestützter Facharbeit. Habilitationsschrift. Universität Bremen 1997.

HÖPFNER, H.-D.: Integrierende Lern- und Arbeitsaufgaben für ein handlungs-/gestaltungsorientiertes Lernen im integrierten Bildungsgang. Berlin 1995.

KRUSE, W.: Ausbildungsqualität, Arbeitsprozesswissen und soziotechnische Grundbildung. In: Gewerkschaftliche Bildungspolitik, Heft 5, 1985, S. 150-152.

KRUSE, W.: Von der Notwendigkeit des Arbeitsprozesswissens. In: Schweitzer, J. (Hrsg.): Bildung für eine menschliche Zukunft. Weinheim/Basel 1986, S. 188-193.

LUTZ, B.: Was wissen wir über den zukünftigen Bedarf an industrieller Facharbeit? – Sechs Thesen. In: WEILNBÖCK-BUCK, I./DYBOWSKI, G./BUCK, B. (Hrsg.): Bildung – Organisation – Qualität. Zum Wandel in den Unternehmen und den Konsequenzen für die Berufsbildung. Bielefeld 1996, S. 83-96.

PAHL, J.-P./RAUNER, F. (Hrsg.): Betrifft Berufsfeldwissenschaften. Beiträge zur Forschung und Lehre in den gewerblich-technischen Fachrichtungen. Bremen 1998.

RAUNER, F.: Gestaltungsorientierte Berufsbildung. In: H. Dedering (Hg.): Handbuch zur arbeitsorientierten Bildung. München/Wien 1996, S. 411-430.

RAUNER, F./SPÖTTL, G.: Berufliche Bildung und betriebliche Innovation als Moment des europäischen Strukturwandels: Die FORCE-Sektorstudie zum Kfz-Gewerbe. In: DYBOWSKI, G./PÜTZ H./RAUNER, F. (Hrsg.): Berufsbildung und Organisationsentwicklung. Perspektiven, Modelle, Grundlagen. Schriftenreihe Berufliche Bildung – Wandel von Arbeit und Technik, Bremen 1995, S. 85-101.

SPÖTTL, G.: Entwicklungstendenzen von Arbeit und Ausbildung im internationalen Kfz-Handwerk. In: FISCHER, M. (Hrsg.): Rechnergestützte Facharbeit und berufliche Bildung. Bremen: Institut Technik & Bildung der Universität (ITB-Arbeitspapier Nr. 18), 1997, S. 27-50.

Klaus Ehrlich

Arbeitsprozesswissen von ProzessleitelektronikerInnen

Annäherung an das Arbeitsprozesswissen von ProzessleitelektronikerInnen

Seit 1992 wird bei den Stahlwerken Bremen zum/zur ProzessleitelektronikerIn ausgebildet. Im Rahmen des Modellversuchs KONSIL haben Lehrer und Ausbilder in Lernortkooperation den Aufbau eines Ausbildungsgangs für diesen Beruf in Angriff genommen.[1] Dabei kommt dem Gewinnen von Kenntnissen über Arbeitsprozesswissen ein besonderer Stellenwert zu, und zwar aus mehreren Gründen:

1. Kein einziger beteiligter Lehrer oder Ausbilder hat selbst eine Ausbildung zum Facharbeiter, Techniker oder Ingenieur im Fachgebiet Mess- und Regeltechnik bzw. Prozessleittechnik durchlaufen. Mit Ausnahme eines Ausbilders vor Ort war auch in der späteren beruflichen Sozialisation keiner von ihnen mit entsprechenden Tätigkeiten befasst. Die Erfahrung lehrt, ohne wirkliche Kenntnis und eigene Erfahrung landet man ganz schnell da, wo man sich ohnehin auszukennen glaubt. So haben sich die Ausbilder auf die Drehzahlregelung von elektrischen Maschinen gestürzt. Das kannten sie, und der „inneren Logik" und Fachsystematik nach handelt es sich dabei um Regelungstechnik. Nur ist es eben für verfahrenstechnische Mess- und Regeltechnik eher untypisch. Es hilft also alles nichts: Die Lehrer und die Ausbilder aus der Ausbildungswerkstatt müssen sich schon vor Ort sehen lassen und nicht nur zum „small talk" (so wichtig auch das ist), sondern mit „analytischem Blick" (und Instrument). Das fängt damit an, dass der Ausbilder vor Ort seine Arbeitsumgebung durch verschiedene „Brillen"[2] wahrzunehmen lernt und sich seinen Kollegen vorstellt. Es müssen nicht alle alles in Augenschein nehmen.
2. Einen ganz wesentlichen Stellenwert haben Kenntnisse über das Arbeitsprozesswissen auch bei der Entwicklung von solchen Lern- und Arbeitsaufgaben, die tatsächlich betrieblich relevant sind. So hat beispielsweise die noch sehr rudimentäre Analyse von berufsspezifischen Tätigkeiten am Hochofen zur Entwicklung einer Instandhaltungsaufgabe beigetragen.
3. Ferner ist Wissen über typische oder exemplarische Arbeitsprozesse und -zusammenhänge unverzichtbar für die im KONSIL-Team gerade behut-

sam begonnene Entwicklung und Erprobung von Inhalten und Verfahrensweisen, die betrieblichen Problemstellungen und systematisches Lernen zu verknüpfen. Diese aufgabenbezogene Kooperation ist zugleich ein Stück Curriculum-Entwicklung von unten („bottom up").

4. Schließlich wären fundierte Arbeitsprozessstudien die Nagelprobe dafür, ob beim Beruf ProzessleitelektronikerIn ein klar abgrenzbares Arbeitsfeld zu erkennen ist oder ob es sich um einen kurzlebigen Beruf handelt, der an die Oberfläche einer speziellen Technologie gebunden ist, wie dies gelegentlich behauptet wird (vgl. z.B. Drescher u.a. 1995; Rauner 1997).

Die Annäherung an das Arbeitsprozesswissen von ProzessleitelektronikerInnen meint hier zweierlei: Es soll

1. versucht werden, kurz das Charakteristische in der praktischen Tätigkeit dieses Berufs, der sich von allen anderen Elektroberufen wesentlich unterscheidet, zu kennzeichnen.
2. dargelegt werden, wie sich Auszubildende (und mit ihnen Ausbilder und Lehrer) z.B. im Rahmen eines Instandhaltungsauftrages dem Arbeitsprozesswissen ihres Berufes annähern. Dies ist in gewissem Sinne durchaus wörtlich, mithin topographisch, zu verstehen.

Einige Thesen seien an den Anfang gestellt.

1. ProzessleitelektronikerIn (PLE) ist der Beruf für die Betreuung verfahrenstechnischer Automatisierungsanlagen.
2. Die Prozessleittechnik (PLT) ist nicht (wie z.B. SPS) an eine bestimmte Technologie gebunden. Vielmehr hat sich für das Messen, Regeln, Steuern und Sichern verfahrenstechnischer Größen der Begriff Prozessleittechnik herausgebildet.
3. Arbeitsprozesswissen für PLE kann sich nicht mit „Puppenstubentechnik" und „Hobbyelektronik" entfalten.
4. Die herkömmliche Fachsystematik, z.B. der Sensortechnik, ist nicht anwenderorientiert und enthält das für den Facharbeiter Wichtigste gar nicht: das Anpassen und die montagemäßige Einbindung der Mess- und Stelleinrichtungen in die verfahrenstechnische Anlage. Hier liegen aber nach Expertenmeinung mindestens 60% der Fehlfunktionen von PLT.
5. Zum Arbeitsprozesswissen von PLE gehört es auch, die Topographie komplexer verfahrenstechnischer Anlagen zu erfahren, erlaufen und auszuhalten;
   mit Messwärtern verbindliche Absprachen bezüglich einer Außerbetriebnahme usw. zu treffen;
   sich anhand von Plänen Gewissheit verschaffen, was noch alles im Zusammenhang mit der Messung zu beachten ist;
   sich über die in der Anlage ablaufenden Prozesse und die Gefahrenpotentiale im Klaren sein.
6. Die Grenzlinien zwischen Facharbeitern, Technikern und Ingenieuren werden im Bereich PLT durchlässig. Es ist nicht abzusehen, ob dies die Facharbeit „aufwertet" oder dazu führt, dass Funktionen an Techniker und Ingenieure übertragen werden.
7. Durch die Verklammerung mit allen Elektroberufen auf der Basis einer gemeinsamen Grundbildung handelt sich der PLE (ohne Not) auch die didaktischen Widersprüche zwischen Berufsfeldbreite und Arbeitsorientierung ein.

Was ist Prozessleittechnik?

Nach Bolch/Vollath (1991) ist ein Prozess die Umformung und/oder der Transport von Materie, Energie und/oder Information. Die Zustandsgrößen (Eingangs- und Ausgangsgrößen) eines technischen Prozesses können mit technischen Mitteln gemessen, gesteuert und/oder geregelt werden (Bild 1). Prozessleittechnik im engeren Sinne ist vor allem in verfahrenstechnisch organisierten Industriezweigen anzutreffen. Prozessleitsysteme werden z.B. eingesetzt in

- der Chemie- und Mineralölindustrie,
- Kraftwerken,
- Stahlwerken, Gießereien,
- der Nahrungs- und Genussmittelindustrie,
- Umweltschutz- und Kläranlagen,
- der Papier- und Zellstoffindustrie sowie
- der Zement- und Glasindustrie.

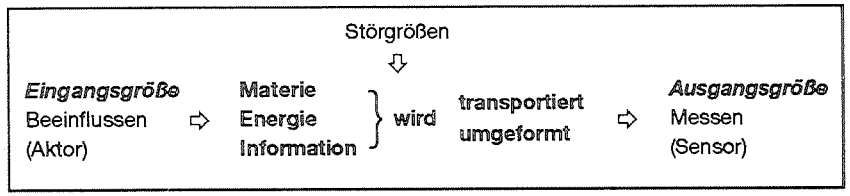


Bild 1: Technischer Prozess (nach Bolch/Vollath 1991)

In den Anlagen dieser Bereiche findet eine Stoff- oder Energieumwandlung statt. Rohöl wird zu Benzin raffiniert, aus Verbrennung gewonnene Wärmeenergie in mechanische und schließlich in elektrische Energie umgeformt, aus Eisenerz, Reduktionsmitteln, Zuschlägen und Schrott wird Stahl erzeugt. Diese Prozesse werden mit Hilfe der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik automatisiert.

Für die Instandhaltung der verfahrenstechnischen Automatisierungsanlagen gab es den Mess- und Regelmechaniker. Die letzte Ausbildungsordnung für diesen Beruf war erst 1981 erlassen worden. In die Neuordnung der Metall- und Elektroberufe von 1987 hat man ihn zunächst nicht einbezogen.

Mit der Einführung digitaler Leitsysteme in der Prozessleittechnik seit etwa Mitte der 80er Jahre trafen mehrere einschneidende Innovationen und Umorientierungen zusammen, von

- der Einzelgeräte- zur Systemtechnik,
- der Analog- zur Digitaltechnik,
- der parallelen zur seriellen Signalverarbeitung,
- den „klassischen" anzeigenden und registrierenden Ausgabegeräten zur Visualisierung aktueller und gespeicherter Prozessdaten auf Bildschirmen sowie
- den begrenzten Möglichkeiten der Verknüpfung elektrischer und pneumatischer Signale oder Rechengliedern zu den umfassenden Optionen digitaler Rechner.

Ein wesentlicher Impuls zu derart umfassenden Automatisierungskonzepten war die Aufwertung von Kriterien, die bisher im Optimierungskalkül der Verfahrensindustrie eine eher marginale Rolle gespielt haben: Senken des Energie- und Rohstoffverbrauchs, Minimieren von Umweltbelastungen, Steigern von Produktqualität, Prozesssicherheit und Flexibilität, die sich auf dem herkömmlichen Niveau der Teilautomatisierung nur bedingt optimieren ließen. (Kern/Schumann 1990, S. 245)

Die Prozessleittechnik (PLT) ist nicht an eine bestimmte Technologie gebunden

Unter dem Einfluss der neuen Automatisierungssysteme erhält die Instandhaltungsarbeit in der verfahrenstechnischen Industrie eine neue Ausprägung. Die Überschneidungsbereiche zwischen den traditionell getrennten Arbeitsfeldern Elektrik/Mess- und Regeltechnik sind größer geworden.
Daraus mag die Vorstellung entstanden sein, dass sich mit dem zunehmenden Einsatz elektrischer und elektronischer Geräte dieses Berufsbild den „klassischen" Elektroberufen immer mehr angleiche und dass mit der Hereinnahme eines Blocks Mess- und Regeltechnik in die Ausbildungsinhalte z.B. der „neu geordneten" Energieelektroniker die Ausbildung von Mess- und Regelmechanikern ersatzlos gestrichen werden könne. Mess- und Regeltechnik wurde dabei anscheinend reduziert auf eine der neuen Technologien, wie speicherprogrammierbare Steuerungen oder Digitaltechnik, die bei der Neuformulierung der Ausbildungsinhalte der neu geordneten Elektroberufe 1987 zu berücksichtigen waren (Borch/Weißmann 1992 und 1996, S. 71, 73 und 78).
Mess- und Regeltechnik, die sich heute als Prozessleittechnik darbietet, bezeichnet jedoch das Anwendungsfeld verfahrenstechnischer Automatisierung. Das Arbeitsverhalten des Automationsinstandhalters wird künftig geprägt sein von der „Denkweise eines Quasi-Technikers, der Sachprobleme aufgreift, unter Zweckmäßigkeitsgesichtspunkten durchdenkt und selbständig angeht, und nicht so sehr die des Instandhaltungshandwerkers alter Art, der auf Anweisung hin tätig wird und dessen Arbeitsverhalten stärker durch

Konventionen, Zuständigkeiten und Vorschriften kanalisiert wird" (Kern/Schumann 1990, S. 268).

Berufliche Grenzlinien werden in der Prozessleittechnik durchlässig

Insbesondere in der Chemieindustrie gibt es seit einiger Zeit Bemühungen, die Funktionen von Produktion und Instandsetzung stärker miteinander zu verzahnen. Dies hat zur Folge, dass z.B. berufsübergreifende Fertigkeiten und Kenntnisse für Chemikanten, Industriemechaniker und Prozessleitelektroniker in gemeinsamen Ausbildungsabschnitten vermittelt werden.[3] Inwieweit jedoch Berufe ganz oder teilweise ineinander aufgehen, lässt sich noch nicht absehen. Der Chemie-Berufsbildungsrat strebt z.B. eine Neuordnung des Chemikanten mit dem Ziel an, eine Übernahme von Wartungs- und Teilinstandhaltungsaufgaben durch Produktionsteams zu ermöglichen (Ausbilder in der chemischen Industrie 1997).
Neben einer Überwindung horizontaler Schranken wird die Automationsinstandhaltung vermutlich auch in Richtung einer Ausdifferenzierung der Qualifikationsstruktur nach oben gehen. Die Grenzlinien zwischen Facharbeitern, Technikern und Ingenieuren zeigen sich durchlässig. Die Frage ist nur, in welcher Form und Intensität diese Entwicklung stattfindet, „ob tatsächlich das Mehr an verlangtem Fachwissen, wie manche Instandhaltungsexperten annehmen, so weit geht, dass auch das avancierteste Facharbeiterniveau überschritten wird und mehr Funktionen an Techniker und Ingenieure übertragen werden müssen" (Kern/Schumann 1990, S. 268). Stellvertretend seien hier zwei Positionen aus der jüngeren Diskussion zitiert:
„Die neue Technik bedarf der Betreuung durch hochqualifizierte Fachkräfte. Eine starkstromtechnische Anlage kann nach Installation einer Handwerkerbetreuung übergeben werden. Nicht so bei komplexen Feld- und Leitsystemen. Erweiterungen, Einstellarbeiten, Instandhaltung und Pflege müssen von einem Systembetreuer vorgenommen werden. Das ist in der Regel nicht mehr ein Hauptschüler mit abgeschlossener Prozessleitelektroniklehre. Hier ist Personal mit soliden Ingenieur- und Informatikkenntnissen erforderlich" (Schneider 1995, S. 52).

> *„Da ja weiterhin nicht teure Spezialisten, sondern möglichst Handwerker vor Ort ihr System beherrschen sollen, wären bessere Hilfestellungen im System erforderlich, Vereinfachungen und weitgehend vorkonfektionierte Lösungen" (Adam 1995, S. 25).*

In welche Richtung sich berufliche Arbeit von ProzessleitelektronikerInnen bewegt, wird zukünftig über den Umgang mit neuen Technologien in der Sensor- und Aktortechnik entschieden werden.

Veränderung der Arbeit

Legt nicht die Technik, die auf dem Sektor der Maschinen „intelligente" Systeme mit Mikroprozessoren auf dezentraler Ebene in unmittelbarer Nähe des

verfahrenstechnischen Prozesses ansiedelt und damit eine flexible und variantenreiche Anpassung der Produktion an spezifische Anforderungen ermöglicht, bereits nahe, auch in der Arbeitsorganisation Verantwortung zu dezentralisieren? Dies müsste sich auch in vermehrten Chancen zur Gestaltung von Technik durch das Personal, das mit dieser dezentralen Technik umgeht, äußern. „Müsste" heißt aber noch lange nicht, dass es auch wirklich passiert.

Die rasante Entwicklung der Mikroelektronik hat die Messgeräte ebenso wie die anderen Automatisierungsgeräte beeinflusst. Mikroprozessoren in hochintegrierten Schaltungen haben die Leistungsfähigkeit der Geräte um ein Vielfaches erhöht und damit viele neue Möglichkeiten so auch die der digitalen Kommunikation geschaffen.

Diese ist jedoch gegenwärtig nicht der Hauptgrund, warum Mikroprozessoren schnelle Verbreitung finden. Der Anwender möchte das Gerät für vielfältige Möglichkeiten nutzen. Das erfordert eine flexible Anpassung des Messgerätes an unterschiedliche Aufgaben. Bei einem analogen Gerät heißt das, verschiedene elektronische Schaltkreise für die jeweiligen Bereiche aufzubauen was verhältnismäßig aufwendig und teuer ist.

Die Mikroelektronik bietet eine kostengünstigere Lösung. Der Ablauf des Messprogramms wird durch eine Einstellung am Messgerät festgelegt. Dieselbe Hardware kann verschiedene Programme und somit mehrere Aufgaben des Anwenders abarbeiten. So löst ein und dieselbe Hardware verschiedene Probleme. Der Hardwareaufwand in einem analogen Gerät wird zu einem Softwareaufwand bei digitalen Geräten. Da die Softwarekosten mit den Stückzahlen sinken, ist dies ein Grund für den Siegeszug der Mikroelektronik.

Die Kosten waren also oft der Auslöser zur Anschaffung von Sensor-Geräten der neuen Generation. Aber „unter der Hand" geht damit eine noch gar nicht abzusehende Umwälzung in der Funktionalität der Geräte und der (Möglichkeiten von) Instandhaltungsfacharbeit einher:

- **Vereinfachte Messbereichseinstellungen**
  Unkompliziertes und rasches Verändern von Parametern, Konfigurationen usw. Aufwendige Messbereichseinstellungen mit Gebern für die jeweils entsprechenden physikalischen Messgrößen entfallen. Beliebige, auch nicht-lineare Gerätekennlinien lassen sich problemlos ablegen.

- **Diagnoseinformation und Messwertaufbereitungen**
  Das Messgerät bietet dem Anwender durch den integrierten Mikroprozessor eine Fülle von Daten. Zum Beispiel bestätigen Diagnoseinformationen den Messwert, zusätzliche Messwertaufbereitungen liefern wichtige Zusatzinformationen. Diese Funktionen stehen bei der bisher noch üblichen Analogsignal-Anbindung in der Leitebene nicht mehr zur Verfügung.

- **Gemeinsames Datenkabel**
  Ein ganz entscheidender Vorteil digital angebundener Geräte gegenüber den analogen ist die Anschlussmöglichkeit an ein gemeinsames Datenkabel. Die Anschlussmöglichkeit reduziert die Verkabelung erheblich.

Arbeitsgegenstände

Arbeitsprozesswissen muss sich in der Auseinandersetzung mit typischen Arbeitsgegenständen herausbilden, aber auch bewähren. Solange es sich um Regler, Rechner, Trennverstärker, dezentrale Prozessstationen oder (Feld) Bussysteme handelt, scheint der Unterschied zu den Arbeitsgegenständen z.B. eines/einer Industrieelektronikers/in auf den ersten Blick gar nicht so groß zu sein: Es handelt sich um elektronische Baugruppen mit und ohne Mikroprozessor, die untereinander mit Hilfe elektrischer Signale kommunizieren. Die Nagelprobe kommt spätestens dann, wenn man/frau sich den Elementen nähert, die als Schnittstelle zwischen der zu automatisierenden verfahrenstechnischen Anlage und den Automatisierungsmitteln zu betrachten sind. Das sind neben Sensorelementen die in der Prozessleittechnik typischen Aktoren.

Es gilt unter „alten Hasen" in der Mess- und Regeltechnik als ausgemacht, dass Elektriker um alles einen großen Bogen machen, was zischt. Dazu gehören z.B. pneumatisch angetriebene Regelventile,[4] die im regulären Betrieb ständig Luft verbrauchen und immer dann, wenn sie gerade verfahren werden, hörbar „atmen". Solche Ventile sind nun aber keineswegs Exoten. In der Chemieindustrie machen sie, vorsichtig geschätzt, 70% aller Stellarmaturen aus.

Es ist sicher kein Zufall, dass sich die Ausbilder und Lehrer in ihrem Bemühen, sich in die für sie zunächst recht fremde Welt der Mess- und Regeltechnik einzuarbeiten, gerade mit dem Regelventil schwer getan haben. Zwar sind in Schule und Ausbildungswerkstatt kleine verfahrenstechnische Stellgeräte vorhanden, die alle wesentlichen Funktionen und Baugruppen der vor Ort befindlichen Stellarmaturen enthalten. Aber die praktischen Übungen beschränken sich z.B. darauf, den Zusammenhang von Stellsignal und tatsächlichem Ventilhub als Kennlinie darzustellen. Schon die begriffliche Benennung eines Stellgeräts bereitet Schwierigkeiten. So wurden lange Zeit Regelventile, wie das in Bild 2, als Stellungsregler bezeichnet.

Die grundlegenden Funktionsgruppen eines Stellgerätes zu erkennen, ist nicht immer einfach, aber für den Facharbeiter Grundvoraussetzung kompetenten Handelns. Er muss das Stellglied (z.B. Hubstellventil mit Parabolkegel als Drosselkörper) identifizieren, mit dem ein Volumenstrom dosiert wird. Er muss erkennen, welcher Antrieb auf welche Weise mit dem Stellglied verbunden ist, und ob bzw. welche Art von Regler zum Erzwingen einer gewünschten Position eines Stellgerätes gegenüber äußeren Einwirkungen vorhanden ist.[5] Soll z.B. ein defekter Stellungsregler erneuert werden, fan-

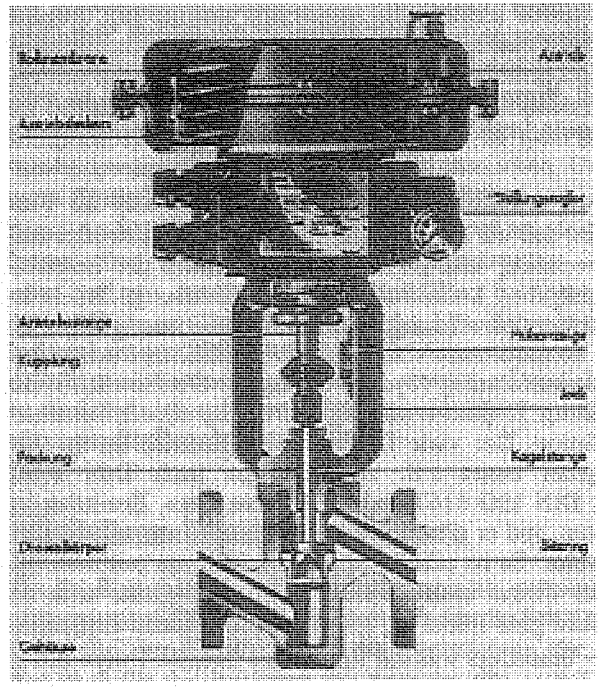


Bild 2: Hubstellgerät
Das abgebildete Stellgerät ist ein 'klassisches', pneumatisch angetriebenes Regelventil mit seinen charakteristischen Eigenschaften: Einsitziges Stellventil und Membranantrieb.

gen die Schwierigkeiten erst an. Wie wird der Stellungsregler an der Laterne montiert? An welchen Stellen kann die Wirkungsrichtung, die Verstärkung eingestellt, welche Hilfsenergie muss wie angeschlossen werden usw.? Vor-ortbetriebe beklagen in zunehmendem Maße, dass ihre Instandsetzer bei solchen Aufgaben „das Zittern kriegen". Lehrer und Ausbilder sehen sich mit diesem Problem konfrontiert und haben mit neuen Formen des Lernens darauf reagiert. Eine besondere Rolle nehmen dabei Lern- und Arbeitsaufgaben im Instandhaltungsbereich ein, mit deren Hilfe Arbeitsprozesswissen vermittelt werden kann.
Solange sich solche Projekte im Rahmen und in den Räumen systematischen Lernens (Schule, Ausbildungswerkstatt, Labor) abspielen, ist es relativ einfach. Das gilt auch dann, wenn Aufträge, die für die Entwicklung von Lern- und Arbeitsaufgaben in Frage kommen, aus Vor-Ort-Betrieben „her-

eingeholt" werden und in ein fertiges Produkt, das dann abgeliefert wird, münden. Findet die Lern-/Arbeitsaufgabe vor Ort selbst unter den dort herrschenden „Gesetzen" statt, wird es schwieriger. Insbesondere die in hohem Maße situative Arbeit des Instandhalters sprengt den gewohnten Rahmen didaktischer Planung und Reflexion.
Es gelang in Absprache mit den Verantwortlichen am Hochofen, die Wartung einer Kühlwasser-Durchflussmessung als Lern- und Arbeitsaufgabe mit Auszubildenden durchzuführen (vgl. Ehrlich 1997). Die bloße Tatsache, dass die Aufgabe in verfahrenstechnisch „echter" Umgebung gelöst werden musste, vor allem auch (von der Messwarte) rückgemeldet wurde und sie selbst betrieblich relevant war, gab den zum Teil durchaus bekannten Tätigkeiten eine neue Qualität.

Auszubildende bewähren sich in Lern- und Arbeitsaufgabe am Hochofen

Angefangen hatte alles mit einer Erkundung von Druck- und Differenzdruckmessstellen durch Auszubildende. Diese kamen mit Fragen über die Montage und Installation von Druckmessumformern, die auf die betrieblichen Einsatzbedingungen zielten. Hier konnte der betriebliche Ausbilder des Hochofenbetriebs an ausgewählten Messstellen zur Erfassung von Kühlwasserdurchflüssen die Neugier befriedigen.
Im Gespräch zwischen dem für die Messung Verantwortlichen und dem betrieblichen Ausbilder entstand die Idee, die Messungen von Auszubildenden vorbeugend instandhalten zu lassen. Im PLE-Team[6] wurde vereinbart, die „Überprüfung einer Kühlwassermengenmessung am Hochofen" zum Thema einer „Lern- und Arbeitsaufgabe" zu machen.
Ein Ausbilder der Werkstatt und ein Lehrer der Berufsschule für Elektrotechnik kamen zum Hochofen und sahen sich die örtlichen Gegebenheiten an. Sie überlegten, welche Fertigkeiten und Kenntnisse für die Bewältigung der Aufgabe in Schule und Ausbildungswerkstatt noch mal aufgefrischt werden sollten. Dass sich Ausbilder und Lehrer für die betrieblichen Abläufe von verfahrenstechnischer Messtechnik interessieren, fand ein positives Echo und es sollte keine Eintagsfliege bleiben.
Die Lern- und Arbeitsaufgabe bezog sich auf HO III. Der Hochofen und die drei Heißwindschieber zwischen den Winderhitzern und der Mischwindringleitung müssen ständig intensiv gekühlt werden. Der Kühlwasserdurchsatz wird technisch als Durchflussmessung erfasst. Die Ergebnisse werden an verschiedenen Orten angezeigt und mit Hilfe von Schreibern registriert. Darüber hinaus werden sie vom Prozessrechner erfasst.

Wie ist es gelaufen?

Bisher haben an den genannten Messstellen sechs Gruppen gearbeitet. Am ersten Tag wurde jeweils eine Begehung der mit der jeweiligen Messung ver-

bundenen Orte durchgeführt: M&R-Stützpunkt im Gebläsehaus, mehrere Messwarten, Pumpenhaus mit Pumpenhalle (hier befinden sich auch die in die Kühlwasserleitung eingeflanschten Messblenden und die Messumformer) und E-Raum für M&R-Technik. Darüber hinaus wurden die zu kühlenden verfahrenstechnischen Komponenten im Hochofenschnittbild erklärt und in Augenschein genommen.
Die räumlichen Ausmaße allein schon der messtechnischen Komponenten (Messort, Schalträume und Warten) waren für die Auszubildenden überraschend. Die Komplexität dieser Anlagen mit Hilfe der verschiedenen Fließbilder, Schaltpläne und gerätetechnischen Darstellungen zu erschließen, war die erste Bewährungsprobe.

Erste Erfolge

Der Hochofenbetrieb hatte gefordert, dass die Auszubildenden die Ergebnisse ihrer Arbeit in Form eines Prüfberichtes dokumentieren. Im Verlauf der Instandhaltungsaufgaben sind Berichte von teilweise hoher Professionalität entstanden.
Die Lern- und Arbeitsaufgabe hat ihre erste Probe bestanden. Die Auszubildenden haben sie begeistert aufgenommen. In Interviews äußerten sie übereinstimmend, dass „am spannendsten" der „Messort selber" und die Arbeit dort gewesen sei. Für einen Auszubildenden war es „richtig schon so eine Art Abenteuer". Es kam ihm so vor, als habe er jetzt erst mit dem Beruf angefangen. „Da habe ich gemerkt, was ich kann und was ich nicht kann." Sein Fazit: „Das ist wirklich mein Ding".
Das PLE-Team beschloss, dass künftig das jeweilige 3. Ausbildungsjahr die Patenschaft für die Kühlwassermessungen übernimmt. Im Februar '98 war es erstmals so weit: Der Hochofen forderte zu einer erneuten Überprüfung der Messstellen 2-3 Auszubildende an, die jetzt ohne didaktisch aufbereitete Arbeitsblätter ihren betrieblichen Auftrag bearbeiten mussten. Das hat prima geklappt. Dabei stellte man fest, dass sich der zeitliche Aufwand auf zwei Tage reduzieren ließ. Inzwischen hat der betriebliche Ausbilder mit Auszubildenden auch die Wartung von pH-Wertmessungen übernommen.

Literatur

ADAM: 15 Jahre Prozessleitsysteme und ihre Instandhaltung; Automatisierungstechnische Praxis, Heft 2, 1995.

BUNDESARBEITGEBERVERBAND CHEMIE E.V. Wiesbaden (Hrsg.:): Ausbilder in der chemischen Industrie, Heft 4/1997

BOLCH, G./VOLLATH, M.-M.: Prozessautomatisierung: Aufgabenstellung, Realisierung und Anwendungsbeispiele. Stuttgart 1991.

BORCH, H./WEISSMANN, H.: Die Berufsausbildung zum Prozessleitelektroniker/ zur Prozessleitelektronikerin. In: Metall- und Elektroberufe fünf Jahre nach der Neuordnung. Ergebnisse, Veröffentlichungen und Materialien aus dem BIBB. Hrsg.: Bundesinstitut für Berufsbildung Der Generalsekretär. (Hrsg.) Berlin/Bonn 1992, S. 17-30.

BORCH, H./WEISSMANN, H.: Die 87er Ausbildungsreform der industriellen und handwerklichen Elektroberufe. In: LIPSMEIER A./RAUNER F. (Hrsg.): Beiträge zur Fachdidaktik Elektrotechnik. bzp Beiträge zur Pädagogik für Schule und Betrieb. Band 16. Stuttgart 1996, S. 70-85.

DRESCHER, E. u.a.: Neuordnung oder Weiterentwicklung. Evaluation der industriellen Elektroberufe. Ein Forschungsbericht im Auftrag des BiBB. Berlin, Bremen 1995.

DRESCHER, E./EHRLICH, K. (Red.): Freie Hansestadt Bremen, Der Senator für Bildung, Wissenschaft, Kunst und Sport (Hrsg.): Erster Zwischenbericht zum Modellversuch „Kontinuierliche Selbstorganisation von Innovationen im Lernortverbund Berufsschule Betrieb am Beispiel eines neuen Berufs Prozessleitelektroniker/in". Bremen 1996.

EHRLICH, K./UHLIG-SCHOENIAN, J. (Red.): Freie Hansestadt Bremen, Der Senator für Bildung, Wissenschaft, Kunst und Sport (Hrsg.): Zweiter Zwischenbericht zum Modellversuch „Kontinuierliche Selbstorganisation von Innovationen im Lernortverbund Berufsschule Betrieb am Beispiel eines neuen Berufs Prozessleitelektroniker/in", Bremen 1997.

EHRLICH, K./UHLIG-SCHOENIAN, J. (Red.): Freie Hansestadt Bremen, Der Senator für Bildung, Wissenschaft , Kunst und Sport (Hrsg.): Abschlussbericht zum BLK-Teil des Modellversuchs „Kontinuierliche Selbstorganisation von Innovationen im Lernortverbund Berufsschule Betrieb am Beispiel eines neuen Berufs Prozessleitelektroniker/in". Bremen 1998.

EHRLICH, K.: Prozessleitelektroniker für den Emstfall ausbilden. In: Automatisierungstechnische Praxis Heft 8, 1993.

EHRLICH, K.: Wartung einer Kühlwassermengenmesseinrichtung als Lern- und Arbeitsaufgabe in einer Lern- und Arbeitsumgebung. In: PAHL J.-P. (Hrsg.): Lern- und Arbeitsumgebungen zur Instandhaltungsausbildung. Kallmeyer'sche Verlagsbuchhandlung, Seelze-Velber 1997.

HERZ, G./BAUER, H. G./VOSSEN, K.: Arbeitsprozess und Lernprozess. In: DEHNBOSTEL P./HOLZ H./NOVAK H.(Hrsg.): Lernen für die Zukunft durch verstärktes Lernen am Arbeitsplatz. Berlin 1992.
HOFMANN, H./RÖBEN, P.: Berufsübergreifende Ausbildung im Team aktuelle Entwicklungen in der Chemieindustrie. In: lernen & lehren Nr. 47, 1997.
KERN, H./SCHUMANN, M.: Das Ende der Arbeitsteilung? Rationalisierung in der industriellen Produktion. München 1990.
MÜLLER, R./ BETTENHÄUSER, W.: Stelltechnik für die Anlagenautomatisierung. München/Wien 1995.
RAUNER, F.: Berufswissenschaftliche Arbeitsstudien Zum Gegenstand und zu den Methoden der empirischen Untersuchung berufsförmig organisierter Facharbeit. ITB-Arbeitspapier. Bremen 1997.
ROSE, H./MACHER, G.: Flexible Prozessautomatisierung. In: Automatisierungstechnische Praxis. Heft 11,1993.
SCHNEIDER, H.-J.: Digitale Feldgeräte: Vorteile, Probleme und Anforderungen aus Anwendersicht. Automatisierungstechnische Praxis Heft 4, 1995.
STROHRMANN, G.: Automatisierungstechnik. Bd. 2, Stellgeräte, Strecken, Projektabwicklung. München/Wien 1996.

Anmerkungen

1 Kontinuierliche Selbstorganisation von Innovationen im Lernortverbund Berufsschule – Betrieb am Beispiel des neuen Berufs Prozessleitelektroniker/in – ein Beitrag zu einer neuen Dualität in der Berufsbildung.
2 Solche „Brillen" bzw. Instrumente können sein: die „Subjektive Tätigkeitsanalyse", das Modell der „Vollständigen Arbeitshandlung" (Herz/Bauer/Vossen 1992), als Formen alltagstheoretischer Erkenntnisgewinnung bzw. -vermittlung, aber auch berufswissenschaftliche Arbeitsprozessstudien.
3 Hofmann/Röben (1998) nennen stellvertretend für viele innovative Projekte:
   - BETA (berufsübergreifende, teamorientierte Ausbildung) beim Hoechst Service Center Personal: gemeinsame 2- bzw. 4wöchige Praktika und Betriebsphasen,
   - „Industrielandschaften" bei der BASF Ludwigshafen: eigens für 6wöchige gemeinsame Trainingsphasen von je 8 Auszubildenden verschiedener Berufe errichtete, funktionstüchtige Modellanlagen (mit „Wasser und Luft"),
   - „Teamausbildung" bei Bayer: bereichsübergreifende Projekte (z.B. Produktion von Seife inkl. der dazu erforderlichen Apparate) bereits im 1. Ausbildungsjahr sowie BIBB-Modellversuch „Verbesserung der Teamfähigkeit" bei der Hüls Infracor GmbH in Marl und dem Papiermacherzentrum Gernsbach: Curriculum aus „Lernbausteinen" bzw. „Modulen" für berufsübergreifende Auszubildenden-Teams.
4 Die Stellgeräte werden, wie alle Aktoren, in der „Evaluation der Elektroberufe" merkwürdigerweise nicht zu den berufsspezifischen Inhalten des/der Prozessleitelektroniker/in gezählt.
5 Allein für Drosselstellglieder unterscheidet man 30 grundlegende Bauformen (Müller/Bettenhäuser 1995, S. 141). Diese können wiederum mit den unterschiedlichsten pneumatischen, elektrischen oder hydraulischen Antrieben verbunden sein. Solche Stellglieder gibt es für KVS-Werte (Wasserdurchfluss in m3/h bei einem Druckabfall von 0,98 bar über dem Stellglied) von 1 bis 10.000 und Nennweiten bis DN 500.
6 Das Team hat sich im Rahmen des Modellversuchs KONSIL gebildet und besteht aus allen Ausbildern und Lehrern, die mit der Ausbildung von Prozessleitelektronikern/-innen zu tun haben.

Thomas Vollmer

Arbeitsbedingungen und Qualifikationsanforderungen beim Einsatz der HSC-Technologie in der spanenden Fertigung

Technologische Innovationen ermöglichen nicht nur verbesserte Fertigungsprozesse, neuartige Produkte und Kostenreduktionen, sondern führen auch zu Veränderungen der Arbeitsbedingungen und Qualifikationsanforderungen. Ein Beispiel einer solchen Innovation ist die Hochgeschwindigkeitszerspanung, die als Ergänzung zur CNC-Fräsbearbeitung in zunehmendem Maße betriebliche Anwendung findet. Die gegenüber der herkömmlichen CNC-Technologie fünf- bis zehnfach gesteigerten Schnittgeschwindigkeiten des High-Speed-Cutting (HSC) erlauben erhebliche Verkürzungen der Bearbeitungszeiten (z.B. bei der Serienfertigung von Integralbauteilen) oder bessere Werkstückoberflächen (z.B. bei der Bearbeitung von Freiformflächen von Tiefziehwerkzeugen). Da die Hochgeschwindigkeitstechnologie aber mehr ist als nur eine schnellere CNC-Technologie (vgl. Vollmer 1998), bringt ein Wechsel von einer herkömmlichen an eine HSC-Fräsmaschine für die Betroffenen deutliche Veränderungen ihrer Tätigkeiten und Arbeitsbedingungen mit sich, wie Betriebsfallstudien gezeigt haben, die man im Rahmen des Forschungsverbundes ARGUS durchgeführt hat (Vollmer u.a. 1998). Nachfolgend werden zunächst einzelne Untersuchungsergebnisse zur Organisation, Sicherheit und Transparenz der Zerspanungsprozesse anhand der HSC-Teiltätigkeiten Programmierung, Werkzeugmontage und Fertigungsüberwachung dargestellt.[1] Danach wird am Beispiel der Maschinengestaltung und -beschaffung auf die Vorteile einer partizipativen Arbeitsgestaltung eingegangen. Die Frage, ob die bisherigen Formen der Aus- und Weiterbildung den Anforderungen der neuen Fertigungstechnologie entsprechen und ob sie die Betroffen befähigen, sich an der Gestaltung der Arbeitsbedingungen zu beteiligen, wird diskutiert.

Arbeitsorganisation und Programmierung

Während Programme für die HSC-Bearbeitung achsparalleler oder zweidimensional gekrümmter Werkstückgeometrien sich prinzipiell ähnlich wie herkömmliche CNC-Programme erstellen lassen, werden für die Fertigung dreidimensional gekrümmter Freiformflächen – ein Hauptanwendungsgebiet

der HSC-Technologie – spezielle CAD/CAM-Systeme eingesetzt. Mittels dieser Systeme errechnet man die Werkstückoberflächen auf Basis von CAD-Daten und generiert die HSC-Programme. Auf die Frage, ob die HSC-Programme in einem Betrieb von den Maschinenarbeitern aufbereitet werden, antwortete der Inhaber eines mittelständischen Unternehmens des Werkzeug- und Formenbaus: „Das geht nicht. Das können die gar nicht." Beispiele aus vergleichbaren Fertigungen anderer Betriebe, in denen die Maschinenarbeiter solche Programme selbst erstellen, machen jedoch deutlich, dass diese Aussage eher die persönliche Rationalisierungsphilosophie zum Ausdruck bringt. Der Entwicklungsstand der aktuellen Rechnertechnik gestattet es, leistungsfähige CAD/CAM-Systeme maschinennah zu installieren, die speziell für die HSC-Programmierung durch entsprechend qualifiziertes Werkstattpersonal konzipiert worden sind (vgl. Mahr 1998, S. 55).

	HSC-Organisationsformen																			
	OF I (3 Unternehmen)					OF II (3 Unternehmen)					OF III (6 Unternehmen)					OF IV (5 Unternehmen)				
	MA	MS	PB	AV	SO	MA	MS	PB	AV	SO	MA	MS	PB	AV	SO	MA	MS	PB	AV	SO
HSC-Programmierung	○		◉		⊙		⊙	◎		⊙	⊙		◎		⊙	◉				⊙
Einrichten der HSC-Maschine	◉					◉					◉					◉				
Programmtest an der HSC-Maschine	◎		⊙			◎		⊙			◎		⊙			◉				
Werkzeuglagerung und -vorbereitung	◉					⊙	⊙			⊙	◉					◉				
Vorrichtungslager und -vorbereitung	◉					◉					◉	⊙				◉				
Maschinenführung und -überwachung	◉					◉					◉					◉				
Qualitätsprüfung	◎		⊙			⊙	⊙				⊙		⊙		⊙	⊙	⊙			⊙

Erläuterungen: MA = Maschinenarbeiter, MS = Meister, PB = Programmierer, AV = Arbeitsvorbereiter, SO = sonstiger Funktionsträger (z.B. Konstrukteur); führt Funktion ◉ = ausschließlich, ◎ = überwiegend / hauptverantwortlich, ⊙ = zusammen mit anderen aus / übernimmt Teilaufgaben, ○ = liefert Informationen

Bild 1: Übersicht über betriebliche HSC-Organisationsformen (OF) (nach Vollmer u.a. 1998, S. 121)

Die bestehenden Gestaltungsalternativen spiegeln sich in den unterschiedlichen Organisationskonzepten in den HSC-Anwenderbetrieben wider. Gemessen an Art und Umfang der Beteiligung von Maschinenarbeitern an der

Programmerstellung konnten in unseren Fallstudien vier Gruppen von Betrieben gebildet werden (vgl. Bild 1):

- In der Gruppe OF I sind die Betriebe zusammengefasst, in denen die Programme ausschließlich durch speziell dafür verantwortliche Programmierer erstellt werden, wobei diese – falls erforderlich – von den Maschinenarbeitern fertigungstechnische Informationen einholen.
- In anderen Unternehmen (OF II) übernehmen Meister bei Kapazitätsengpässen einen Teil der Programmierarbeiten, wenn die Programmierer überlastet sind. Die Maschinenarbeiter sind hier nicht in die Programmierung einbezogen.
- In Gruppe OF III erstellten neben den Programmierern teilweise auch Maschinenarbeiter Programme, wenn die Arbeitsbelastung es gestattete bzw. die Maschinenarbeiter vervollständigten außerhalb der Werkstatt kreierte Rumpfprogramme mit den fehlenden Technologieangaben.
- Die vierte Gruppe (OF IV) bilden Betriebe, in denen es keine Programmierer gibt und wo die Maschinenarbeiter allein für die Programmierung und damit für die Festlegung der Bearbeitungsprozesse verantwortlich sind.

In Fertigungen, in denen die Programmierzeiten erheblich länger sind als die Bearbeitungszeiten, sind aus Gründen der Maschinenauslastung mehrere Personen für die Programmierung einer Maschine erforderlich. Häufig ist das der Anlass zum Aufbau einer werkstattvorgelagerten Programmierabteilung. Diese Aufgabe kann allerdings auch einem Team von Maschinenarbeitern übertragen werden, die aufgrund ihrer ständigen Werkstattanwesenheit situativ Maschinen- und Programmierarbeiten im Wechsel übernehmen können und somit einen sehr flexiblen Personaleinsatz ermöglichen.

Nur in einem Betrieb wurden die Programme in herkömmlicher Form mit der CNC-Steuerung erzeugt und in einem anderen mittels einer Digitalisiermaschine durch Abtasten eines maßstabgerechten Modells (Abbildung 2). In den übrigen Betrieben hat man CAD/CAM-Systeme eingesetzt, mit denen man die Geometrien unter Verwendung von CAD-Daten errechnete. Da die Konstrukteure die Werkstückgeometrien definieren und in CAD-Dateien ablegen, sind sie – wenn auch indirekt – an der Programmerstellung beteiligt. Konstruktionsbedingte Konturfehler (z.B. nicht geschlossene Oberflächen) können also Fehler in den daraus errechneten HSC-Programmen verursachen, was zu schwerwiegenden Störungen und Schadensfolgen (z.B. Werkzeugbruch infolge des Abtauchens des Fräsers in die Werkstückoberflächen) führen kann, wenn diese Fehler nicht vor der Bearbeitung bemerkt werden. Dies ist auch insofern problematisch, als der an herkömmlichen CNC-Maschinen verbreitete Programmtest mittels der graphischen Simulationsfunktion in der Freiformflächenbearbeitung aufgrund der mehrstündigen Programmlaufzeiten unüblich geworden ist, Fehler also häufig erst während der Fertigung auftreten.

Programmierkonzepte und Programmierorte					
Programmier-ort	Arbeits-vorbereitung	Arbeits-vorbereitung	Werkstatt	Werkstatt	Werkstatt
Programm-verantwortlicher	Programmierer	Programmierer	Maschinen-arbeiter	Maschinen-arbeiter	Maschinen-arbeiter
Programmier-system	Workstation / Computer	Workstation / Computer	Workstation / Computer	Digitalisiermasch. und Steuerung	HSC-Maschinen-steuerung
Basis der Geometriedaten	CAD-Daten	CAD-Daten	CAD-Daten	Modell des Endproduktes	manuelle Eingabe
Funktionsteilung bei der Programmerstellung					
Eingabe der Geometriedaten	Konstrukteur / Programmierer	Konstrukteur / Programmierer	Konstrukteur / Maschinenarbeiter	Modellbauer / Maschinenarbeiter	Maschinen-arbeiter
Beabeitungs-strategie	Programmierer	Programmierer / Maschinenarbeiter	Maschinen-arbeiter	Maschinen-arbeiter	Maschinen-arbeiter
Spindel-drehzahlen	Programmierer	Maschinen-arbeiter	Maschinen-arbeiter	Maschinen-arbeiter	Maschinen-arbeiter
Vorschübe	Programmierer	Maschinen-arbeiter	Maschinen-arbeiter	Maschinen-arbeiter	Maschinen-arbeiter

Bild 2: Beispiele unterschiedlicher Programmierkonzepte im Werkzeug- und Formenbau (Vollmer u.a. 1998, S. 125; n = 17 Unternehmen)

Die unterschiedlichen Arbeitsorganisationskonzepte in den Betrieben zeigen, dass die Wahl des Programmierkonzeptes nicht technologiebedingt vorgegeben ist, sondern von den jeweils vorherrschenden Rationalisierungsphilosophien, von den betrieblichen Auftragsstrukturen, den Programmier- und Bearbeitungszeiten sowie von der Belegschaftszusammensetzung bzw. den Qualifikationen der Maschinenarbeiter abhängt. Demzufolge bedingt die HSC-Technologie nicht zwangsläufig eine Vertiefung der Arbeitsteilung. Wenn alle Teiltätigkeiten – von der Programmerstellung bis zur Qualitätsprüfung – im Verantwortungsbereich der Maschinenarbeiter liegen, wie es in verschiedenen Betrieben der Fall ist, dann werden damit einerseits vollständige Arbeitsaufgaben mit planenden, ausführenden und kontrollierenden Anteilen realisiert, die aufgrund ihrer Anforderungsvielfalt Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten beinhalten und die Arbeitszufriedenheit verbessern (vgl. Ulich 1992, S. 139 ff.). Andererseits verlagert man durch Konzentration der Teilaufgaben auf den Maschinenarbeiter auch die Sicherheitsverantwortung weitgehend auf die Maschine und regelt sie damit. Zudem erlaubt eine maschinennahe Programmierung eine Wirklichkeitsnähe, die von potentiellen Kollisionsbereichen, der Rohteilgeometrie und den verfügbaren Fräswerkzeugen ausgeht. In arbeitsteiligen Organisationen und bei extern erstellten Program-

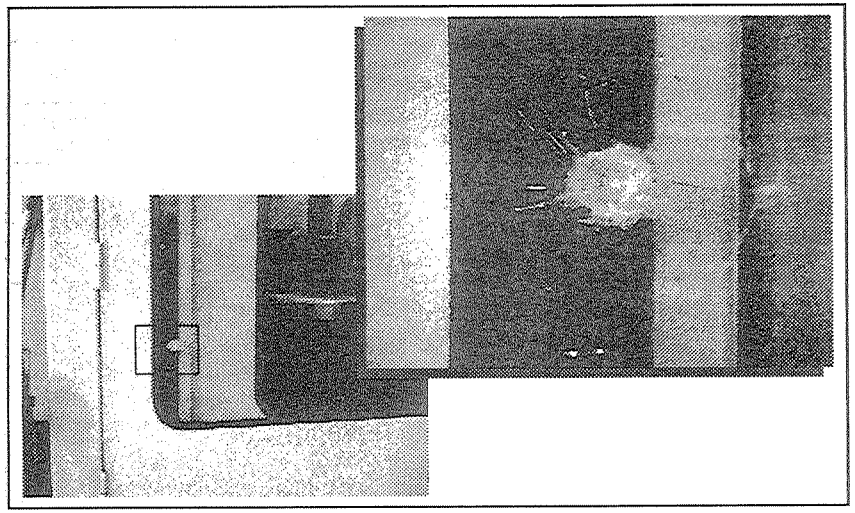


Bild 3: Durch Werkzeugbruch verursachter Schaden an der Kapselungsscheibe einer HSC-Maschine aus Panzerglas (Vollmer u.a. 1998, S. 243)

men ist hingegen die Gefahr von Informationsverlusten und Übertragungsfehlern, die zu Störfällen und gravierenden Schadensfolgen führen können, höher (vgl. Würz/Huerkamp 1996, S. 460).
Das Beispiel der Programmierung zeigt, dass in der HSC-Fertigung arbeitsorganisatorische Gestaltungsspielräume bestehen und die Kompetenzen und das Erfahrungswissen der Maschinenarbeiter für die Programmerzeugung genutzt werden können. Technologiebedingte, arbeitsorganisatorische Restriktionen, wie sie bspw. bei der Einführung der ersten numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen existierten, deren Einsatz eine vertiefte Arbeitsteilung zu Folge hatte, bestehen hier nicht (vgl. Vollmer 1999). Die Gefahr von Informationsverlusten ist bei maschinennahen Programmierkonzepten erheblich geringer als bei werkstattvorgelagerten, bei denen zur Fehlervermeidung eine gut funktionierende Kommunikation zwischen Programmierern und Maschinenarbeitern unerlässlich ist.

Arbeitssicherheit und Montage der Werkzeugsysteme

Die hohen Spindeldrehzahlen der HSC-Maschinen ermöglichen erstmalig das Überschreiten der Materialbelastbarkeit der Werkzeuge, insbesondere aufgrund der drastisch anwachsenden Fliehkräfte. Abgerissene Wendeschneidplatten oder zerborstene Werkzeuge kommen zwar nicht täglich vor, gehören aber zu den HSC-Erfahrungen der meisten Anwenderbetriebe (Bild 3). Selbst

kleinvolumige Masseteile – z.B. Bruchstücke von Wendeschneidplatten mit einer Masse von nur etwa 15 g – können die Energie von Kleinkalibergeschossen aufbringen, wenn sie bei hohen Drehzahlen abgeschleudert werden (Martin/Vollmer 1998, S. 25 f.). Bei größeren Bruchstücken, wie Kassetten (bis 100 g) oder zerborstener Werkzeuggrundkörper (bis 2000 g), vervielfacht sich die Schadensenergie und können Maschinenkapselungen durchschlagen, wenn sie nicht ausreichend dimensioniert sind (vgl. Bold 1998) und Menschen gefährden. Vor diesem Hintergrund hat die Werkzeugsicherheit in der Hochgeschwindigkeitsbearbeitung einen wesentlich größeren Stellenwert als in herkömmlichen CNC-Fertigungen.
Im Unterschied zur Programmierung liegt die Werkzeuglagerung/-montage und das Maschineneinrichten fast in allen untersuchten Betrieben im Verantwortungsbereich der Maschinenarbeiter (Abbildung 1). Damit wird offensichtlich dem Umstand entsprochen, dass diesen Teilaufgaben eine große Bedeutung bei der Störungs- und Unfallvermeidung zukommt. Den Verantwortlichen sollte daher bewusst sein, dass die Benutzung ähnlich aussehender, aber für die hohen Drehzahlen ungeeignete Werkzeuge ebenso zu vermeiden sind wie eine nicht den HSC-spezifischen Sicherheitsanforderungen entsprechende Montage der Werkzeugsysteme. Alle rotierenden Komponenten als Werkzeugsystem sind im Sinne einer Sicherheitskette zu betrachten, da sich sämtliche Systemelemente – von der Spindelschnittstelle bis zur Werkzeugschneide – wechselseitig beeinflussen.
Als neue Anforderung an die Werkzeugmontage ist ferner die Berücksichtigung der Wuchtgüte der Werkzeugelemente hinzugekommen. Weil die Fliehkräfte mit der Drehzahl quadratisch zunehmen, ist es um so wichtiger, dass

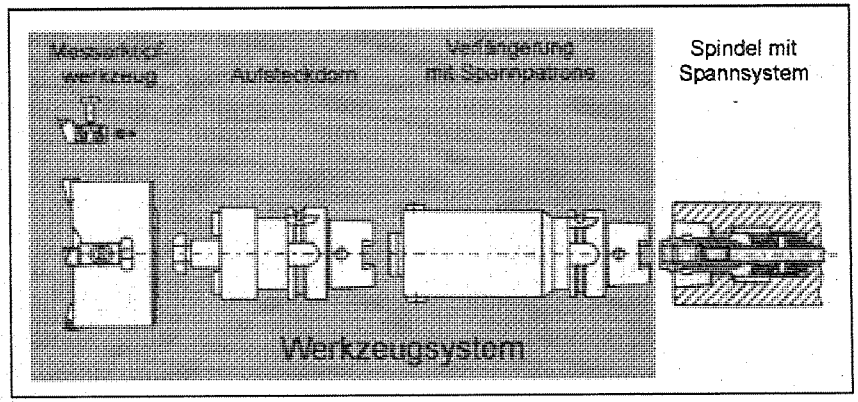


Bild 4: Berücksichtigung sämtlicher Komponenten eines modularen Werkzeugsystems als Sicherheitskette (nach Schulz u.a. 1998, S. 106)

diese als Gesamtsystem ausgewuchtet sind. Selbst wenn die Systemelemente einzeln gewuchtet sind, können sich bspw. bei der Verwendung von Verlängerungen die restlichen Unwuchten der Einzelelemente bei ungünstiger Montage addieren. Die daraus resultierenden umlaufenden Kräfte belasten die Spindellager zusätzlich und verkürzen die Spindelwechselintervalle. Bei großen Fliehkräften erhöhen sich zudem die Gefahren des Werkzeugversagens.

Bei der Montage lang auskragender Werkzeugsysteme ist außerdem darauf zu achten, dass deren Resonanzfrequenz bei einem ungünstigen Werkzeuglängenverhältnis (Länge/Durchmesser) unterhalb der Einsatzdrehzahl liegt und u.U. bereits während des Spindelanlaufs zur Werkzeugzerstörung führt (Schulz u.a. 1998). Des weiteren ist eine sichere Verbindung des Werkzeugsystems mit der Maschine nur innerhalb bestimmter Belastungsgrenzen der Schnittstelle gewährleistet. Der in HSC-Maschinen genutzte sogenannte Hohlschaftkegel (HSK) behält zwar auch bei hohen Drehzahlen seine Spannkraft und zeichnet sich durch große Steifigkeit aus. Aber zu hohe Biegemomente durch lang auskragende Werkzeuge oder Unwucht im Werkzeugsystem können den HSK aus der Spindel hebeln und das komplette Werkzeugsystem freisetzen (vgl. Weck/Swoboda 1998). Zur Vermeidung von Sach- und Personenschäden größeren Ausmaßes ist bei der Zusammensetzung der Werkzeugelemente zu berücksichtigen, dass das Gesamtsystem auf die Belastungsgrenzen der Einzelkomponenten abgestimmt ist.

Die genannten Aspekte einer sicherheitsgerechten Werkzeugmontage zeigen, dass die Qualifikationsanforderungen für diese Tätigkeit mit der HSC-Technologie erheblich gestiegen sind im Vergleich zu den herkömmlichen Anforderungen in der CNC-Fertigung. Kenntnisse der Grenzdrehzahlen, Wuchtgüten, Werkzeugresonanzen und Biegemomente sowie ein Systemverständnis der Wechselwirkungen rotierender Komponenten waren bisher nicht so bedeutsam. Eine sorgfältige und sicherheitsgerechte Montage der HSC-Komponenten setzt aber ein ausgeprägtes Gefahren- und Sicherheitsbewusstsein voraus. Ohne umfassende Kenntnisse der HSC-spezifischen Kraftwirkungen und der konstruktionsbedingten Belastungsgrenzen des rotierenden Werkzeugsystems sowie der einzelnen Elemente ist ein sicherer und störungsfreier Technologieeinsatz nicht zu gewährleisten.

Fertigungsüberwachung und Prozesstransparenz

Verglichen mit herkömmlichen CNC-Maschinen haben sich infolge der höheren Vorschübe der HSC-Maschinen auch die Bedingungen für die Prozessüberwachung und für notwendige Eingriffe in die Bearbeitungsvorgänge verändert. Aufgrund der gesteigerten Vorschübe und den damit einhergehenden minimalen Vorwarnzeiten werden die Möglichkeiten zur Kollisionsvermeidung als sehr gering beurteilt: „Vorwarnzeit gibt's da auch keine. Wenn Sie mit 10 Metern da 'rumfahren, dann ist's vorbei. Entweder es passt, oder

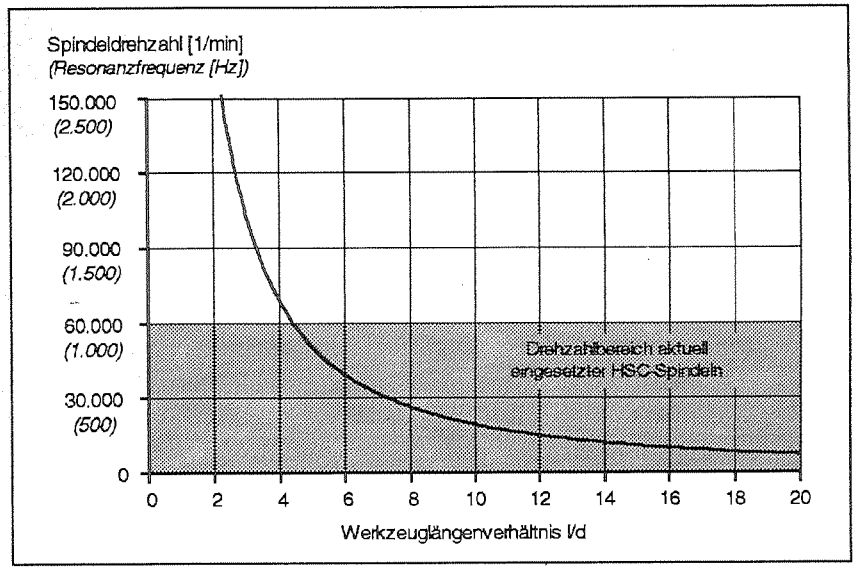


Bild 5: Resonanzkurve lang auskragender Werkzeuge in Abhängigkeit ihres Werkzeuglängenverhältnisses (nach Schulz u.a. 1998)

es passt nicht." Ein anderer Maschinenarbeiter nimmt ebenfalls auf die geringen Vorwarnzeiten und die schnellen Vorschübe Bezug: „Ich hab's mir abgewöhnt, ewig ein Auge 'drauf zu halten, weil, wenn das da 'drin knallt, dann knallt es eh'. Das geht so schnell." Mit den Worten „Augen zu und durch!" hat ein weiterer Befragter den Sachverhalt kurz und knapp umschrieben. Die Befragten haben dabei zwischen den Eingriffsmöglichkeiten zur Vermeidung von Kollisionen und der Einflussnahme zur Optimierung des Zerspanungsvorganges unterschieden; sie haben die Prozessüberwachung und die manuelle Beeinflussung (z.B. Vorschubänderungen) bestimmter Bearbeitungen als unverzichtbar angesehen, obwohl diese programmgesteuert erfolgen. „Wenn hier die Maschine 'nen Fehler hat, dann hört man das frühzeitig. Das hört sich anders an, wenn die Spindel 'nen Problem hat, wenn das Werkzeug stumpf wird", erläutert ein Maschinenarbeiter den Stellenwert der Geräuschsensibilität für die Früherkennung von Fehlern. Aber auch für die Beurteilung des Bearbeitungsprozesses selbst ist eine weitgehende optische und akustische Wahrnehmbarkeit durch den Maschinenarbeiter wichtig. Schon in der herkömmlichen CNC-Fertigung hat sich die Nutzung des subjektiven Erfahrungswissens der Beschäftigten als ausgesprochen bedeutungsvoll für stabile und qualitativ hochwertige Zerspanungsprozesse erwiesen (Martin

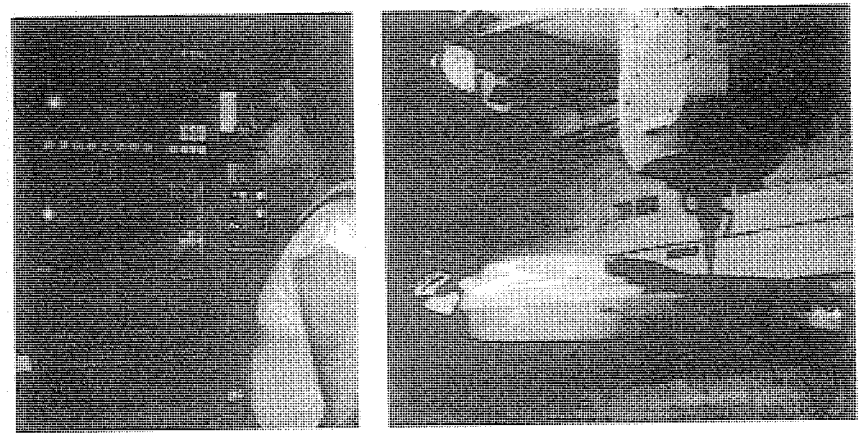


Bild 6: Maschinenarbeiter mit Kopfhörer bei der akustischen Kontrolle des Bearbeitungsprozesses (links); Videokamera im Arbeitsraum der Maschine zur Übertragung von Werkstückdetails auf einen separaten Bildschirm (rechts; Vollmer u.a. 1998, S. 177 f.)

1995). Es besteht ein Widerspruch darin, dass die Maschinenkapselungen ausreichend dimensioniert sein müssen, um die Menschen zu schützen, diese Kapselungen die Wahrnehmung des Fertigungsprozesses aber erheblich einschränken.
Wie dieser Widerspruch aufgelöst werden kann, zeigt das Beispiel eines speziell ausgestatteten HSC-Bearbeitungszentrums im Großwerkzeugbau eines Unternehmens der Kfz-Industrie. Die Anlage verfügt über einen Körperschallsensor am Werkstückträger, eine Elektronik zur Signalaufbereitung und einen Kopfhörer, mit dem Zerspanungsgeräusche trotz des umgebenden Werkstattlärms deutlich gehört und interpretiert werden können (Bild 6 links). Mit der sogenannten akustischen Anschnitterkennung ist die Bestimmung des Zeitpunktes, wann das Werkzeug das Werkstück berührt, ebenso möglich wie eine qualitative Beurteilung des Zerspanungsprozesses, auf den sich sodann durch Vorschubregulierung Einfluss nehmen lässt. Das Bearbeitungszentrum besitzt außerdem eine Videoanlage, mit der eine Werkstückansicht auf einen zusätzlichen Bildschirm übertragen werden kann, wobei der Bildausschnitt und die Kameraneigung verstellbar sind (Abbildung 6 rechts). Für solche Fertigungssituationen, ist die Anlage mit einer zusätzlichen Sonderbetriebsart ausgestattet, die einen Zugang des Arbeitsraumes bei reduzierten Spindeldrehzahlen und Vorschüben erlaubt, ohne dass gegen bestehende Sicherheitsvorschriften verstoßen wird, da die Anlage dann einer herkömmlichen CNC-Maschine entspricht (Notzon 1998;

vgl. Vollmer u.a. 1998, S. 179 ff.) Die Investitionen in die Aggregate des Bearbeitungszentrums zeigen, dass die Transparenz der Zerspanungsvorgänge und das Erfahrungswissen der Maschinenarbeiter auch in der HSC-Fertigung weiterhin unverzichtbar und nicht etwa durch die Weiterentwicklung der Technologie ersetzbar geworden sind.

Maschinengestaltung und Beteiligung bei der Beschaffung

Die Ausstattung des Bearbeitungszentrums macht deutlich, dass Maschinenkonstruktionen, die sich nicht nur an technologischen Leistungsmerkmalen, sondern auch an den damit arbeitenden Menschen orientieren, qualifiziertes Handeln wirkungsvoll unterstützen können. Im Hinblick auf einen effizienten Einsatz der Maschinen ist bereits bei der Beschaffung darauf zu achten, dass die Maschinenkonstruktion sowohl technischen als auch arbeitsbezogenen Anforderungen gerecht werden. Obwohl HSC-Maschinen fast ausnahmslos spezielle Neukonstruktionen jüngeren Datums sind, weisen manche dennoch erhebliche Mängel auf, die die Arbeit unnötig erschweren und die Gesundheit der Beschäftigten beeinträchtigen.
Dies belegen unsere Untersuchungen in den Betrieben, die unzureichend gestaltete HSC-Maschinen benutzt haben (Vollmer u.a. 1998, S. 164 ff.). Bei einer Maschine, die speziell für die Fertigung von Graphitelektroden beschafft wurde, ist der Arbeitsraum nur eingeschränkt zugänglich, da die Kapselungstüren sich lediglich einseitig über Eck öffnen lassen und der Maschinentisch nicht seitlich verstellbar ist. Dadurch ist das Positionieren und Spannen der Werkstücke sowie das häufig erforderliche Reinigen der Maschine nur möglich, wenn der Maschinenarbeiter unter körperlicher Zwangshaltung in die Maschine hineinsteigt (Abbildung 7 links). In einem anderen Betrieb ist eine Maschine gekauft worden, bei der man den Arbeitstisch so niedrig angeordnet hat, dass nur in extrem gebeugter und damit das Rückgrat stark belastender Körperhaltung gearbeitet werden kann. Aus diesem Grund ist in einem anderen Unternehmen eine baugleiche Maschine auf einen eigens dafür gegossenen Betonsockel montiert worden.
Eine andere Maschine verfügt zwar über eine optisch ansprechende, aber unzureichend dichte Kapselung, so dass weggeschleuderte Späne und der verspritzte Kühlschmierstoff zum Problem werden (Bild 7 rechts). Um der Lage Herr zu werden, montierte der Maschinenarbeiter Alu-Bleche und -Profile an die Kapselung und stellte Behälter zum Auffangen der Kühlschmierstoffe auf. Undichte Kapselungen führen aber nicht nur zu Verunreinigungen, der Kontakt mit Kühlschmierstoffen ist gesundheitsgefährdend und kann zu Haut- und Atemwegserkrankungen, Allergien und sogar Krebs führen (vgl. Reinke 1992). Auch Stahlspäne, die bei der Präzisionsbearbeitung entstehen, müssen von der Kapselung zurückgehalten werden, da sie sehr klein, äußerst scharfkantig und spitz sind und Hautreizungen bzw. kleinste Schnittverletzungen verursachen können.

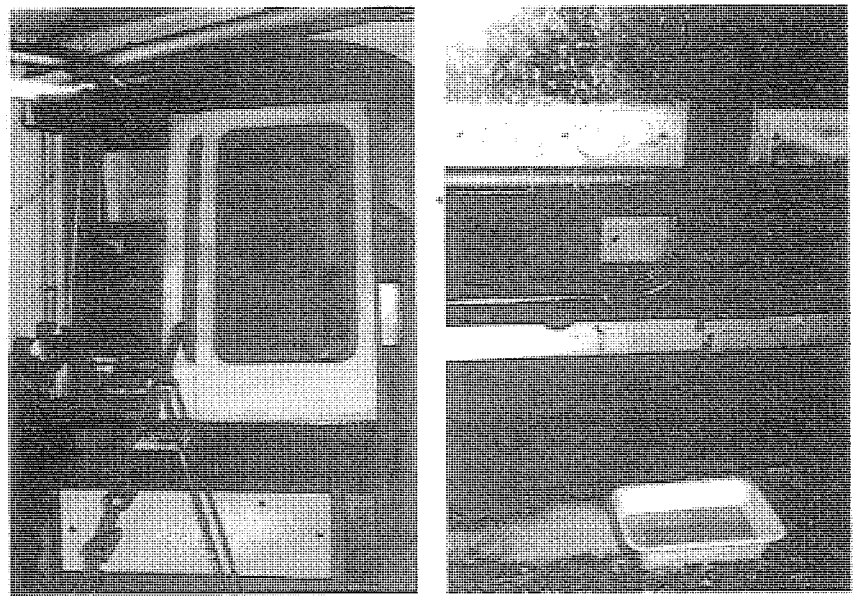


Bild 7: Beispiele unzureichender Gestaltung von HSC-Maschinen: Körperhaltung bei auszuführenden Tätigkeiten im Arbeitsraum (links); vom Maschinenarbeiter ergriffene Maßnahmen zur Verringerung der Arbeitsplatzverschmutzung durch Kühlschmierstoffe und Späne (rechts; Vollmer u.a. 1998, S. 166 und 169)

Bei den genannten Beispielen wurde bei der Beschaffung zu wenig auf die arbeitsbezogenen Anforderungen geachtet. Unzureichend gestaltete Maschinen wirken sich unmittelbar auf die Arbeitsbedingungen und die Arbeitsergebnisse in der HSC-Fertigung aus. Die Beteiligung der Betroffenen, die mit den Maschinen arbeiten müssen, kann zur Vermeidung solcher Planungsfehler beitragen und eröffnet ihnen zugleich Mitwirkungsmöglichkeiten bei der Gestaltung ihrer Arbeitsbedingungen. In einem Untersuchungsbetrieb musste eine von der Unternehmensleitung angeschaffte Maschine nach der Lieferung gegen ein anderes Modell des gleichen Herstellers umgetauscht werden, nachdem der zuvor nicht beteiligte Maschinenarbeiter zu Recht interveniert hatte, die Neuerwerbung sei für die vorgesehene Bearbeitung nicht optimal. Eine rechtzeitige Einbindung des Maschinenarbeiters in die Beschaffungsentscheidung hätte hingegen zur Vermeidung der entstandenen Zusatzkosten beigetragen (vgl. Grob 1990). Eine erfolgreiche Beteiligung setzt allerdings voraus, dass die Maschinenarbeiter Gestaltungsalternativen kennen und diese kritisch-konstruktiv im Hinblick auf das eigene Handeln und die fertigungsspezifischen Anforderungen bewerten können.

Aus- und Weiterbildung für die Arbeit mit der HSC-Technologie

Die Maschinenarbeiter in den untersuchten HSC-Fertigungen tragen ein großes Quantum Verantwortung für die Stabilität der Zerspanungsprozesse und die Qualität der Arbeitsergebnisse. Zu ihren Aufgaben gehört die Montage der Werkzeugsysteme, das Einrichten der Maschine, die Fertigungsüberwachung und in einigen Unternehmen auch die Programmierung. Dabei sind sie in größerem Umfang als in der herkömmlichen CNC-Fertigung mit Fragen der Sicherheit konfrontiert, da ein Fehler im Programm oder eine nachlässige Montage der Werkzeuge Schadensrisiken darstellen, die es in diesem Ausmaß bisher nicht gab. Da sich absolute Sicherheit auch in der HSC-Fertigung mit Technik allein nicht realisieren lässt (vgl. Würz/Huerkamp 1996, S. 456), sollten die Beschäftigten so umfassend qualifiziert sein, dass sie sich während der Ausführung sämtlicher Arbeitsschritte jeweils der Konsequenzen für die Sicherheit bewusst sind, sowohl für die eigene als auch für die anderer. Ein Programmierer in einer arbeitsteilig strukturierten Fertigung muss bspw. wissen, dass er mit dem von ihm erstellten Programm die Arbeitsbedingungen der Maschinenarbeiter mitgestaltet. Die dargestellten Defizite einzelner HSC-Maschinen machen zudem deutlich, dass eine Mitwirkung der Betroffenen an der Gestaltung ihrer Arbeitsplätze in ihrem eigenen, aber auch im Interesse der Unternehmen sinnvoll, wenn nicht gar notwendig ist.

Vor diesem Hintergrund sind Qualifizierungsmaßnahmen erforderlich, die ein Verständnis der Arbeitsprozesse in ihrer Gesamtheit vermitteln und die Gestaltbarkeit von Arbeit und Technik aufzeigen. Dies bedeutet für die Arbeit mit der HSC-Technologie:

- Die Maschinenarbeiter sollten selbstverständlich über ein umfangreiches arbeitsprozessbezogenes Fachwissen verfügen, um die prinzipiell bestehenden arbeitsorganisatorischen Gestaltungsspielräume zur Schaffung von anspruchsvollen Arbeitsplätzen ausschöpfen zu können, damit sie nicht – nach dem Motto: „Das geht nicht. Das können die gar nicht" – von vornherein von der Programmierung ausgeschlossen werden.
- Das Arbeitsprozesswissen hat die Sicherheitsdimensionen der einzelnen Teiltätigkeiten einzuschließen, damit diese den Beschäftigten in der HSC-Fertigung bewusst werden. Sie müssen die potentiellen Gefahren kennen und motiviert sein, sich sicherheitsgerecht zu verhalten (vgl. Martin/Vollmer 1998, S. 27 ff.), zumal HSC-Maschinen und -Werkzeuge ähnlich aussehen wie herkömmliche Arbeitsmittel, sich aber von diesen sowohl in technologischer Hinsicht als auch in Bezug auf die Arbeitssicherheit deutlich unterscheiden.

- Damit die Betroffenen zu Beteiligten werden und Einfluss auf die Gestaltung ihrer Arbeitsbedingungen nehmen und damit ihr körperliches und psychisches Wohlbefinden erhalten können, ist es erforderlich, dass sie Arbeit und Technik als gestaltbar erachten und nicht – wie häufig üblich – „zu Formen einer natürlichen Ordnung" verklären, die „als technologisch determiniert" (Fischer 1995, S. 139) und damit als nicht veränderbar angesehen wird.

Für das grundsätzliche Verstehen der Gestaltbarkeit von Arbeit und Technik hat gerade die Sozialisation während der Berufsausbildung eine wichtige Funktion. Zwar werden z.B. in den didaktischen Vorbemerkungen der aktuellen hessischen Rahmenlehrpläne im Berufsfeld Metalltechnik sowohl Arbeits- und Gesundheitsschutz als auch Ergonomie und Arbeitsgestaltung als übergreifende Lernziele betont, diese finden in den konkreten Lehrplanstrukturen und -inhalten jedoch nur eine geringe Entsprechung. Arbeit und Technik gelten dort als naturgesetzliche und abstrakte Größen und nicht im beruflichen Verwertungs- und arbeitsbezogenen Anwendungszusammenhang. „Inhalte, die sich auf die Organisation und Gestaltung von Arbeit und Technik beziehen, werden so in den Lehrplanvorgaben stark vernachlässigt bzw. kommen gar nicht vor" (Rauner/Petersen 1996, S. 44). Diese Lehrpläne können – wenn überhaupt – nur ein unzureichendes Verständnis komplexer Arbeitsprozesse und ihrer Gestaltbarkeit vermitteln. Wenn aber die Berufsschule künftige Facharbeiter „zur Mitgestaltung der Arbeitswelt und Gesellschaft in wirtschaftlicher, technischer, sozialer und ökologischer Verantwortung" befähigen soll, wie es bspw. im Hessischen Schulgesetz (HSchG, § 39, Abs. 1) heißt, darf sie sich nicht mehr nur allein auf didaktisch reduzierte Technikinhalte beschränken. Durch die Betonung der Zusammenhänge der HSC-Technologie, der Arbeitsorganisation und der Arbeitssicherheit als wichtige Aspekte der Arbeitsbedingungen und durch das Aufzeigen von Gestaltungsalternativen kann die Betroffenenperspektive schon im Lernprozess hervorgehoben werden.

Literatur

BOLD, J.: Werkstoffauswahl für Kapselungen – Test durch Beschussversuche. In: Handbuch HSC-Fräsen. Teilnehmerunterlage zum Seminar der VDI-Gesellschaft Produktionstechnik (ADB) am 16. und 17. November 1998 in Berlin. VDI-Bildungswerk. Düsseldorf 1998.

FISCHER, M.: Der Wandel rechnergestützter Facharbeit als Fragestellung arbeitspsychologischer und berufspädagogischer Forschung. In: DYBOWSKI, G./PÜTZ, H./RAUNER, F. (Hrsg.): Berufsbildung und Organisationsentwicklung. Perspektiven, Modelle, Forschungsfragen. Bremen 1995, S. 134-144.

GROB, R.: ERWIN – Erweiterte Wirtschaftlichkeits- und Nutzenrechnung. In: Angewandte Arbeitswissenschaft Nr.125/1990, S. 1-48.

Hessisches Schulgesetz vom 17. Juni 1992 (GVBl. I, S. 233), zuletzt geändert durch Gesetz vom 15. Mai 1997 (GVBl. I, S. 143, 204).

MAHR, R.: Prozessketten im Werkzeug- und Formenbau. Steigerung der Flexibilität und Betriebssicherheit durch Einführung maßgeschneiderter CAD-CAM-Prozessketten. In: Form + Werkzeug, Heft 6, 1998, S. 54-56.

MARTIN, H. (Hrsg.): CeA – Computergestützte erfahrungsgeleitete Arbeit. Berlin/Heidelberg/New York 1995.

MARTIN, H./VOLLMER, T.: HSC-Technologie und Arbeitsschutz. Potentiale und Risiken. In: VOLLMER, T. (Hrsg.): Innovation bei HSC-Technologie und Arbeitsschutz. Kassel: Institut für Arbeitswissenschaft 1998, S. 19-35.

NOTZON, W.: Maschinenzugang bei laufender Spindel Praxisbeispiel zur Verbesserung der Prozessbeherrschung. In: VOLLMER, T. (Hrsg.): Innovation bei HSC-Technologie und Arbeitsschutz. Kassel: Institut für Arbeitswissenschaft 1998, S. 61-70.

PETERSEN, W./RAUNER, F.: Evaluation und Weiterentwicklung der Rahmenlehrpläne des Landes Hessen. Berufsfelder Metall- und Elektrotechnik. Bremen: Institut Technik und Bildung der Universität Bremen 1996

REINKE, H.-U.: Unterrichtsbaustein Arbeitsschutz. In: lernen & lehren Heft 28, 1992, S. 78-94.

SCHULZ, H./HUERKAMP, W./BARTHELMÄ, F./ASCHENBACH, B.: Auswuchten des Systems Spindel-Spannzeug-Adapter-Werkzeug. Vortrag im Rahmen der 3. Schmalkaldener Werkzeugtagung am 18./19. November 1998. Unveröffentlichtes Vortragsmanuskript.

VOLLMER, T.: Menschengerechte Gestaltung der computergestützten erfahrungsgeleiteten Arbeit mit CNC-Werkzeugmaschinen – Eine Anforderung für die berufliche Bildung. In: JENEWEIN, K. (Hrsg.): Bildung und Beruf – Wege zur Entwicklung von Handlungskompetenz in der dualen Berufsbildung. Neusäß 1996, S. 132-145.

VOLLMER, T.: Hochgeschwindigkeitsbearbeitung – mehr als nur eine schnellere CNC-Technologie. In: lernen & lehren, Heft 13, 1998, S. 48.
VOLLMER, T./SCHAECKENBACH, T./RAITH, A.: HSC-Werkzeugmaschinen in der betrieblichen Praxis. Ergebnisse arbeitswissenschaftlicher Fallstudien. Kassel: Institut für Arbeitswissenschaft 1998.
VOLLMER, T.: Von der manuell gesteuerten Werkzeugmaschine bis zur Hochgeschwindigkeitsbearbeitung – Technologieentwicklung, Arbeitsgestaltung und Qualifizierung. In: BADER, R.; JENEWEIN, K. (Hrsg.): Didaktik der Technik zwischen Generalisierung und Spezialisierung. Frankfurt a.M. Erscheint im 2. Quartal 1999.
ULICH, E.: Arbeitspsychologie. Stuttgart/Zürich 1992.
WECK, M./SWOBODA, M.: Hohlschaftkegel HSK Wege zur sicheren Anwendung. In: Werkstatttechnik. 88. Jg., Heft 6, 1998, S. 282-284.
WÜRZ, T./HUERKAMP, W.: Verteilte Sicherheitsverantwortung bei Werkzeugmaschinen. In: Werkstatt und Betrieb. 129. Jg., Heft 6, 1996, S. 454-462.

Anmerkungen

1 Der Beitrag basiert im Wesentlichen auf Ergebnissen des interdisziplinären Forschungsverbundes „ARGUS – Arbeits- und Gesundheitsschutz bei der Hochgeschwindigkeitsbearbeitung", an dem vier ingenieur- und zwei arbeitswissenschaftliche Institute beteiligt sind und der vom Projektträger Arbeit, Umwelt, Gesundheit der Arbeitsgemeinschaft der Metall-Berufsgenossenschaften sowie verschiedenen Industrieunternehmen finanziert wird. Der Autor koordiniert den Forschungsverbund und leitet das ARGUS-Teilprojekt „Arbeitsgestaltung und Qualifizierung".

Matthias Becker

Arbeitsprozesswissen als Ausgangspunkt beruflichen Lernens

Arbeitsprozesse zum Gegenstand beruflichen Lernens in der Schule zu machen, das ist nicht unumstritten. Schließlich ist der Betrieb der Ort, an dem dieses Wissen täglich verwendet und benötigt wird. Und dort sorgt der duale Partner für die betriebliche Ausbildung und somit nicht nur für den Transfer des schulischen Wissens. Der Betrieb soll auch die Aneignung des Arbeitsprozesswissens ermöglichen. Dort verschlechtern sich jedoch die Bedingungen dafür zusehends. Die Arbeit im Betrieb wird stark nach den betrieblichen Bedürfnissen organisiert und zeitliche Ressourcen werden immer knapper. Dies führt zu einem starken Rückgang der Lernhaltigkeit der Arbeit und damit zum Verlust der Bildung von Erfahrungszusammenhängen. Dies ist einer der Gründe dafür, warum Arbeitsprozesse zum Strukturelement der Gestaltung von Lernprozessen gemacht werden sollten.
In der Industrie ist die zunehmende Komplexität von Produktions- und Fertigungsanlagen eine der Entwicklungen. Schon Kruse konstatierte die rückläufige Möglichkeit, sich über die Beteiligung an Arbeitsprozessen Zusammenhänge zu erschließen (Kruse 1986). Im Handwerk ist vor allem die zunehmende Komplexität der technischen Gegenstände und Werkzeuge sowie der stark gestiegene Wettbewerbsdruck zunächst einmal eine Barriere für die lernhaltige Gestaltung der Arbeit. Zudem ist als Antwort auf die gestiegene Komplexität der Technik eine Segmentierung der Arbeitsprozesse auszumachen. Diese Entwicklung tritt in der Praxis überall dort auf, wo der Technikkomplexität mit einer gewissen Ohnmacht entgegengetreten wird. Damit geht der Berufsausbildung im Handwerk eine ihrer großen Stärken, nämlich die ganzheitliche Bearbeitung von Arbeitsaufgaben, verloren.
Die zweite Entwicklung ist die mangelnde Verzahnung bezüglich der Lerninhalte bei der Gestaltung von Lernprozessen in den beiden Lernorten. Dabei erscheint besonders wichtig, dass in der Schule Gelerntes im Betrieb verwendbar sein soll, vor allem zur Gestaltung und Optimierung der eigenen Arbeit. Im Betrieb Gelerntes wiederum muss dazu beitragen, dass in der Schule Zusammenhänge sichtbar gemacht werden können. Weiterhin bieten sich die betrieblichen Erfahrungen dafür an, ein Verständnis für die dortigen Abläufe (technische und nicht technische) zu entwickeln, was zur Emanzipation

der Lerner beiträgt. Auch die Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Beruf wird eine Orientierung am Arbeitsprozesswissen erfordern. So banal und einfach das auch klingt: Dies wird nur gelingen, wenn mit äußerster Konsequenz Abstand davon gehalten wird, eine Verzahnung der Dualpartner so zu verstehen, dass die einen die „Fachpraxis" und die anderen die „Fachtheorie" vermitteln. Diese Haltung bezüglich der Aufteilung der Inhalte wird aber oft mit dem Hinweis auf den Bildungsauftrag der Schule und dem Ausbildungsauftrag des Betriebes von Ausbildern und Lehrern so vertreten, obwohl eine solche Zuordnung nirgendwo festgelgt ist. Auch die Neuordnung Ender der 80er Jahre und die momentane Lernfeld-Diskussion zeigen, dass manchmal statt einer Neuorientierung bei der Gestaltung von Lernprozessen eine Neudefinition der Begriffe stattfindet. Dies verhindert erforderliche Innovationen.

Der Bildungswert eines Lernens, das sich am Arbeitsprozess orientiert, ist leicht benannt. Jeder Arbeitsprozess ist ein Ausschnitt aus einer komplizierten Lebenswelt, in der sich die zukünftigen Facharbeiter zurecht finden – und die sie auch mitgestalten – sollen. Eine Befähigung hierzu ist ein hoher Bildungsanspruch; die Kompetenz zur Beherrschung und Gestaltung von Arbeitsprozessen ein hohes Bildungsgut.

Bevor an eine (methodische) Umsetzung von Arbeitsprozesswissen in Lernprozesse gedacht werden kann, muss dieses erst so erfasst werden, dass es in gestaltbare Lernsituationen transferiert werden kann. Die Diskussion um eine Verwirklichung einer an Arbeitsprozessen orientierten Bildung bleibt wertlos, solange sie aus einer Fachwissenschaft abgeleitet wird. Da hilft auch keine parallel verlaufende Diskussion um Schlüsselqualifikationen, denn diese können nicht „inhaltsfrei" erworben werden. Georg kommt zu dem Schluss, dass „die Vermittlung sogenannter Schlüsselqualifikationen wie etwa Improvisationsvermögen, Kooperationsfähigkeit oder Fähigkeit zu selbständigen Handeln ... immer nur in konkreten beruflichen Situationen und kaum noch in simulierten Lernsituationen erfolgen (kann)" (Georg 1996, S. 650). Zum Beispiel hat die Diagnosearbeit in der Kfz-Werkstatt mit zumeist rechnergestützten Diagnosewerkzeugen an einem ABS oder Motormanagement wenig mit der „Elektrotechnik", der „Informatik", „der Bremse" bzw. „dem Verbrennungsmotor" zu tun. Auch eine kontextfreie Lehre der Messtechnik, bei der das Lernen von Begriffen im Vordergrund steht ist meiner Ansicht nach kein Gewinn für die Bildung der Lernenden. Die Herausforderung ist nach meinem Verständnis die, die Arbeit mit und an den komplizierten Gegenständen nicht nur bedienbar, sondern auch erklärbar und verstehbar zu machen. Nur dann kann der Lerner als mündiger Partizipant der Arbeitswelt diese auch mitgestalten und sich neuen Innovationen aufgeschlossen gegenüberstellen.

Ohne die Berücksichtigung der (fach)inhaltlichen Dimensionen des Arbeitszusammenhanges sind diese Ziele nur schwer erreichbar. Es gilt also, diese

zunächst aufzudecken. Nun kann die Arbeit beobachtet und dabei jede einzelne Tätigkeit beschrieben und dokumentiert werden. Die Arbeitswissenschaften haben dafür umfangreiche Methodenrepertoires geschaffen (vgl. Schaper/Sonntag, 1998). Sie achten dabei behutsam darauf, nur „objektive" Kriterien zuzulassen und stoßen genau dabei an ihre Grenzen (vgl. Rauner 1998). Für die Gestaltung einer an der Arbeitswelt orientierten beruflicher Bildung stellt sich die Frage nach dem bei der Arbeit verwendeten Wissen, das nicht deduktiv aus einer „Fachtheorie" gewonnen werden kann und auch nicht durch eine rein objektive Beschreibung von Tätigkeiten erschlossen wird. Für eine Umsetzung in die Gestaltung von Lernprozessen muss dieses Wissen zunächst einmal gewonnen werden.

Eine Annäherung an das in der Praxis verwendete Arbeitsprozesswissen kann im Rahmen von Arbeitsprozessstudien erreicht werden, wobei eine gewinnbringende Auswertung dieser erst in Verbindung mit weiteren Instrumenten erfolgen kann.

Arbeitsprozesswissen im Arbeitsalltag am Beispiel des Kfz-Handwerks

Fall 1: Abgebrochener Stehbolzen am Abgaskrümmer – Wie aus einer einfachen Reparatur eine komplizierte Diagnosearbeit wird.

Es ist halb acht Uhr morgens. Der Kunde betritt die Auftragsannahme und beklagt sich beim Meister über Geräusche an seinem Fahrzeug. Es knattert beim Gasgeben, aber nicht immer. Der Meister begleitet den Kunden auf eine Probefahrt und lokalisiert den Auspuff als lärmendes Übel. Da der Kunde das Fahrzeug an diesem Tag nicht benötigt, wird der Auftrag geschrieben. Er lautet: „Abgasanlage instand setzen".

Um acht Uhr nimmt der Mechaniker diesen Arbeitsauftrag vom Tisch des Meisterbüros und fährt das Fahrzeug in die Werkstatthalle.

Die Notation des Auftrages „Abgasanlage instand setzen" veranlasst den Mitarbeiter, das Fahrzeug auf die Hebebühne zu fahren und bei laufendem Motor im aufgebockten Zustand mit einem Lappen das hintere Auspuffrohr zu verschließen. Von der Kundenbeanstandung „Es knattert beim Gasgeben, aber nicht immer" weiß der Mechaniker nichts. Die Kontrolle der Abgasanlage ergibt keinen Hinweis auf eine Undichtigkeit, die sich bei der oben beschriebenen Methode normalerweise durch ein Zischen an der entsprechenden Stelle bemerkbar macht. Der Mechaniker muss sich beim Meister zusätzliche Einzelheiten über den Arbeitsauftrag einholen. Mit der Zusatzinformation der genauen Kundenbeanstandung ausgestattet, begibt er sich erneut an die Arbeit. Mit einer Eisenstange bewegt er die Abgasanlage in seiner Aufhängung und den Motor zwischen der Motoraufhängung. Berück-

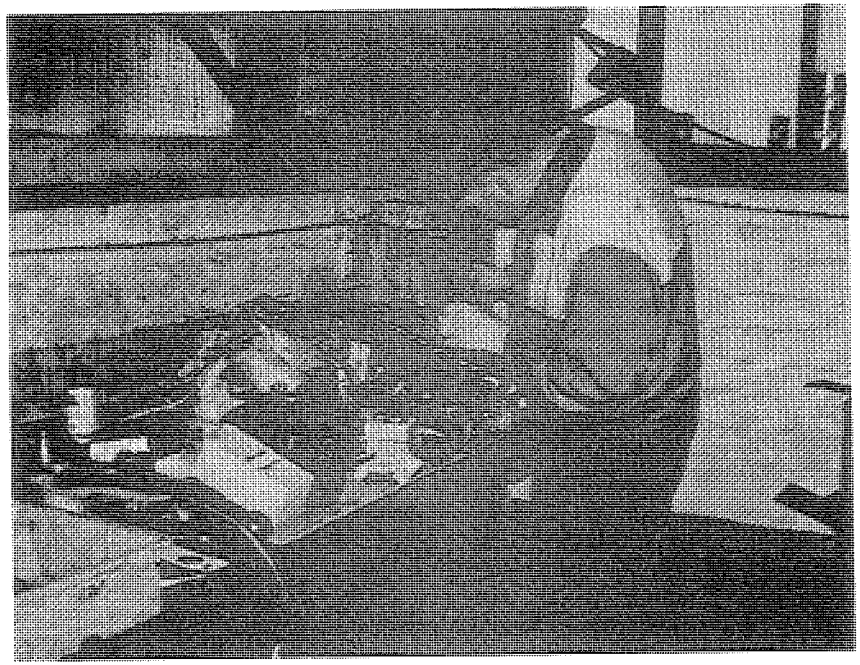


Bild 2: Zusammenbau des Zylinderkopfes unter den gegebenen Werkstattbedingungen

sichtigt wird dabei, wie sich der Motor aufgrund der auftretenden Momente beim Lastwechsel in seiner Aufhängung bewegt. Nur so stellt er fest, dass bei bestimmten Bewegungen ein Zischen am Abgaskrümmer feststellbar ist. Der Verdacht fällt auf eine undichte Abgaskrümmerdichtung. Bei der Demontage desselben kann die Ursache der Kundenbeanstandung festgestellt werden: Ein Stehbolzen der Krümmerbefestigung ist abgerissen. Nach dem Ausbau des Abgaskrümmers ist zu sehen, dass der Stehbolzen genau in der Flucht des Zylinderkopfes abgeschert ist. Daraufhin versucht der Mechaniker, den Stehbolzenrest mit einem Kreuzmeißel zu lockern und dabei in Ausdrehrichtung zu bewegen. Der Versuch misslingt. Als nächstes wird der abgebrochene Stumpf gerade gefeilt, angekörnt und mit Hilfe einer Winkelbohrmaschine wird ein Loch in den abgerissenen Stehbolzen gebohrt. Dort kann nun ein Ausdrehwerkzeug eingeschlagen werden, mit dessen Hilfe der Bolzen in Linksrichtung ausgedreht werden kann. Dabei reißt das Ausdrehwerkzeug ab. Der Mechaniker beschließt nun, dass der Zylinderkopf zur Behebung des Schadens ausgebaut werden muss.

Für den Ausbau sind keine Spezialwerkzeuge erforderlich. Werkstattunterlagen werden auch nicht zu Rate gezogen, um den Zylinderkopf abzubauen. Es wird allerdings darauf geachtet, dass der Motor im oberen Totpunkt des ersten Zylinders steht. Die Reihenfolge der Arbeitsschritte legt der Mechaniker nach der Zugänglichkeit der Einzelteile fest. Entsprechend seines Fachwissens werden nur bestimmte Reihenfolgen ausgeschlossen, wie etwa das Ablassen des Motoröls erst nach dem Abbau des Zylinderkopfes (dabei könnte es zur Vermischung des Öls mit Kühlwasser kommen).
Nach dem Ausbau des Zylinderkopfes wird festgestellt, dass das gehärtete Ausdrehwerkzeug und der abgebrochene Stehbolzen nur in einer Motoreninstandsetzung entfernt werden kann. Zudem wird eine Liste mit benötigten Teilen und Werkzeugen angefertigt. Dazu stellt sich der Mechaniker vor das Fahrzeug und plant gedanklich den Zusammenbau. Insbesondere stellt er fest, dass ein Drehmomentschlüssel für geringe Anzugsmomente beschafft werden muss (für den Anzug der Nockenwellen-Lagerböcke). Die Nockenwelle und die nicht abgerissenen Stehbolzen der Abgaskrümmerbefestigung werden demontiert, um ein Spannen des Zylinderkopfes in der Motoreninstandsetzung zur Entfernung des abgerissenen Stehbolzens zu ermöglichen. Am nächsten Tag sind die benötigten Ersatzteile und Werkzeuge beschafft und der Zylinderkopf ist aus der Motoreninstandsetzung eingetroffen. Der Mechaniker beginnt mit dem Zusammenbau (vgl. Abbildung 1).
Die Komplettierung des Zylinderkopfes, die Vorbereitung des Einbaus und der Einbau werden ohne jegliche Dokumentation durchgeführt. Dies ist im Kfz-Handwerk keine Ausnahme. Vielmehr ist es die Regel, dass vor allem erfahrene Mechaniker zum Teil auch komplizierte Arbeiten ohne Hinzunahme von Unterlagen bewältigen. Die Arbeiten erfolgen mit äußerster Konzentration. Der Mechaniker bedenkt bei vermeintlich einfach anzusehenden Arbeiten kompliziertesten Zusammenhänge. Zum Beispiel richtet er seinen Blick beim Einlegen der Nockenwelle in das Lagerbett auf alle Lagerflächen, die mit dem Finger zusätzlich abgetastet werden. Je nach Erfahrung wird jede Abweichung von der „Normalität" intuitiv bemerkt. Dies gilt auch für alle Bauteile, die im Umfeld der gerade durchgeführten Arbeiten liegen. Die Art der Behandlung jedes einzelnen Teiles richtet sich nach der Relevanz, die das Teil im Zusammenwirken des funktionalen Systems hat. Dabei wird Faktenwissen situativ in das Erfahrungswissen eingebettet. Zum Beispiel hat jede anzuziehende Schraube des Zylinderkopfes ein vom Hersteller vorgegebenes Drehmoment. Der Mechaniker benutzt aber nur in den Fällen den Drehmomentschlüssel, in denen dieser unentbehrlich ist, z.B. beim Anzug der Lagerböcke der Nockenwelle. Es ist sogar eher so, dass die Herstellerangaben durch den Experten in der Werkstatt bewertet werden. Oft sind die ingenieurmäßigen Vorgaben (beim Schraubenanzug nach dem Vorspanndiagramm ermittelt) nämlich nicht praxisgerecht. Drehmomentangaben gelten ohnehin nur für bestimmte Reibwertpaarungen, die vom Verschmutzungsgrad und

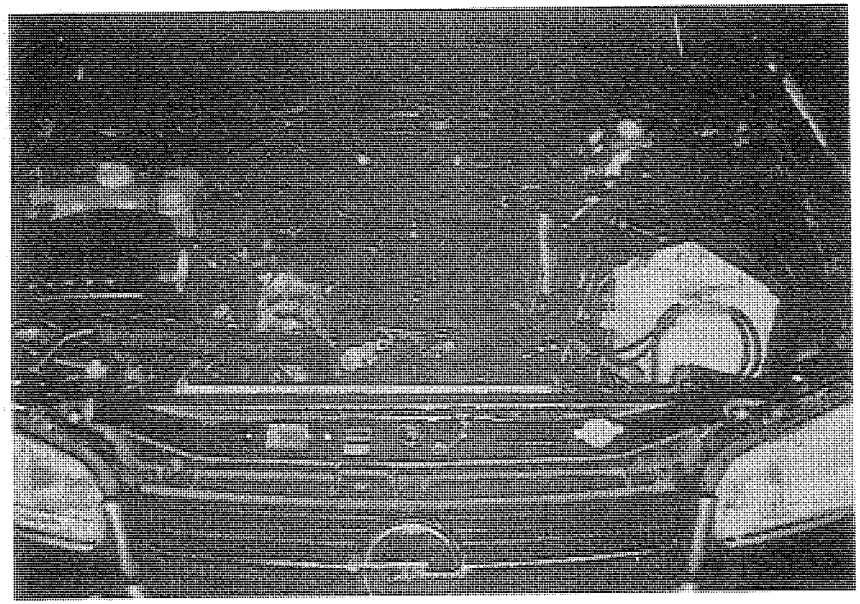


Abb. 3: Einbauverhältnisse für den Einbau des Zylinderkopfes

dem Zustand der Gewinde (geölt, gefettet, trocken, beschädigt etc.) abhängen. Die einzige Herstellerangabe, die der Mechaniker beim Zusammenbau des Zylinderkopfes verwendet, ist das Anzugsmoment der Nockenwellenlagerböcke. Nach dem Montieren des Zylinderkopfes wird dieser in das Fahrzeug eingebaut. Die Platzverhältnisse (vgl. Abbildung 2) erzwingen dabei geradezu ein von den Herstellerangaben abweichendes Vorgehen. Überlegungen der Art, wie weit welcher Schlauch oder welche Abdeckung wohin gebogen werden kann oder muss, ohne dass diese Teile Schaden nehmen wird situativ unter Einbeziehung von Faktenwissen (Wissen um Werkstoffeigenschaften, Werkzeuge, Rolle in der Gesamtfunktion des Kfz) entschieden. Diesbezügliche Fehlentscheidungen können weitreichende Folgen haben. Der Mechaniker bezieht deshalb gedanklich die Erfordernisse des gesamten Montagevorgangs mit ein.

Beim Zusammenbau wird der Zahnriemen und die Spannrolle aus Kunststoff gleich mit erneuert. Diese Entscheidung trifft der Mechaniker deshalb, weil bei diesem Fahrzeug solche Teile als anfällig gelten und oft für kapitale Motorschäden verantwortlich sind. Nach dem das Fahrzeug startbereit ist, wird die Verlegung der Schläuche und Verkabelung im Motorraum noch einmal kontrolliert.

Anschließend wird der Motor gestartet. Dieser läuft in den nächsten 10 bis 15 Minuten sehr unruhig und mit klappernden Ventilen. Zudem leuchtet die Motormanagement-Kontrollleuchte. Der Mechaniker schaltet den Motor jedoch nicht ab; er lässt ihn rund 15 Minuten laufen, da er weiß, dass es so lange dauern kann, bis sich die hydraulischen Ventilbetätigungen mit blasenfreiem Öl gefüllt haben. Das Klappern der Ventile lässt nach einiger Zeit nach, der Motor läuft aber immer noch sehr unrund und die Kontrollleuchte erlischt nicht. Das Auslesen des Fehlerspeichers mit Hilfe eines Diagnosegerätes wird nötig. Der Fehler lautet: „unplausibles Signal Nockenwellensensor". Alle Kabelverbindungen im Motorraum, die beim Zylinderkopfausbau getrennt oder berührt wurden, werden daraufhin kontrolliert. Weil keine Schäden festgestellt werden können, demontiert der Experte die Abdeckungen, um den Sensor frei zu legen. Da er keine Unterlagen für die Funktionsprüfung des Nockenwellensensors zur Verfügung hat und keine äußeren Beschädigungen festzustellen sind, beschließt der Mechaniker den Sensor auszutauschen. In diesem Fall führt dieser „Trial and Error"-Versuch zum Ziel, und der Fehler ist nicht behoben.

Die hier gemachte Fallbeschreibung stellt dar, weshalb die Arbeiten in einer bestimmten Reihenfolge durchgeführt werden. Die Ausführungen zeigen, dass Facharbeiter keinem „Handlungsalgorhythmus" folgen können, der Handlung antizipativ steuert und damit die Bewusstseinspflicht zurücknimmt. Sie zeigen auch, dass eine reine Tätigkeitsbeschreibung der Arbeit nicht wiedergibt, welche Wissenselemente im Zusammenhang mit getroffenen Entscheidungen im Arbeitsprozess stehen. Vielmehr wird deutlich, dass sich die Arbeitsplanung situativ unter Berücksichtigung der im Betrieb vorfindlichen Bedingungen (Kreuzmeißel vorhanden, Stehbolzenausdreher vorhanden, Winkelbohrmaschine vorhanden etc.) sowie des Fakten- und Erfahrungswissens des Mechanikers ergibt (z.B. Beim Gasgeben bewegt sich der Motor in seiner Aufhängung so und so; den Kreuzmeißel setze ich so und so an; den Hammer führe ich so und so, um den Leichtmetall-Zylinderkopf nicht zu beschädigen). Die Erläuterungen machen auch deutlich, dass die in der Arbeitspsychologie verwendeten Verfahren zur Bewertung von Qualifikationsanforderungen nicht aureichend sind, die Inhaltsbezüge zu ermitteln, welche das Arbeitsprozesswissen letztendlich ausmachen. Als Instrument setzen die Arbeitswissenschaftler Methoden wie z.B. das Tätigkeits-Bewertungssystem (TBS) ein (vgl. Hacker u.a. 1995), das in der Lage sein soll, „nicht nur festzustellen, welche Kenntnisse und Fertigkeiten als Arbeitsanforderungen abverlangt werden, sondern die Grenzen zu erfassen, welche die Arbeitsaufgabe der qualifikationsbezogenen Persönlichkeitsentwicklung ... setzt" (Pack/Buck 1998, S. 196). Dazu wird die Arbeit als Arbeitssystem in Kategorien unterteilt, entsprechend bestimmter Mindestanforderungen bewertet und zu fünf Ergebnisdimensionen zusammengefasst. Diese Dimensionen sind

1. die Ganzheitlichkeit der Tätigkeit,
2. die Kooperations- und Kommunikationsanforderungen,
3. die Verantwortung für das Arbeitsergebnis,
4. die Denk- und Problemlösungsprozesse,
5. die Lernanreize und -erfordernisse.

Die Mindestanforderung, definiert durch das Qualifikationsprofil eines durchschnittlichen Facharbeiters, wird dann zu 100% gesetzt und die bei der Arbeitssystemanalyse ermittelten Werte werden in Bezug zur Mindestanforderung gesetzt. Werte unter 100 % kennzeichnen damit Unterforderung, Werte über 100 % Überforderung. Das Verfahren scheint dazu geeignet, den generellen Charakter der Arbeit zu analysieren (kategoriale Anforderungsprofile). Es eignet sich aber nicht dazu, die Inhalte und konkreten Kenntnisse und Fertigkeiten zu erkennen, die dem Facharbeiter abverlangt werden. Auch verhaltensorientierte Ansätze wie die hierarchische Aufgabenanalyse (vgl. Schaper/Sonntag 1998, S.133) können nur Hinweise auf benötigte Kenntnisse und Fertigkeiten geben, die sich in eine Hierarchie von Unteraufgaben zerlegen lassen, was vor allem im Handwerk selten der Fall ist. Dies zeigen auch die hier dargestellten Fälle.

Fall 2: „Beim Bremsen geht die Lüftung an und das Auto (AUDI A4 Automatik) schaltet nicht mehr in den höchsten Gang"

Die obige Kundenbeanstandung ist typisch für die im Kfz-Handwerk auftretenden Standardfehler, die nicht durch integrierte Diagnosen oder durch die Abarbeitung standardisierter Diagnose-Prüfpläne zu finden sind. Der Mechaniker fand den Fehler, indem er den Schaltplan des Fahrzeuges zu Hilfe nahm und gedanklich mit den Signalen „spielte", die zwischen dem Steuergerät für das Automatikgetriebe und der Verkabelung der Lüftungs- sowie der Bremsanlage vorhanden sein konnten. Der Fehler lag in einer unterbrochenen Masseverbindung in einem Karosseriebereich (A-Säule), der mit der direkten Verkabelung der betroffenen Bauteile nichts zu tun hat.

Fall 3: „Die Beleuchtung des Radios und des Instrumentenbretts flackert wie eine Lichtorgel" (aus Becker/Isermann 1997)

In einer BMW-Vertragswerkstatt bekam einer der Mechaniker die oben stehende Fehlerbeschreibung zur Bearbeitung. Das Display des Fahrzeugs ist in einem Bussystem (Instrumentenbus) verschaltet und über ein Steuergerät diagnosefähig, d.h. über einen Diagnosebus können Fehlerinformationen über das Display abgefragt werden. Der Mechaniker versuchte mit dem Diagnosetester DIS mit Hilfe regelbasierter Diagnosen (Testmodule) die Fehlerursache zu finden. Keine Regel und kein explizites Wissen ermöglichte ihm zunächst ein zielgerichtetes Handeln, da kein Ansatzpunkt für die Verwendung von Regeln gegeben war. Ebenso standen keine Erfahrungen mit solchen Fehlersymptomen zur Verfügung. Der Facharbeiter berichtet:

„Wir haben neulich einen Fall gehabt, da hat der DIS das Lichtmodul als Fehler angezeigt. Da ist folgendes passiert, da ist der Kunde gekommen und sagt: ‚Mein Radio flackert und auch das Kombi-Instrument. Wie eine Lichtorgel'. Jetzt sagt der DIS: ‚Lichtmodul prüfen'. Da kann man ja einmal nach Expertenmode gehen und einmal nach Fehlersuche. Erstmal hat er diesen Fehler gar nicht drin. Dann geht man unten weiter und dann steht da „Keines der Testmodule zutreffend". Dann geht man da weiter. Dann bearbeitet er die Testmodule und dann sagt er irgendwann ‚Lichtmodul erneuern'. Dann erneuern sie das ... Was ist? Dasselbe! War schon mal nichts. Dann denken sie: Ja, ich weiß ja Bescheid ... gehen in den Expertenmode und sie kommen wieder nicht weiter. Dann kommen sie auch im Expertenmode zu dem Ergebnis: „Kein Fehler gespeichert. Lichtmodul defekt!" Nun wissen sie ja schon, dass es das Lichtmodul nicht ist. Was nun? Wer hat noch eine Idee? Dann gehen sie bei ... Schaltplan ausdrucken. Gucken: Was passiert da? Wird angesteuert. Wird geschaltet. Und dann ist folgendes gewesen: Da ist ein Kabelbrand gewesen in dem Auto, und zwar in dem Bereich Zigarettenanzünder. Da hat das Lichtmodul gesagt: Ich schalte an und ich schalte wieder ab. Zyklisch. Weil, das ist selbstdenkend, d.h. da ist ein Leistungsschalter drin, und die schalten immer ab, weil ein Kurzschluss vorliegt. Nachher ist das logisch; aber wenn das keiner weiß.... Also kann der Tester letztendlich auch nicht helfen, bei so einem Problem. Da müssen sie hingehen, überlegen – messen – was kann da sein?
Es kann z.B. genauso gut sein, dass das ein I-Bus Fehler ist und mir stört die Eject-Box rein; und das IKE[1] sagt, ich schalte immer ab – ich bin überlastet ... Störfelder und so."

Der Kurzschluss, verursacht durch eine durch ein Kabel gedrehte Schraube, konnte gefunden werden, indem die Zusammenhänge zwischen den Komponenten durch den Mechaniker analysiert wurden. Die Analyse erfolgte nicht, indem systematisch Regeln abgearbeitet wurden. Der Schaltplan ermöglichte den Blick auf das System, wobei versucht wurde, alle Systemfunktionen zu überblicken. Es erfolgte eine Fokussierung auf die Analyse von Signal- und Informationsaustausch zwischen Lichtmodul, Absicherungssystem (Leistungsschalter) und Kombi-Instrument. Die Lösung erbrachte die intuitive Filterung zwischen brauchbaren und unbrauchbaren Mitteln zur Identifizierung der Fehlerursache (Was wird wie angesteuert? Was wird wie geschaltet?).

Der methodische Zugang zum Arbeitsprozesswissen: Arbeitsbeobachtung und halbstrukturiertes Fachinterview / Expertenbefragung

Im vorhergehenden Abschnitt sind bereits einige Bemerkungen zu den Methoden zur Identifizierung von Arbeitsprozesswissen gemacht worden. Zurecht wird man sich fragen, wie die Erhebung von Arbeitsprozesswissen systematisiert werden kann. Eine Teilantwort hierauf: „Die Methode" für diesen

Zweck gibt es noch nicht. Einige methodische Grundsätze können jedoch festgehalten werden:
Für den methodischen Zugang ist vor allem die Forscherperspektive bei der berufswissenschaftlichen Forschung hervorzuheben. Rauner hat in diesem Zusammenhang die Problematik des Erkenntnisinteresses der berufswissenschaftlichen Forschung aufgegriffen und diskutiert (Rauner 1998). Er begründet die Notwendigkeit des sinnverstehenden und interpretativen Zugangs zur Arbeitswirklichkeit und der gleichzeitigen Notwendigkeit der distanzierten, reflektierten Perspektive, um die gemachten Erkenntnisse sichern zu können. Zur Identifizierung von Arbeitsprozesswissen können die folgenden methodischen Instrumente hilfreich sein:

- Die Arbeitsbeobachtung (vgl. hierzu auch Becker/Isermann 1997): Um Arbeitsaufgaben zu identifizieren muss die Arbeit beobachtet werden. Bei dieser Beobachtung muss es sich um eine Beobachtung der Facharbeit handeln, bei der die beobachteten Handlungen zu interpretieren sind. Die Facharbeit ist zwar objektiv beobachtbar und beschreibbar. Es handelt sich bei diesbezüglichen Ansätzen jedoch um deskriptive Kategorien. Die konkreten, fachinhaltlichen Absichten und Ursachen der Handlung sind aber von maßgeblichem Interesse für die berufswissenschaftliche Lernforschung. Die Interpretation der Beobachtung ist hierfür unerläßlich. Sie betrifft die Intentionen des Handelnden und ist somit grundsätzlich nur in interpretativen Kategorien beschreibbar (vgl. auch Roth 1978, S. 81). Um Fehlinterpretationen bei der Arbeitsbeobachtung zu vermeiden, sind zwei Dinge erforderlich:
  1. Der Forscher muss die Perspektive des Facharbeiters einnehmen können. Dazu muss er ein Mindestmaß an Verständnis für dessen Arbeit haben. Dieses Verständnis schließt ein Mindestmaß an beruflichem Wissen ein, welches im Rahmen von Facharbeit verwendet wird.
  2. Der Forscher benötigt das Vertrauen des Facharbeiters, damit dieser im Fachinterview dazu beitragen kann, die Erkenntnisse zum Arbeitsprozesswissen zu objektivieren.
- Das Fachinterview: Die Interpretationen des Forschers werden direkt im Arbeitsvollzug des Facharbeiters ausgesprochen. Das gibt dem Facharbeiter die Möglichkeit, bei der Objektivierung der Interpretationen mitzuwirken. Suggestivfragen veranlassen ihn, fachliche Aspekte richtig zu stellen oder zu bestätigen und dabei genau die im Moment der Arbeitshandlung verwendeten Elemente des Arbeitsprozesswissens preiszugeben, sofern sie verbalisierbar sind. Fachinterviews können kaum vorstrukturiert werden. Bei eingegrenzten Fragestellungen und zur Vorbereitung von Facharbeiter-Experten-Workshops können Fragen vorbereitet werden, die dabei helfen, das Ziel nicht aus den Augen zu verlieren. Eine Grundvoraussetzung zum Führen eines Fachinterviews ist ein ausgeprägtes berufliches Wissen des Forschers.

Es ist klar, dass Arbeitsbeobachtung und Fachinterview in direkter Wechselbeziehung zueinander stehen und parallel verwendet werden.

- Facharbeiter-Experten-Workshop (FEW) (vgl. Rauner u.a. 1999; Spöttl 1999): Um berufliche Arbeitsaufgaben benennen und letztendlich in Berufsbildungspläne einfließen lassen zu können, ist eine Systematisierung von Erkenntnissen notwendig. Hierzu können FEW's durchgeführt werden, mit deren Hilfe die Relevanz und der Komplexitätsgrad der beruflichen Aufgaben erhoben, festgehalten und bezüglich ihrer Anordnung in einem entwicklungslogisch strukturierten Curriculum (vgl. Rauner/Spöttl/Heise 1997; Rauner 1999) eingeordnet werden können. Dabei spielen die Facharbeiter die wichtigste Rolle. Vor dem Hintergrund ihrer beruflichen Kompetenzen und intimen Kenntnis der beruflichen Arbeit wirken sie bei der Systematisierung von Arbeitsprozesswissen mit. Anders als bei den Methoden der Arbeitswissenschaften wird eine Objektivierung der Erkenntnisse durch die direkte Beteiligung der Facharbeiter inklusive ihrer Einschätzungen und Erfahrungen erreicht. Formal betrachtet weist die in den Arbeitswissenschaften entwickelte Stelleninhaberbefragung im Rahmen des ‚Leitfadens zur qualitativen Personalplanung bei technisch-organisatorischen Innovationen' (vgl. Sonntag u.a. 1999) eine gewisse strukturelle Ähnlichkeit auf. Eventuell kann es hier zu einer gegenseitigen Befruchtung bzw. Weiterentwicklung der berufswissenschaftlichen Ansätze kommen.

Anknüpfungspunkte für die berufliche Bildung

Diagnosewissen ist die Kernkompetenz von Mechanikern

Vor allem im Handwerk wird die Technik immer komplexer, an der Facharbeit geleistet wird. Fehler müssen gesucht, Problemlösungen müssen erarbeitet, technische Realisationsmöglichkeiten müssen gegeneinander abgewägt und Kunden müssen im Umgang mit der komplexen Technik beraten werden. Als Kern derjenigen Kenntnisse und Fertigkeiten, die hierfür erforderlich sind, kristallisiert sich immer mehr die Diagnosekompetenz der Facharbeiter heraus. Ob eine Waschmaschine heutzutage ihren Geist aufgibt, ein Auto Zündaussetzer hat oder die Heizung in den Störbetrieb geht: Mit Hilfe von Diagnosewerkzeugen muss der Facharbeiter zu Entscheidungen kommen, sei es, um den Kunden zu beraten, ob sich die Reparatur noch lohnt, sei es, um die Ursache für die Zündaussetzer zu finden oder sei es, um den Störbetrieb abzustellen oder zu entscheiden, mit welchen Mitteln die Heizung übergangsweise weiterbetrieben werden kann. Die technischen Systeme sind immer häufiger mit integrierten Diagnosesystemen ausgestattet. Diesen können über Schnittstellen Fehlercodes entlockt werden, die Hinweise auf Fehlerursachen geben. Der Umgang mit diesen Systemen und das Einbin-

den von „Technikentscheidungen" (z.B. der Fehlercodes, die es Nahe legen, das Teil auszuwechseln, dessen Fehlercode durch die integrierte Diagnose ermittelt worden ist) muss in einem reflektierten Kontext mit den Arbeitshandlungen stehen. Das belegen die oben beschriebenen Fälle. Im Rahmen des Arbeitsprozesses bedarf es des Arbeitsprozesswissens, um technische Fehlentscheidungen durch einen kompetenten Umgang des Facharbeiters mit den modernen Diagnoseinstrumenten zu verhindern. Ein solcher Bedarf wird dann verstärkt, wenn Expertensysteme nicht als unterstützende oder gar tutorielle sondern als entscheidungstreffende Systeme Verwendung finden.

Praktische Probleme sind Motivationspotentiale

Die praktischen Probleme, die in der Arbeitswelt jeden Tag auftreten und gelöst werden müssen, bieten ein nicht überschätzbares Motivationspotential für die Schüler. Dies ist nicht für jede Arbeit und damit nicht für jeden Arbeitsprozess so. Es gilt, zu verhindern, dass der Anpassungsgedanke bei der Qualifizierung im Vordergrund steht. Dies ist beispielsweise bei tayloristisch organisierten Arbeitsabläufen der Fall. Neirynck stellt in seinem faszinierenden Buch „Der göttliche Ingenieur" fest, dass Wissenschaftlichkeit eine Ursache für Demotivation sein kann: „Zuerst muss die Voraussetzung, jede Arbeit sei ausschließlich eine Bürde, in Frage gestellt werden. Tatsächlich ist dies nur in den Werkstätten der Fall, die nach der Taylorschen Methode organisiert sind. Weder der Landwirt noch der Handwerker, Forscher, Lehrer, höhere Angestellte oder Künstler empfinden ihre Arbeit auf diese Weise. Sie sparen mit ihren Arbeitsstunden nicht und ziehen oft eine tiefe Befriedigung aus ihrer Tätigkeit, die sie fasziniert. Das, was die Arbeit unerträglich macht, ist eben gerade ihre ‚wissenschaftliche' Organisation, die den Menschen auf einen austauschbaren Automaten reduziert" (Neirynck 1998, S. 319). Die durch Wissenschaft konstituierte vorgegebene Problemlösung ist für das Lernen und die Kompetenzentwicklung von Facharbeitern kontraproduktiv. Das reine Bedienen von Werkzeugen, das Abarbeiten systematisierter Diagnoseabläufe etc. hat daher keine Vorteile gegenüber fachsystematischen Anknüpfungspunkten bei der Gestaltung von Lernprozessen. Demgegenüber sind Arbeitsprozesse, in denen praktische Probleme gelöst werden, didaktisch überaus wertvoll. Es muss allerdings sichergestellt werden, dass bei der Lösung von praktischen Problemen Einsichten gewonnen werden und Verständnis für den Arbeitsprozess entsteht. Dort, wo Reflexion im Problemlöseprozess nicht erreicht werden kann, ist der Ansatz des arbeitsprozessbezogenen Lernens nicht geeignet.

Aus Arbeitsaufgaben Lernaufgaben machen – eine schwere Aufgabe

Die Schwierigkeit bei der Umsetzung von Arbeitsprozesswissen in die Gestaltung von Lernaufgaben besteht darin, dabei das Wissen nicht wieder in

isolierte Wissenselemente zerfallen zu lassen. Arbeitsprozesswissen kann nur dann zu einem tragenden Element von Lernaufgaben werden, wenn bei der Ausgestaltung dieser nicht wieder isolierte Handlungen im Mittelpunkt stehen. Die Gefahr einer solchen Ausgestaltung liegt nahe. Eine nicht wünschenswerte Konsequenz wäre, wenn die Bezüge innerhalb und zwischen den einzelnen Aufgaben mit Hilfe von fachsystematischen Wissenselementen hergestellt würden. Folge davon könnte wieder eine Abgrenzung von Themen sein, wobei die zu Beginn dieses Artikels angesprochene Neuorientierung wieder einer Neudefinition weichen würde.

Bei der Gestaltung von Lernaufgaben sind Fälle aus der betrieblichen Praxis zu nutzen. Um diese zu bearbeiten, ist in jedem Falle Arbeitsprozesswissen nötig. Es bedarf allerdings einer sorgfältigen Ausgestaltung der Lernaufgaben, damit die motivationalen Vorteile zum Tragen kommen und die notwendigen Kernkompetenzen auch wirklich entwickelt werden.

Literatur

BECKER, M./ISERMANN, K.: Arbeiten und Lernen mit rechnergestützten Diagnosesystemen im Kfz-Handwerk. Examensarbeit an der Universität Bremen. Bremen 1997.

GEORG, W.: Lernen im Prozess der Arbeit. In: DEDERING, H. (Hrsg): Handbuch zur arbeitsorientierten Bildung. München/Wien 1996, S. 637-659.

HACKER, W./FRITSCHE, B./RICHTER, P./IWANOVA, A.: Tätigkeits-Bewertungssystem (TBS). Verfahren zur Analyse, Bewertung und Gestaltung von Arbeitstätigkeiten. Zürich/Stuttgart 1995.

KRUSE, W.: Bemerkungen zur Rolle von Forschung bei der Entwicklung und Technikgestaltung. In: Perspektiven technischer Bildung. Materialband zu einem Workshop gemeinsam mit dem Forschungsschwerpunkt „Arbeit und Bildung" in Fischerhude vom 18.-19.4.1986. Universität Bremen 1986, ohne Seitenzahlen.

NEIRYNCK, J.: Der göttliche Ingenieur. Die Evolution der Technik. Renningen-Malmsheim 1998, 3. Auflage.

PACK, J./BUCK, H.: Analyse, Bewertung und qualifikationsförderliche Gestaltung von Arbeitssystemen in der Produktion. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaften 52. Jg., Heft 3, 1998, S. 194-200.

RAUNER, F.: Zur methodischen Einordnung berufswissenschaftlicher Arbeitsstudien. In: PAHL, J.-P./RAUNER, F.: Betrifft: Berufsfeldwissenschaften: Beiträge zur Forschung und Lehre in den gewerblich-technischen Fachrichtungen. Bremen 1998.

RAUNER, F.: Zum entwicklungslogischen Verlauf beruflicher Kompetenzentwicklung untersucht am Beispiel von Elektro- und Metallberufen. In:

Mensch-Maschine-Interaktion. Kurzfassungen der Tagungsbeiträge. 11. HGTB-Fachtagung. Rostock 1999, S. 57 f.
RAUNER, F./BREMER, R./HEISE, W./RÖBEN, P.: Facharbeiter-Experten-Workshops als methodischer Beitrag zur Analyse beruflicher Arbeitsaufgaben. In: Mensch-Maschine-Interaktion. Kurzfassungen der Tagungsbeiträge. 11. HGTB-Fachtagung. Rostock 1999, S. 51 f.
RAUNER, F./SPÖTTL, G./HEISE, W: Qualifizierung eines „KFZ-Mechanikers" in der beruflichen Erstausbildung nach einem arbeitsprozessorientierten Konzept. LEONARDO Zwischenbericht, Bremen/Flensburg 1997.
ROTH, L. (Hrsg.): Methoden erziehungswissenschaftlicher Forschung. Stuttgart/Berlin/Köln/Mainz 1978
SCHAPER, N./SONNTAG, K.-H.: Aufgabenanalysen und arbeitsplatzbezogene Lernprozesse. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaften 52. Jg., Heft 3, 1998, S.132-143.
SONNTAG, K.-H./SCHAPER, N./BENZ, D.: Leitfaden zur qualitativen Personalplanung bei technisch-organisatorischen Innovationen (LPI). In: DUNCKEL, H. (Hrsg.): Handbuch psychologischer Arbeitsanalyseverfahren. Zürich 1999, S. 285-317.
SPÖTTL, G.: Der Arbeitsprozess als Untersuchungsgegenstand berufswissenschaftlicher Qualifikationsforschung. In: Rauner, F./Pahl, J.-G./Spöttl, G. (Hrsg): Berufliches Arbeitsprozesswissen. Berlin 1999.

Anmerkung

1 Instrumenten-Kombination Elektronik (gemeint ist immer das Modul/Steuergerät)

Uwe Konradt

Diagnostische Expertise an automatisierten Fertigungseinrichtungen

Die Untersuchung diagnostisches Problemlösens hat eine lang zurückliegende und fachlich breite Tradition. Bereits Anfang der zwanziger Jahre wurden Störungsbewältigungsformen von Arbeitern an Textilmaschinen untersucht, um Aussagen über die kognitiven Leistungen und erforderlichen Leistungsvoraussetzungen zu erhalten (vgl. Schaper/Sonntag 1997). Im Zuge der Einführung rechnergestützter Automatisierungstechniken erlangten Diagnosekompetenzen für die Sicherung und Steigerung der Verfügbarkeit komplexer automatisierter Fertigungsanlagen eine zusätzliche Bedeutung, da im Störungsfall kostenintensive diagnose- und reparaturbedingte Ausfallzeiten minimiert und die Produktionsausfallkosten gesenkt werden müssen. Dabei erkannte man gleichzeitig, dass neben technischen Verbesserungen neue Konzepte der Instandhaltungsorganisation zu diesem Ziel beitragen können (Konradt 1995). Ein solches Konzept stellt beispielsweise die Reintegration von Instandhaltungsaufgaben in teilautonomen Fertigungsgruppen dar; es sieht vor, dass qualifizierte Mitarbeiter Aufgaben der indirekten Bereiche mit erledigen. Ausgehend von diesem Ansatz, wurden einerseits Trainingsmaßnahmen zur Entwicklung einer dezentralen Störungsdiagnosekompetenz geschaffen und erprobt (Bergmann/Wiedemann/Zehrt 1997). Andererseits wurden Entscheidungshilfe- und Informationssysteme entwickelt, die an die Wissensvoraussetzungen und die Wissensorganisation des Werkstattpersonals angepasst sind (Konradt et al. 1996). Um Hinweise über Lerninhalte, -ziele und Anordnung der Lerninhalte zu ermitteln, ging es darum, das diagnostische Problemlösen von Instandhaltern zu untersuchen. Im Zentrum der Studie stand die Frage, welche Planungs- und Vorbereitungsschritte Instandhalter bei der Störungsdiagnose vornehmen.
Für die Untersuchung von Handlungsstrategien bei der Störungsdiagnose an Werkzeugmaschinen wird zunächst ein Modell benötigt, das die kognitiven Prozesse in konkreten Arbeitsvollzügen beschreibt und daraus Operationalisierungen ableitet. Handlungstheoretische Modelle genügen diesen Anforderungen. Sie verbinden kognitive Repräsentations- und motorische Exekutionsfunktionen miteinander und erlauben, anhand konkreter Arbeitstätigkeiten auf die zugrundeliegende psychische Regulationsstruktur zurückzuschließen.

Die psychische Struktur zielgerichteter Handlungen

Ein Modell, mit dem die psychische Regulationsstruktur zielgerichteter Handlungen beschrieben und erklärt werden kann, stellt die Handlungsregulationstheorie dar (Hacker 1986; Volpert 1987). Sie betrachtet in besonderer Weise Arbeitstätigkeiten, also sich verändernde Handlungen. Eine Arbeit ist demnach eine bewußte, zielgerichtete Tätigkeit, die auf ein vorweggenommenes Resultat – das Produkt – gerichtet ist, das vor dem Handelnden ideell existiert. Ziele werden in Form von Aufträgen direkt übernommen oder aus Entscheidungen bei Aufgaben mit vielen Freiheitsgraden, d.h. Handlungsmöglichkeiten, selbständig entwickelt. Die Zielsetzung ist mit dem Entschluss zur Ausführung abgeschlossen.

Die Struktur und Ordnung des Handlungsablaufes machen es erforderlich, die aus Teilzielen generierten Handlungen im Gedächtnis zu speichern und sie innerhalb eines Ausführungsprogramms zu integrieren. Hacker (1986) nimmt eine hierarchische Strukturierung der Regulation von Arbeitstätigkeiten an. Das heißt, jede Einheit lässt sich in Untereinheiten aufgliedern und auf jeder hierarchisch geordneten Ebene folgen gleichrangige Einheiten aufeinander.

Kognitive Aufgabenanalyse

Die Handlungsregulationstheorie eignet sich für eine kognitive Aufgabenanalyse, aus der die zugrundeliegenden informatorischen Regulationserfordernisse in Abhängigkeit von Aufgabenanforderungen und unterschiedlichen Übungsniveaus abgeleitet werden können. Die Annahme einer linearen Beziehung zwischen der psychischen Struktur einer Arbeitstätigkeit und den aufgabenbezogenen aktuellen Erlebnissen während der Tätigkeit ist aufgrund der Lernvorgänge nicht aufrechtzuerhalten. Auf einer überlernten Stufe laufen kognitive Fähigkeiten automatisiert, d.h. rasch und ohne bewußte Aufmerksamkeit ab. Als Folge dieses Erwerbsprozesses liegen bei Experten qualitativ veränderte Wissensstrukturen und Verarbeitungscharakteristiken vor. Bei Aufgaben mit hohen kognitiven Anforderungen oder in ungewöhnlichen und neuartigen Entscheidungssituationen muss der Experte auf Verhaltensweisen zurückgreifen, die weniger geübt sind.

Bei der Diagnosetätigkeit findet sich auch in beträchtlichem Umfang individuelle Arbeitsplanung. Die Vorgänge beim Planen auf der wissensbasierten Regulationsebene sind:

- Bildung einer aufgabenbezogenen, hierarchischen Ordnung von Tätigkeitskomponenten,
- Erkennen und Entwerfen von Veränderungsabfolgen,
- Anwenden bewährter Test- und Prüfverfahren in globalen Anwendungszusammenhängen.

Strategien stellen im handlungsregulatorischen Modell Glieder regulativer Funktionseinheiten dar. Sie haben „gegenüber den Handlungsschemata eine rahmenhafte, für konkrete Ausführungsformen disponible Struktur, weil sie sich nicht auf konkrete Realisierungsschritte wie Bewegungsabfolgen, sondern auf Teilabfolgen, Ziele oder globale Oberziele beziehen" (Hacker 1986, S. 159). Im Sinne der kognitiven Regulationskomponenten richtet sich eine Strategie, ausgehend von der Antizipation des Zieles und prinzipieller Verfahrenswege, auf die Vorwegnahme von Teilzielen und Operationen. Eine Strategie ist eine generalisierte Struktur, d.h., ihre Anwendung ist nicht auf spezifische Situationen beschränkt. Sie sind flexible Erzeugungsregeln für das Vorgehen bei Aufgabenklassen. Aus dem Erstentwurf des Plans entsteht eine Repräsentation der Aufgabe und ihrer Ausführungsbedingungen, aus denen angemessene Operationen abgeleitet werden. Die Bedeutung von Strategien liegt in der Planung und Vorbereitung der Arbeitstätigkeiten.

Ein strategisch geleitetes Vorgehen zeigt sich in der Auswahl einer zweckmäßigen Reihenfolge bei der Bewertung von Symptomen und der Durchführung von Prüfschritten. Der Voranalyse des prinzipiellen Lösungsweges kommt eine suchbereichsbegrenzende Funktion zu. Anhand der Ergebnisantizipation erfolgt eine Teilzielbildung, und Klassen von Verfahrenswegen werden in Form von Rahmenprogrammen ausgewählt. Durch eine zunehmende Differenzierung der Teilziele entstehen Handlungsprogramme, die ausgeführt werden.

Im Gegensatz zu algorithmischem Vorgehen legen heuristische Regeln den Lösungsweg nicht vollständig fest. Daraus folgt, dass keine generellen Vorhersagen über die Effizienz bestimmter Strategien getroffen werden können, da dies nur aufgrund einer vollständigen Spezifikation verifizierbar ist. Strategien sind also nur mehr oder weniger adäquat. Empirische Untersuchungen zu Leistungsunterschieden bei individueller Arbeitsplanung zeigen jedoch, dass überflüssige Bearbeitungsschritte und Hilfsoperationen nach vorangegangener Planung signifikant abnehmen. Probanden mit Planungsanweisung können im Vergleich zu einer Kontrollgruppe mehr Störungsursachen erfassen, sich mehr Kenntnisse über zielgerichtete Fehlersuche aneignen, mehr Beziehungen zwischen Systemzuständen und Störungsursachen identifizieren und mehr Informationsquellen für die Störungsursache benennen.

Für Prozesssteuerungsaufgaben konnte Hoc (1989) nachweisen, dass häufig historische Informationen bei der Durchführung von Diagnosen verwendet werden. Weitere Vorgehensweisen bestehen darin, eine Störung auf der Basis einer minimalen Anzahl oder einer möglichst großen Anzahl von Fakten zu diagnostizieren. Neben Lern- und Erfahrungsvoraussetzungen sind aber auch persönliche Präferenzen und kognitive Handlungsstile dafür verantwortlich, welche Strategien angewendet werden.

Rasmussen und Jensen (1984) untersuchten das Verhalten von Technikern bei der Fehlersuche an elektronischen Bauteilen. Unter der Vielzahl von Vorgehensweisen identifizierte Rasmussen zwei Gruppen von Diagnosesuch-

strategien: die topografische und die symptomatische Suche. Während die topografische Suche auf einer binären Überprüfung bestimmter Systemfunktionen und Parameter basiert, leitet sich die *symptomatische Suche* von der vorliegenden Datenmenge ab. Die symptomatisch orientierte Suche leitet Entscheidungen von den internalen Beziehungen vorliegender Symptome her und nicht von der Systemtopologie. Diese Suchstrategie wird vor allem dann angewendet, wenn auf kognitive Routinen und zurückliegende, bekannte Störfälle zurückgegriffen werden kann.
Die topographisch orientierte Suche kommt überwiegend bei unbekannten Störungen zum Einsatz. Die Suche wird in dem aktuellen schlecht funktionierenden System geleistet, wobei sie auf einer (binären) Überprüfung von Systemfunktionen und -zuständen basiert. Dadurch wird das Betrachtungsfeld zunehmend begrenzt. Die Suche im aktuellen System ist abhängig von dem mentalen Modell, anhand dessen mögliche Ursachen identifiziert und mit den Parametern des funktionsgestörten Systems in Beziehung gesetzt werden. Bei der topographisch orientierten Suche werden frühere Erfahrungen nur teilweise berücksichtigt, und zum anderen sind die Informationen, die aus den Beobachtungen gezogen werden, auf Grund der Abhängigkeit von den binären Urteilen unökonomisch genutzt.

Erfassung von Strategien

Strategien sind im Gedächtnis vollzogene Teilzielabfolgen, Ziele oder globale Oberziele. Die kognitiven Repräsentationen psychischer Regulationsprozesse sind nur mit psychologischen Methoden zu untersuchen. Bainbridge (1979) vergleicht verschiedene Methoden zur Akquisition von Wissen miteinander. Einen relativ geringen Durchführungsaufwand erfordert das verbale Protokoll. Prinzipiell zeichnen sich sogenannte off-line-Verfahren, wie z.B. Fragebogen-, Interviewtechniken und Simulationen durch einen relativ geringen Zeitbedarf bei der Datenerhebung gegenüber Methoden des lauten Denkens, verbalen Protokollen und Beobachtungen aus, mit denen der Verhaltensstrom online aufgezeichnet wird.

Durchführung der Untersuchung

Die Untersuchung wurde mit 22 Mechanikern und Elektrikern aus den Instandhaltungsabteilungen durchgeführt. Die Mechaniker hatten eine Facharbeiterausbildung als Betriebs- und Maschinenschlosser (Industriemechaniker, Fachrichtung Maschinen- und Systemtechnik) absolviert, die Elektriker verfügten über eine Ausbildung als Betriebselektriker, Elektroinstallateur oder Starkstromelektriker (Energiegeräte-Elektriker). Die Berufserfahrung der Mechaniker betrug im Schnitt ca. 16 Jahre. Als Berufsanfänger wurde ein Facharbeiter eingestuft, der über eine bis zu 6jährige Berufserfahrung verfügte. Diese Einstufung wurde anhand der Einschätzungen der Anlernzeiten durch die Instandhalter vorgenommen. Die Gruppe der Berufsanfänger umfasste Facharbeiter mit einer Berufserfahrung von bis zu 6 Jahren, die der Erfahrenen mit einer Berufserfahrung von bis zu 20 Jahren. Facharbeiter mit über 20jähriger Berufserfahrung wurden als Experten klassifiziert. Erwartungsgemäß waren Anfänger mit einer Berufserfahrung von bis zu sechs Jahren für einfache Aufgaben eingesetzt (einfache Wartungsarbeiten, Zustandsprüfung, Ausfalllokalisierung bis auf Baugruppenebene), erfahrene Facharbeiter waren überwiegend mit hohen Anforderungen (Ausfalllokalisierung und Reparatur bis auf Ersatzteilebene, schwierige Wartungsarbeiten) und Experten ausschließlich mit den kompliziertesten Tätigkeiten (schwierige Reparaturen, Reparatur von Ersatzteilen, Überholungsarbeiten, wichtige Änderungen bzw. Modifikationen) betraut.

Untersuchungsablauf

Die Interviews wurden mit den Instandhaltern in ruhigen, werkstattnahen Räumen geführt. Zunächst war der Instandhalter aufgefordert, Störungen schriftlich aufzulisten, die häufig, weniger häufig und selten an den Fertigungseinrichtungen aufgetreten sind. Die häufigsten Störungen bestanden in Maß- und Drehbildabweichungen, Problemen beim Werkzeugwechsel, Vorschub- und Kollisionsproblemen. Nach dem Brainstorming wurden die Störungen ausgewählt, zu denen jeweils ein Intensivinterview zum Vorgehen bei der Störungsdiagnose geführt wurde. Parallel dazu wurde der Komplexitätsgrad der Störung und deren Bekanntheitsgrad ermittelt. Der Interviewleitfaden war verrichtungsorientiert aufgebaut, d.h., die Fragen spiegeln den natürlichen Störungsverlauf von der Störungsmeldung bis zur Reparatur wider. Durch diese fallorientierte Vorgehensweise soll dem Instandhalter der Abruf des im Gedächtnis gespeicherten Diagnosevorganges erleichtert werden. Die Interviews dauerten im Schnitt etwa 60 Minuten. Die Bandaufnahmen wurden transkribiert und mit Blick auf die verwendeten Diagnosestrategien ausgewertet. In Tabelle 1 ist eine Übersicht von angewandten Strategien geboten.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 69 Störungsfälle analysiert. Im folgenden werden einige zentrale Befunde vorgestellt. Ausführliche Darstellungen finden sich in Konradt (1994).

Strategien bei der Störungsdiagnose

Die Auszählung der Diagnosestrategien ergab, dass am häufigsten die Strategien „Historische Information", „Minimaler Aufwand" und „Rekonstruktion" zur Anwendung kommen. Bei der Diagnose an Werkzeugmaschinen werden am häufigsten vorliegende Symptome mit denen zurückliegender Fälle verglichen, in denen ähnliche oder gleiche Symptommuster vorlagen. Weitere häufige Vorgehensweisen bestehen darin, eine Störung auf der Basis einer minimalen Anzahl von Fakten oder einer möglichst großen Anzahl

Strategie	Definition	Textbeispiele
Überprüfung direkter Sinneseindrücke	Direkte Wahrnehmung von Symptomen, z.B. lose Verbindungen, Gerüche, Geräusche, Bewegungen. Zur Überprüfung ist der Einsatz von Messinstrumenten nicht notwendig.	„Bewegung im Zehntel-Bereich kann man merken. Dann treten Rubbelbewegungen auf, die man fühlt."
Historische Information	Nutzung von Informationen in Form von Instandhaltungsberichten, Fehlerstatistiken und Austausch mit Kollegen. Fehler sind bereits in gleicher oder ähnlicher Form aufgetreten. Es liegen Erfahrungswerte mit Fehlern, einzelnen Maschinen, Maschinentypen vor.	„[...] hatten wir schon 'mal, d.h., viele Erfahrungswerte liegen vor." „Bei Motoren hatten wir es z.B. [...], was gerade bei älteren Maschinen auftritt."
Häufigkeit	Überprüfung der häufigsten Fehler. Ausdrücke, Begriffe, die die Einordnung in diese Kategorie nahelegen, sind „oft", „häufig", „wichtigste Ursache", „hauptsächlich".	„Häufige Störung ist Ölmangel, ein loses Rohr, oder ein Schlauch ist gerissen." „Das ist höchstens im Verhältnis 1:10, dass andere Ursachen als der Endschalter in Betracht kommen, d.h., man überprüft zuerst den Endschalter."
Abhängige Wahrscheinlichkeiten	Überprüfung des Fehlers mit der höchsten Wahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von einer vorliegenden Bedingung. Kurze, eindeutige „Wenn-dann-Beziehungen".	„Der Bediener meldet, dass die Maschine seine Angaben nicht annimmt, dann wissen wir schon, dass es nur am Taster liegen kann." „[...] wenn der Bediener sagt , dann wird sofort der [...] überprüft."
Muster von Symptomen	Direkte Bestätigung der Vermutung / Hypothese / Diagnose durch Mustererkennung.	„Ein Hinweis auf Kabelbruch ist z.B., dass die X-Achse nicht läuft. Dann wird gemessen, ob das Transistorgerät Spannungen ausliefert und gleichzeitig der Motor nicht läuft. Dann gehe ich an den Motor, dann ist die Diagnose Kabelbruch."
Verfolgen von Signalverläufen	Durchführung indikativer Veränderungen und Beobachtung des Verlaufes, z.B. Signale, direktes Eingreifen in das System, z.B. Manipulieren von Funktionen.	„Der Bediener fährt den Schlitten hin und her, und ich überprüfe, ob der Schaltimpuls übertragen wird."

Aufspaltung	Anwendung, wenn keine Wahrscheinlichkeitsinformationen verfügbar sind. Vorgehen, bei dem zwei oder mehrere Alternativen gleich wahrscheinlich sind.	„Man trennt das Mechanische vom Elektronischen. Dann versucht man, beide Sachen für sich zu verfahren. Dann kann man hinterher genau sagen, ob es an der Elektrik oder an der Mechanik liegt."
Einkreisen	Von allgemeinen zu spezifischen Fragen. Worte, Begriffe wie „systematisch", „zuerst [...], dann [...], dann [...]", „Herantasten", „Schritt für Schritt vorgehen". Es treten mehrere, aufeinander folgende „Wenn-dann-Beziehungen" auf.	„Systematische Überprüfung aller Fehlerursachen, bis es nur noch an der Taste liegen kann."
Minimaler Aufwand	Durchführung der einfachsten Überprüfung. Worte, Begriffe wie „leicht", „einfach", „schnell".	„Erst 'mal guckt man das Einfachste, was man von außen sieht, ohne dass man viel abbauen muss."
Unsicherheitsreduktion	Überprüfung, die die größte Anzahl möglicher Fehlerursachen eliminiert. Anwendung bei komplexer Situation. Es liegen Informationen bzgl. der Wahrscheinlichkeiten vor.	„Wir haben mehr elektrische Fehler als mechanische. Wenn überhaupt nichts mehr läuft, dann ist es elektrisch."
Fehlerprogramme	Konsultation eines Instandhaltungsprogramms zur Fehlerlokalisierung und Berücksichtigung systemimmanenter Fehlermeldungen.	„Dann schaue ich mir die Störungsmeldung an; es gibt ja verschiedene Störungslampen [...], und dann kann ich aufgrund dieser Störungslampen oder bei den neuen Maschinen aufgrund des Bildschirmes den Fehler mit der Nummer dazu erkennen."
Rekonstruktion	Rekonstruktion der Störung durch Befragen des Bedieners.	„Ich informiere mich durch Fragen des Bedieners; je mehr Informationen ich erhalte, um so gezielter kann ich vorgehen. Information vom Bediener ist das Wichtigste."
Ausschließen	Versuch, Baugruppen und Bauteile die auf gleichem Abstraktionsniveau liegen als Ursachen auszuschalten (im Gegensatz	„Zunächst führe ich diese Überprüfung durch, dann kann ich den Schlitten schon einmal ausschließen."

	zum Einkreisen). Ausdrücke, Begriffe, die die Einordnung in diese Kategorie nahelegen, sind Aussagen wie „Ausschließen", „Eliminieren", „es kann nicht an [...] liegen".	
Unterlagen-orientierte Suche	Das weitere Vorgehen wird nach Schalt- und Maschinenplänen ausgerichtet. Anhand der Unterlagen wird der Aufbau des Bauelementes nachvollzogen. Der Plan gibt Hinweise, wo die Fehlerursache anzusiedeln ist.	„Laut Plan können wir erkennen, wie wir weiter vorgehen müssen. Man sollte nicht allein auf Vermutung setzen."
Topographische Suche	Vergegenwärtigen von Aufbau/ Funktion der Maschine. Zuordnen der gestörten Funktion zu Bauteilen und -gruppen.	„Je nachdem, wo sie da stehen geblieben ist, kann ich erkennen, welcher Endschalter das nur sein kann. Man muss natürlich den Arbeitsablauf eines Werkzeugwechsels kennen."

Tabelle 1: Strategien: Definition und Ankerbeispiele

zu diagnostizieren. Weiterhin haben Überprüfungen, die minimalen Aufwand erfordern, einen hohen Stellenwert.
Strategien, zu deren Übernahme viel Erfahrungswissen benötigt wird, wie 'Historische Information' und 'Häufigkeit' sollten überwiegend von erfahrenen Facharbeitern genutzt werden. Gleiches gilt für 'Überprüfung direkter Sinneseindrücke' und 'Symptommuster'. Im Gruppenvergleich zeigt sich, dass die größten Unterschiede im Einsatz von Symptommustern und der Unsicherheitsreduktion liegen. Weitere Maßnahmen von Experten sind 'Häufigkeitsinformationen', 'Direkte Sinneswahrnehmungen', 'Signalverfolgung', 'Reproduktion' und 'Historische Information'. Demgegenüber bevorzugen Berufsanfänger die Strategien der Überprüfung einfacher Wenn-dann-Beziehungen, des minimalen Aufwands und der unterlagenorientierten Suche. Experten verfügten über mehr Strategien (42.7 %) als Berufsanfänger (29.7 %) und Fortgeschrittene (27.6 %); der Unterschied lässt sich jedoch nicht statistisch absichern. Instandhalter, die in komplizierten Aufgabengebieten eingesetzt sind, verbalisierten mehr Strategien als solche mit einfachen Aufgaben. Dieser Effekt kann jedoch auch darauf zurückzuführen sein, dass der Planungsumfang bei komplizierten Problemen wächst. Tatsächlich gilt, dass bei komplexen Störungen mehr Strategien benannt werden als bei einfachen, was unabhängig vom Erfahrungsniveau ist. Der Bekanntheitsgrad einer Störung übt jedoch keinen Einfluss auf den Planungsumfang aus.

Aus Teilstichproben wird deutlich, dass bei den Fortgeschrittenen und den Experten solche Strategien dominieren, für deren Anwendung Erfahrungswissen erforderlich ist. Für die Strategie der 'Abhängigen Wahrscheinlichkeit' zeigt sich ein entgegengesetztes Bild: Berufsanfänger überprüfen häufiger einfache Hypothesen als ihre erfahreneren Kollegen.

Einfluss des Bekanntheitsgrades
Der Bekanntheitsgrad hat Einfluss auf die Bevorzugung von Strategien. Die Strategie des Einkreisens in Form von allgemeinen zu spezifischeren Fragen und mehrere aufeinander folgende Wenn-dann-Beziehungen kommt nur bei neuen oder bekannten Störungen vor und nur in einem einzigen Fall bei Routinestörungen. Die Strategie der 'Abhängigen Wahrscheinlichkeit' (Überprüfung des Fehlers mit der höchsten Wahrscheinlichkeit und kurze, eindeutige Wenn-dann-Beziehungen) werden hingegen überwiegend bei Routine-Störungen verwendet. Abhängige Wahrscheinlichkeiten sind fast ausschließlich bei Routinestörungen nachweisbar.

Einfluss der Aufgabenkomplexität
Die Häufigkeit, mit denen bestimmte Schritte angewendet werden, erweist sich als abhängig von der eingeschätzten Komplexität der Störungen. Bei einfachen Störungen werden häufiger Vorgehensweisen gewählt, die wenig Zeit benötigen und wenig Aufwand verursachen, während bei komplexen Störungen aufwendigere Strategien zu verzeichnen sind.

Eingangs- und Folgestrategien
Für die Analyse von Eingangs- und Folgestrategien wurden Schritte bis zum vierten Rangplatz ausgewählt, da die nachfolgenden Ränge zu gering besetzt waren. Insgesamt konnten dadurch 89.6 % der ermittelten Strategien in die Sequenzanalysen einbezogen. Für die Gruppe der drei häufigsten Maßnahmen ergaben sich Unterschiede für die 'Historische Information' und die 'Rekonstruktion'. Informationen über zurückliegende Fälle und die Rekonstruktion von Störfällen mit dem Maschinenbediener werden eher in frühen Phasen der Suche genutzt.
Die Komplexität übt keinen Einfluss auf die Auftretensreihenfolge bestimmter Strategien aus. Allerdings setzt die Strategie der Signalverläufe bei einfachen Störungen früher ein als bei komplexen Störungen. Das Einkreisen tritt besonders häufig in frühen Stadien auf, wenn es sich um eine neuartige oder eine bekannte Störung handelt.

Generalisierte Diagnosestrategien
Bei neuen und neuartigen Störungen werden symptomatische und fallbasierte Suchstrategien relativ selten angewendet, während die topographische Suche dominiert. Bei Routinestörungen wird das umgekehrt: Am häufigsten

werden fallorientierte Vorgehensweisen gewählt. Bei bekannten Störungen dominieren topographische und fallbasierte Vorgehensweisen. Bei Routinestörungen tritt die Bedeutung topographischer Strategien zurück.
Auch für die Eingangsschritte wird die Wechselwirkung zwischen Strategie und Bekanntheitsgrad signifikant. Ein symptomatisches Vorgehen besitzt bei neuartigen Störungen als Eingangsstrategie keine Bedeutung. Am häufigsten werden in solchen Fällen topographische Vorgehensweisen gewählt. Die Vorgehensweise bei Routinestörungen sind hingegen fallbasierte Strategien.
Von weiterer Bedeutung ist die Frage, wie sich die Häufigkeiten der drei Strategiegruppen im Verlauf einer Diagnose verändern. Beispielsweise könnte vermutet werden, dass ein an zurückliegenden Fällen orientiertes Vorgehen häufiger gegen Anfang der Diagnose gewählt, während im Diagnoseverlauf zu Unterlagen gegriffen wird. Es zeigt sich, dass Berufsanfänger in frühen Phasen oft topographisch und in späten Phasen meist fallbasiert vorgehen. Dieses Verteilungsmuster stimmt mit dem von Experten überein. Während bei Fortgeschrittenen keine Dominanz einer Strategie in frühen Phasen vorgefunden wird, werden in späten Phasen ausschließlich topographische Strategien angewendet. Unabhängig vom Erfahrungsniveau überwiegen bei neuartigen Störungen topographische Vorgehensweisen, während bei Routinestörungen am häufigsten fallbasiert vorgegangen wird. Topographische Strategien sollten bei Routinestörungen eine untergeordnete Rolle spielen. Im Gegensatz zu den anderen Zellen steigt die Häufigkeit topographischer Diagnosestrategien bei Routinestörungen jedoch an. Bei der Diagnose von bekannten Störungen zeigt sich keine Dominanz topographischer gegenüber symptomatischen Strategien, während fallbasierte Strategien seltener auftreten.

Schlussfolgerungen

Ziel der Untersuchung war es, Strategien bei der Störungsdiagnose an automatisierten Fertigungseinrichtungen zu dokumentieren und Anwendungsbedingungen in Hinsicht auf Berufserfahrung, Aufgabenkomplexität und den Bekanntheitsgrad zu analysieren. Im folgenden sollen die wesentlichen Befunde im Gesamtzusammenhang interpretiert werden.
Bei der Diagnose von Störungen in der flexibel automatisierten Fertigung lassen sich fünf typische Vorgehensweisen identifizieren:

- Beschränkung der Diagnose auf bekannte, fehleranfällige Komponenten,
- Überprüfungen durchführen, die minimalen Aufwand verursachen,
- Vergleich zu vorhergehenden Fällen,
- Rekonstruktion des Störfalles mit dem Maschinenbediener,
- Nutzung direkter Sinneseindrücke.

Diese Vorgehensweisen machen zusammen ca. 60 Prozent aller nachweisbaren Strategien aus. Eine deutliche Dominanz zeigt sich bei der Verwendung historischer Information. „Akademische Strategien", wie eine Unsicherheitsreduktion durch die Eliminierung der größten Anzahl möglicher Fehlerursachen

oder eine systematische Aufspaltung, bei der der Problemraum binär zergliedert wird, besitzen für den Gegenstandsbereich der Werkzeugmaschinendiagnose eine untergeordnete Bedeutung. Der Einsatz dieser Methoden setzt allerdings voraus, dass Wahrscheinlichkeitsinformationen vorliegen oder der Problemraum vollständig beschrieben werden kann. Diese Voraussetzungen treffen im Werkzeugmaschinenbereich jedoch nur eingeschränkt zu.
Bei der Diagnose von neuartigen Störungen ist die wissensbasierte Regulationsebene wirksam. Für Aufgaben mit hohen kognitiven Anforderungen oder in ungewöhnlichen und neuartigen Entscheidungssituationen muss der Experte auf Verhaltensweisen zurückgreifen, die weniger geübt sind. Es bestätigte sich, dass bei neuartigen oder seltenen Störungen keine Unterschiede zwischen erfahrenen und weniger erfahrenen Facharbeitern zu beobachten sind.
Die Unterscheidung der Orientierung an der Topographie einer Anlage, an vorliegenden Symptomen oder an zurückliegenden Fällen sind keine exklusiven Einteilungen. Sie lassen sich vielmehr als „fließende" Sachverhalte auffassen. Bei neuen und neuartigen Störungen werden nur selten symptomatische und fallbasierte Suchstrategien angewendet; hier dominiert eine topographische Suche. Dieses Muster kehrt sich jedoch bei Routinestörungen um: Am häufigsten werden hier fallorientierte Vorgehensweisen gewählt. Bei bekannten Störungen greifen die Leute auf topographische und fallbasierte Vorgehensweisen zurück. Bei Routinestörungen tritt die Bedeutung topographischer Strategien in den Hintergrund.
Der Aufbau fallbasierten Wissens wird durch die Arbeitsorganisation explizit unterstützt. In der betrieblichen Praxis wird häufig eine Arbeitsgruppe gebildet, in der Berufsanfänger von einem erfahreneren Kollegen angeleitet werden, einfache Überprüfungen selbständig durchzuführen. Entsprechend bestanden die häufigsten Anlernmethoden in insgesamt 60 Prozent der Fälle im Lernen durch Beobachten und im gezielten Anlernen durch Demonstrieren, Erklären und Üben an den Arbeitsplätzen.

Literatur

BAINBRIDGE, L.: Verbal reports as evidence of the process operator's knowledge. In: International Journal of Man-Machine Studies, 11 Jg., 1979, p. 411-436.

BERGMANN, B./WIEDEMANN, J./ZEHRT, P.: Konzipierung und Erprobung eines multiplen Störungsdiagnosetrainings. In: SONNTAG, K.-H./SCHAPER, N. (Hrsg.): Störungsmanagement und Diagnosekompetenz. Stuttgart 1997, S. 235-254.

HACKER, W.: Arbeitspsychologie. Bern 1986.

HOC, J.-M.: Strategies in controlling a continuous process with long response latencies: needs for computer support to diagnosis. In: International Journal of Man-Machine Studies, 30. Jg., 1989, p. 47-67.

KONRADT, U.: Handlungsstrategien bei der Störungsdiagnose an flexiblen Fertigungseinrichtungen. In: Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie, Heft 38, 1994, S. 54-61.

KONRADT, U.: Zeitgemäße Instandhaltung: Dezentral und integriert. In: VDI-Z, 137(7/8), 1995, S. 50-55.

KONRADT, U./ENGEL, J./MAJONICA, B./ZIMOLONG, B.: Jetzt helfen wir uns selbst! Entwicklung eines flexiblen Diagnosesystems. In: ZIMOLONG, B. (Hrsg.). Kooperationsnetze, Teilautonome Flexible Fertigungsstrukturen und Gruppenarbeit. Opladen 1996, S. 248-276.

RASMUSSEN, J./JENSEN, A.: Mental procedures in real-life tasks: A case study of electronic troubleshooting. In: Ergonomics, 17 Jg., 1974, p. 293-307.

Schaper, N./ Sonntag, Kh.: Modelle diagnostischen Handelns in technischen Systemen. In: SONNTAG, K.-H./SCHAPER, N. (Hrsg.): Störungsmanagement und Diagnosekompetenz. Stuttgart 1997, S. 39-76.

VOLPERT, W.: Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten. In: RUTENFRANZ, J./ KLEINBECK, U. (Hrsg.): Enzyklopädie der Psychologie. Band: Arbeitspsychologie. Göttingen 1987, S. 1-42.

Klaus-Otto Bretheuer, Wolfgang Bunzel, Willi Petersen, Hartmut Schäfer

Konzepte und Ergebnisse des Modellversuchs „Arbeitsorientierte Berufsbildung" (ARBI)[1]

Von der Technikorientierung zur Arbeitsorientierung

Mit der umfassenden Neuordnung und Weiterentwicklung der industriellen Metall- und Elektroberufe von 1987 war beabsichtigt, das Berufsausbildungssystem an die Strukturveränderungen der industriellen Produktion – als Folge der allmählichen Ablösung des Taylorismus – anzugleichen. Zugleich entstanden zwei neue Berufe: *Industriemechaniker und Industrieelektroniker der Fachrichtung Produktionstechnik.* Wie Berufsbild bzw. Arbeitsfeld beider „Produktionsberufe" erkennen lassen, beschränkt es sich nicht allein auf die Produktionstechnik, vielmehr ist die Absicht zu erkennen, die industrielle Produktionsarbeit in den Mittelpunkt zu stellen. Dies hat Auswirkungen auf die Gegenstände und Inhalte der Berufsausbildung, wie sie in den Ausbildungsberufsbildern beider Berufe zum Ausdruck kommen. Ziel der Ausbildung beider Berufe ist die „Sicherstellung von Produktionsprozessen industrieller Serienproduktion mit automatisierten Produktionsanlagen" (vgl. BMWi Metallberufe 1987, § 4 / Elektroberufe 1987, § 6). Damit verbunden ist für beide Produktionsberufe ein grundlegend neues Leitbild der Facharbeit, welches auch eine Neu- und Umorientierung von einem eher technikorientierten zu einem mehr arbeitsorientierten Ausbildungskonzept erfordert (vgl. Ulich 1992, S. 215 ff.).

Mit dem Modellversuch „Arbeitsorientierte Berufsbildung" wurden die Herausforderungen in den neuen Produktionsberufen durch eine Neu- und Umgestaltung der Lernprozesse im Rahmen verstärkter kooperativer Ausbildungs- und Organisationsformen in Schule und Betrieb angenommen. Denn insbesondere ist es bisher nicht überzeugend genug gelungen, den oben skizzierten arbeits- wie ausbildungsbezogenen Paradigmenwechsel in den Lehrplänen und Ausbildungsordnungen für die Berufsausbildung umzusetzen. „Die Rahmenvorgaben machen aus heutiger Sicht vielmehr deutlich, dass die 1987 vorgenommene Anpassung der Ordnungsmittel und Berufsinhalte im wesentlichen nur zu einer funktions- und technikorientierten Berufsdifferenzierung und Inhaltsveränderung geführt hat. In der Konsequenz und Umsetzung werden über die Berufsausbildung so auch traditionelle Arbeitskonzepte in der Industrie eher zementiert und eine an den Geschäfts-

und Arbeitsprozessen orientierte Organisationsentwicklung und Arbeitsgestaltung erschwert." (Petersen o.J., S. 33)
Ohne näher auf die inhaltlichen Defizite der Rahmenvorgaben und die Probleme bei der schulischen und betrieblichen Gestaltung der Lernprozesse einzugehen, wurde festgestellt, dass eine Verbesserung und Weiterentwicklung der Berufsausbildung für beide Produktionsberufe dringend geboten ist. Neue berufliche Ausbildungs- und Lernprozesse sollen durch eine verstärkte Orientierung an den Arbeitsinhalten ganzheitlicher Produktionsprozesse, die durch die Zusammenlegung bisher getrennter Arbeitsaufgaben gekennzeichnet sind, initiiert werden. Die Gegenstände und Inhalte für die Ausbildung in Berufsschule und Betrieb sind durch didaktische und curriculare Analysen zu bestimmen. Erwartet werden in diesem Zusammenhang die Zunahme qualifizierter Facharbeit sowie Gruppenarbeits- und Selbstlernkonzepte, ein hohes Maß an Selbststeuerungsfähigkeit und Eigenverantwortlichkeit. Die neuen Konzepte und Anforderungen bedingen ein verstärktes Lernen in authentischen Arbeitsprozessen, damit berufliches Wissen nicht mehr abstrakt, sondern handlungs- und gestaltungsorientiert unter Anwendungs- und Arbeitsgesichtspunkten (Arbeitsprozesswissen) erworben wird. Ausserdem soll mit dem Modellversuch die ausbildungsdidaktische Abstimmung und Lernortkooperation verbessert werden, damit sich zwischen den Ausbildern und Berufsschullehrern die Inhalte abstimmen und gemeinsame Ausbildungsprojekte durchführen lassen. Fragen einer berufs- und berufsfeldübergreifenden Zusammenarbeit sind aufzugreifen, da bei VW Industriemechaniker und -elektroniker der Fachrichtung Produktionstechnik in Teams arbeiten und lernen. Daher sind auch in den Schulen berufs- und berufsfeldübergreifende Organisations- und Lernformen zu entwickeln und zu erproben. Ziel des Modellversuchs ist es, arbeitsorientierte Berufsbildung als neuen didaktisch-methodischen Ansatz an einzelnen Arbeitsprozessen zu erproben, nicht aber die Entwicklung eines Gesamtcurriculums für die beiden Berufe.
Unter Arbeitsorientierung versteht man, ganz im Gegensatz zur Technikorientierung, die ganzheitliche Gestaltung von Arbeitssystemen, für die kennzeichnend ist, dass die wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen Humanressourcen, Technik- und Arbeitsmitteln sowie Arbeits- und Organisationsstrukturen berücksichtigt sind und das Arbeitssystem unter Mitwirkung der Mitarbeiter optimiert wird. Das didaktische wie curriculare Konzept stützt sich hinsichtlich der Inhaltsentscheidungen auf Analysen, bei denen reale und vollständige Arbeitsprozesse und -aufgaben der Produktionsarbeit die wesentliche Grundlage bilden. So lassen sich z.B. für die industriellen Arbeitsprozesse der zerspanenden Metallbearbeitung einzelne *Handlungs- und Tätigkeitsfelder* mit vollständigen Arbeitsaufgaben als Strukturelemente bestimmen (siehe Bild 1 und Tabelle1). Diese Felder ermöglichen die Analyse der Arbeitprozesse und sind zugleich für die Ausbildungsgestaltung ein

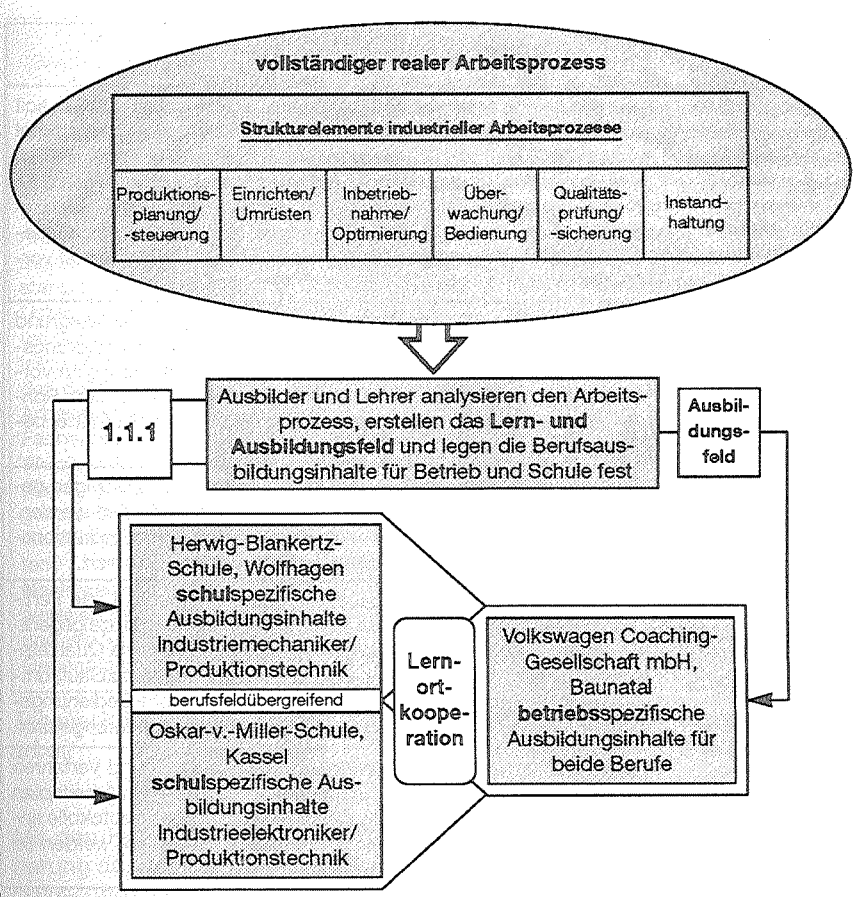


Bild 1: Vom Arbeitsprozess zu Berufsausbildungsinhalten in Schule und Betrieb

übergreifendes Strukturierungsmodell, da sie die Arbeitsprozesse und -zusammenhänge in der modernen Produktion kennzeichnen.
Vor diesem Hintergrund strukturieren Ausbilder und Berufsschullehrer gemeinsam einen exemplarisch ausgewählten Arbeitsprozess (z.B. Zahnradfertigung) mit vollständigen Aufgaben hinsichtlich der Inhalte. Direkt Bezug genommen wird dabei auf die der betrieblichen Ausbildung des VW-Werkes eingerichteten dezentralen Qualifizierungsstützpunkte, in denen Auszubildende beider Berufe gemeinsam arbeiten lernen. Insgesamt sind hierbei sowohl die *sechs Handlungs- und Tätigkeitsfelder* wie auch im einzel-

Handlungs- und Tätigkeitsfelder	Ziele
Produktons-planung/ -steuerung	Der vollständige Arbeitsablauf zur Herstellung eines Werkstückes soll unter Zuhilfenahme erforderlicher Organisations- und Arbeitsmittel sowie unter Beachtung diverser Anforderungen geplant werden. Ergänzend zu den Arbeitsmitteln sind die notwendigen Arbeitsschritte festzulegen und die technologischen Daten zu ermitteln. Alle Arbeitsinformationen werden in einen Arbeitsplan eingetragen. Die Steuerung eines Arbeitsauftrages in der Werkstatt bzw. Produktion ist vorzubereiten.
Einrichten/ Umrüsten	Die Arbeitsmittel bzw. die Produktionseinrichtung werden aufgrund der Vorgaben des Arbeitsplanes und unter Beachtung einer störungs- und unterbrechungsfreien Fertigung für den Produktionsbeginn vorbereitet. Spanneinrichtungen, Werkzeuge usw. werden montiert. Rohteile, Halbzeuge usw. bereitgelegt bzw. gespannt und Prüfmittel bereitgelegt.
Inbetriebnahme/ Optimierung	Der Produktionsprozess wird bei Beachtung div. Anforderungen gestartet, indem alle Funktionen der Maschine/Anlage aktiviert werden. Unter Beachtung der Qualitätsanforderungen wird der Produktionsprozess und die Fertigungsqualität beobachtet und optimiert.
Überwachung/ Bedienung	Der Produktionsprozess, insbesondere der Arbeitsablauf, die Fertigungszeiten, die Funktionen der Maschine und Störungsanzeigegeräte werden unter Berücksichtigung div. Anforderungen wie Qualitätssicherung, Ausschussvermeidung, ungestörter Fertigungsablauf, umweltgerechte Entsorgung usw. überwacht. Erforderliche Bedienungsarbeiten werden entsprechend dem Produktionsablauf durchgeführt.
Qualitäts-prüfung/ -sicherung	Unter Beachtung entsprechender Qualitätsstandards und Verfahren der Qualitätskontrolle werden die Werkstücke mit den im Arbeitsplan vorgeschriebenen Prüfmitteln geprüft. Es werden Messprotokolle angefertigt. Qualitätsbeeinflussende Faktoren (Störgrößen) werden im Produktionsprozess eruiert und wenn möglich beseitigt.
Instand-haltung	Zur Vermeidung von Störfällen, Garantieverlust und Produktionsunterbrechungszeiten sowie unter Berücksichtigung weiterer Anforderungen werden die Produktionseinrichtungen gewartet und/oder repariert. Geeignete Verfahren, Vorschriften und Arbeitsmittel stehen zur Unterstützung zur Verfügung.

Tabelle 1: Merkmale vollständiger Arbeitsprozesse: Handlungs- und Tätigkeitsfelder

nen die Merkmale vollständiger Arbeitsaufgaben und die Handlungskomponenten „Planen, Durchführen und Kontrolle" für die Analysen und die Strukturierung der Arbeits- wie Ausbildungsinhalte von Bedeutung (siehe Tabelle 1).

Gegenstände (Gebrauchswert, Funktion und Technik) der Facharbeit (Technikbezug)	Mittel, Verfahren und Organisation der Facharbeit (Arbeitsbezug)	betriebliche, gesellschaftliche und individuelle Anforderungen an die Technik und Facharbeit (Gesellschafts- und Subjektbezug)
Welche Technik, Produkte, Arbeitsmittel, Verfahren usw. werden zum Gegenstand der Facharbeit? Unter welchen Perspektiven/Aspekten (der Planung, Instandhaltung, usw.) werden die Gegenstände zum Arbeits- und Lerninhalt der Facharbeit? Welchen Gebrauchswert (Eignung) haben die Gegenstände z.B. für die Herstellung von Produkten? Nach welcher Technik (veraltet, modern) arbeiten und wie funktionieren die Gegenstände?	Welche Mittel (Zeichnungen, Bedienungshandbücher, Wartungspläne, Schnittwertetabellen usw.), Werkzeuge (Montagewerkzeuge usw.), Verfahren (Fertigungsverfahren, Programmierverfahren usw.) und Organisationsformen (Abstimmung, Gruppenarbeit usw.) kennzeichnen die Facharbeit?	Welche betrieblichen Anforderungen (Wirtschaftlichkeitsanforderungen, Qualitätsanforderungen, Zeitvorgaben usw.) sind bei der Facharbeit zu berücksichtigen? Welche gesellschaftlichen Anforderungen (Normen, Vorschriften, Gesetze, usw.) müssen bei der Facharbeit berücksichtigt werden? Welche individuellen Anforderungen (Humanisierung, Persönlichkeitsbildung, Zufriedenheit usw.) sind bei der Facharbeit zu berücksichtigen?

Tabelle 2: Inhalte in der Struktur der Arbeits- und Lerndimensionen der Facharbeit

Mit den Handlungs- und Tätigkeitsfeldern wird zunächst eine Grobstrukturierung des ausgewählten Arbeitsprozesses und der ihnen zugeordneten Arbeits- und Lerninhalte ermöglicht. Des weiteren und insbesondere zur Gewährleistung einer umfassenden und ganzheitlichen Bestimmung der gegenwärtigen und zukünftigen Arbeits- und Lerninhalte und zur Vermeidung einer einseitigen Technikdominanz erfolgt eine inhaltliche Strukturierung in Anlehnung an die von Petersen und Rauner/Spöttl zur Berufsarbeit analysierten drei Arbeits- und Lerndimensionen (vgl. Spöttl 1994 und Tabelle 2). Es ergibt sich so zum vollständigen Arbeitsprozess eine nach Handlungs- und Tätigkeitsfeldern sowie nach Arbeits- und Lerndimensionen strukturierte Zusammenstellung aller Ausbildungsinhalte, die unter prospektiven Aspekten inhaltlich auch über die je vorhandene Arbeits- und Technikgestaltung hinausweisen sollte. Für die schulische und betriebliche Berufsausbildung sind sogenannte *Lern- und Arbeitsfelder* zu gestalten, wobei die einzelne und konkrete Bestimmung der Ausbildungsinhalte für jeden der beiden Lernorte

1. Ebene	2. Ebene	3. Ebene	4. Ebene
Orientierungs- und Überblickswissen - Bedeutung, Sinn und Zweck der beruflichen Arbeit und Technik. - Worum es in der beruflichen und betrieblichen Arbeit grundlegend und in der Hauptsache geht.	Zusammenhangswissen - Wie und warum die Dinge so und nicht anders zusammenhängen. - Wie die Dinge technologisch funktionieren und worauf es beruflich ankommt.	Detail- und Funktionswissen - Wie die Dinge im einzelnen funktionieren und sich fachlich erklären lassen. - Welche fachspezifische und berufsübergreifende Bedeutung die Dinge haben.	Fachsystematisches Vertiefungswissen - Wie sich die Dinge naturwissenschaftlich-technisch erklären und begründen lassen. - Welches sind berufliche Entwicklungs- und Grenzbereiche?
Grundbildung			Fachbildung

Tabelle 3: „Neue" Didaktikstruktur der Ausbildungsinhalte

und in Abstimmung zwischen den Ausbildungsbeauftragten/Ausbildern und Berufsschullehrern erfolgt. Unter Berücksichtigung einerseits lernort- und andererseits berufsspezifischer Kriterien entstehen schulische *Lernfelder* und betriebliche *Ausbildungsfelder,* zu deren curricularer Bestimmung und sinnvoller didaktischer Umsetzung eine enge Lernortkooperation die Bedingung ist.
Zur Ausgestaltung und Umsetzung der *Lernfelder* in den *Schulen* bieten sich u.a. Unterrichtsprojekte und die Organisation von Gruppenarbeit an, für die die Ausbildungsinhalte der Lernfelder unter besonderer Berücksichtigung der Arbeitsorientierung curricular und didaktisch weiter zu differenzieren und methodisch zu gestalten sind, wobei u.a. verstärkt Lernaufgaben entwickelt werden sollen. Bei der Auswahl der Inhalte ist zu prüfen, welche Lernziele aus den Lehrgängen des Rahmenplans und der allgemeinbildenden Fächer im Zusammenhang mit dem gewählten Lernfeld (Arbeitsprozess) bearbeitet werden sollen. Ausserdem sollte man beachten, dass auf bereits vermittelte Inhalte zurückgegriffen werden kann. Methodisch sollte sich die konkrete Lernfeldplanung an einer Vorgehensweise ausrichten, zu der die Struktur der vier Wissensebenen *(Tabelle 3)* eine Orientierung bietet und mit der sich die bisher übliche Vorgehensweise der „Bauteile-Anlagen-Didaktik" vermeiden lässt (Petersen o.J., S. 39, und Spöttl 1994).
Die verstärkte Lernortkooperation und verbesserte curriculare Abstimmung zwischen der schulischen und betrieblichen Ausbildung sollen den Auszu-

bildenden ein vertieftes Verständnis von Arbeitsinhalten der Produktion sowie umfassende Kenntnisse des Arbeitsprozesswissens ermöglichen. Mit dem Wissen über die einzelnen Handlungs- und Tätigkeitsfelder soll zugleich ein Transfer zu den vielfältigen anderen Arbeitsbereichen in der industriellen Produktion geleistet werden.

Reform der betrieblichen Berufsausbildung in der Industrie
Veränderungen betrieblicher Fertigungsstrukturen, einhergehend mit einem Wandel der Arbeitsorganisation, waren der Auslöser für eine Reform der Berufsausbildung im Volkswagenwerk Kassel. Neben der permanenten technologischen Innovation in den einzelnen Produktionsfeldern, die den formalen Anspruch einer ständigen technologisch-fachlichen Ausrichtung in der Berufsausbildung implizierten, trat nun im Wesentlichen die Abkehr von der Technikorientierung der Arbeitsorganisation hin zu einer Arbeitsprozessorientierung ein. Das heißt, neben der Vermittlung der eigentlichen Fachinhalte rückte nun zunehmend der Anspruch in der Vordergrund überfachliche Inhalte zu beherrschen. Dies drückt sich beispielsweise in der flächendeckenden Einführung von Gruppenarbeit im gesamten Produktionsbereich aus. Diese Maßnahme war und ist mit einem erheblichen Schulungsaufwand der ca. 15.500 Mitarbeiter im Werk Kassel verbunden. Um spätere Qualifizierungsmaßnahmen zu reduzieren und damit den Kostenaufwand zu minimieren, wurde das Thema Gruppenarbeit als *Inhalt* und *Methode* (Arbeitsorganisation) in die Berufsausbildung aufgenommen. Die Ausbildung wurde den betrieblichen Veränderungen entsprechend zunehmend an der betrieblichen Praxis orientiert. So wurden im Volkswagenwerk Kassel, neben den schon vorhandenen ‚klassischen' Ausbildungsbereichen in der Produktion, zusätzliche Ausbildungsbereiche etabliert, die sogenannten Qualifizierungsstützpunkte.
Sie sind voll in den Arbeitsprozess integriert und stellen damit eine Weiterentwicklung des Lerninselkonzeptes dar – ihre wesentliche Aufgabe ist es, dem Auszubildenden den Arbeitsablauf zu vermitteln und die Entwicklung beruflicher Fähigkeiten zu ermöglichen. Das Verständnis von Arbeitsprozessen geht über die typisch beruflichen (praktischen und kognitiven) Tätigkeiten hinaus. Eingeschlossen sind Kenntnisse und Fertigkeiten über Arbeitsorganisation, -planung und -vorbereitung, Arbeitssicherheit, Material- und Informationsfluss, Qualitätssicherung, Verantwortungsbewusstsein, Umweltschutz usw. Einzelne Stichworte dieser Aufzählung sind nicht unbedingt neu für eine praxisorientierte Gestaltung von Berufsausbildung, stellen aber im ganzheitlichen Zusammenhang eine neu zu vermittelnde Komplexität industrieller Berufsausbildung dar. Der Oberbegriff hierfür ist *Geschäfts- und Arbeitsprozesswissen.*
Es wurde den Produktionsverantwortlichen und allen am Ausbildungsprozess Beteiligten deutlich, welcher Stellenwert diesen ‚Rahmenbedingungen'

industrieller Produktion für eine *notwendige* Optimierung der Berufsausbildung zukommt.
Konkret bedeutet dies auf betrieblicher Seite, den Arbeitsprozess, zusätzlich zu den Fachinhalten, als Lerninhalt zu definieren. Dies soll am Beispiel eines Qualifizierungsstützpunktes in der Zahnradfertigung verdeutlicht werden:

Groblernziele
- Entwicklung von Selbstständigkeit und Qualitätsbewusstsein im Umgang mit Fertigungsanlagen
- Betriebsmittel unter Beachtung der Arbeitssicherheitsvorschriften einrichten, umrüsten und bedienen

Lerninhalte (Kenntnisse u. Fertigkeiten) u.a.:
- Kostenstelle kennen,
- Aufbau und Funktion eines Zahnrades im Getriebe M300 kennen,
- Arbeitsorganisation (Gruppenarbeit) gestalten,
- Fertigungsablauf planen und organisieren,
- Rohteile prüfen und Qualitätsmängel anmelden,
- Funktionsstörungen der Fertigungsanlage beheben,
- Qualität prüfen, beurteilen und bei Abweichungen Rückschlüsse auf Produktionsfehler ziehen,
- Betriebsmittel umrüsten sowie Werkzeuge wechseln und einstellen,
- Qualitätsanforderungen nach DIN EN ISO 9000 einhalten,
- Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten durchführen,
- Arbeitssicherheitsvorschriften und Unfallverhütungsvorschriften anwenden,
- Umweltgerecht arbeiten.

In den Qualifizierungsstützpunkten sind die Auszubildenden berufsfeldübergreifend tätig, d.h., Industrieelektroniker und Industriemechaniker, jeweils Fachrichtung Produktionstechnik, arbeiten in Gruppen. Sie gestalten den Arbeitsprozess aktiv mit, klären Zuständigkeiten und organisieren die Arbeit selbst.
Vier bis sechs Auszubildende lernen und arbeiten selbstständig und eigenverantwortlich ca. 8 Wochen in einem Qualifizierungsstützpunkt. Sie sind für die Qualitätssicherung ebenso verantwortlich wie für die Arbeitsorganisation (Personaleinsatz, Pausenzeiten, Vertretungsregelung, Maschinenbedienung usw.), die Organisation des Material- und Informationsflusses, Werkzeugwechsel, Wartung und Instandsetzung. Bei ihrer Arbeit werden sie von einem Ausbildungsbeauftragten (Facharbeiter) der jeweiligen Fachabteilung unterstützt und betreut, der dafür entsprechend geschult und von seiner Abteilung freigestellt ist. Über den Anteil der Wertschöpfung der Auszubildenden wird der Ausbildungsbeauftragte finanziert. Als Paten betreuen Ausbilder die Qualifizierungsstützpunkte, die Ausbildungsbeauftragten und die Auszubildenden pädagogisch und organisatorisch.

Gemeinsam mit dem Ausbildungsbeauftragten wird produziert, und es werden Wartungs- und Umrüstarbeiten an den Maschinen vorgenommen. Bei Ausfall einzelner Maschinen wird der Fehler gesucht und die Reparatur selbstständig von den Auszubildenden (bzw. unter Mithilfe durch den Ausbildungsbeauftragten) durchgeführt. Der Ausbildungsbeauftragte hat dabei die Möglichkeit, Fehler an der Anlage und an den Maschinen zu simulieren.
Die gesamte Ausbildung in den Qualifizierungsstützpunkten erfolgt *nicht* unter einer Sollvorgabe der zu produzierenden Teile oder unter zeitlichen Vorgaben. Dies ist machbar, weil die einzelnen Fertigungsstraßen, die als Qualifizierungsstützpunkte genutzt werden, nur teilweise ausgelastet sind. Das heißt, die Produktionsanlagen wurden in der Regel nur in einer bzw. in zwei Schichten von Facharbeitern betrieben.
Die Nutzung von nicht ausgelasteten Anlagen zur Einrichtung von Qualifizierungsstützpunkten birgt das Risiko in sich, die Ausbildungsplätze relativ kurzfristig wieder zu verlieren. Das ist z.B. dann der Fall, wenn infolge erhöhter Nachfrage die Produktion gesteigert werden muss oder die Fertigung aufgrund von Modellwechsel (o.ä.) einzustellen ist. Unsere Erfahrungen zeigen aber, dass die verschiedenen Produktionsabteilungen nach anfänglicher Skepsis inzwischen sehr daran interessiert sind, gleichwertige Ausbildungsbedingungen zu schaffen, d.h. adäquate Arbeitsbereiche zur Einrichtung von Qualifizierungsstützpunkten verfügbar zu halten.
Es ist für eine arbeitsorientierte Berufsausbildung nicht unbedingt erforderlich, dass ein Ausbildungsbetrieb über geeignete Qualifizierungsstützpunkte verfügt, sondern es ist vielmehr von Bedeutung, die betrieblichen Rahmenbedingungen derart zu gestalten, dass die betriebliche Praxis als komplexer Inhalt vermittelbar wird. Hierzu gehört die Notwendigkeit, die betriebliche Produktionsrealität auch den beteiligten Berufsschulen nahezubringen. Dienlich hierbei sind entsprechend gestaltete Qualifizierungsmaßnahmen, die gemeinsam für Lehrer und Ausbilder im Betrieb durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass ‚jeder weiß wovon er redet'! Zusätzliche Betriebspraktika für Lehrer in den Schulferien sind hier gut vorstellbar. Neben solchen Qualifizierungsmaßnahmen ist der ‚freie Zugang' der Berufsschullehrer in den betrieblichen Fertigungsbereich zur Entwicklung und Aufrechterhaltung der Kooperation mit den entsprechenden Betriebsverantwortlichen unbedingt sinnvoll. Das gilt sowohl für den Kontakt mit Meistern und Facharbeitern als auch mit den Abteilungs- und Fertigungsleitern.
Für die Ausbilder und Ausbildungsbeauftragten des Betriebes und die Lehrer der Berufsschule erfordert die arbeitsorientierte Berufsbildung ein Umdenken hinsichtlich fachlicher Inhaltsvermittlung und methodischer Vorgehensweise. Kenntnisse über Arbeitprozesse mit der entsprechend vorfindbaren Arbeitsorganisation, eingesetzte Fertigungsverfahren und -techniken haben an Bedeutung gewonnen. Ausbilder und Ausbildungsbeauftragte sollten diese Inhalte verstärkt in die Berufsausbildung integrieren. Für die Leh-

rer gilt: Im Studium und Referendariat erlernte ‚alternative' (und nie angewandte?) Unterrichtsmethoden erhalten nun den Charakter von alltäglicher Selbstverständlichkeit. Der Lerneffekt ist für alle Beteiligten – Lehrer, Ausbildungsbeauftragte, Ausbilder und Auszubildende – enorm.

Schulische Umsetzung arbeitsorientierter Berufsbildung

Arbeitsorientierten Unterricht zu gestalten, bedeutet nach unserem Verständnis, den Lernprozess an den für den zeitgemäßen industriellen Arbeitsprozess typischen Tätigkeiten eines Facharbeiters zu orientieren. Für die Planung des Unterrichts beinhaltet das eine Umorientierung von der bisher von den Rahmenlehrplänen vorgegebenen weitgehend technikstrukturierten und fachsystematischen Vorgehensweise zu einer durch Arbeitsprozesse strukturierten Vermittlung technischer und arbeitsorganisatorischer Lerninhalte und einer auf selbstständiges Lernen und eigenständige Informationsbeschaffung ausgerichtete Methodik.

Das erfordert von den Lehrern gute Kenntnisse der aktuellen Entwicklung industrieller Arbeitsprozesse und realer Arbeitsvollzüge, in denen ihre SchülerInnen diese kennenlernen bzw. in denen sie später als Facharbeiter eingesetzt sind. Von der Schule erfordert es die Schaffung von Möglichkeiten, diese Arbeitsvollzüge realitätsgerecht nachzubilden. Da diese Voraussetzungen nur in geringem Umfang gegeben bzw. zu verwirklichen sind, erscheint eine Lernortkooperation von Berufsschule und Ausbildungsbetrieb für die Umsetzung einer arbeitsorientierten Berufsbildung unverzichtbar.

Lernortkooperation sollte die Möglichkeit eröffnen, Lernfelder/Unterrichtseinheiten/Projekte gemeinsam zu planen und an beiden Lernorten durchzuführen. Nach Bedarf sollten die betriebliche Produktion und die betrieblichen Informationsträger für schulische Lernprozesse als Informationsquelle zur Verfügung stehen und als Instrument zur Fortbildung der Lehrer dienen. Kooperationspartner auf schulischer Seite sind die Lehrer und auf betrieblicher Seite bieten sich dafür die Ausbilder und in besonderer Weise betriebliche Produktionsabteilungen an, in denen ausgebildet wird. Hier sind besonders die Ausbildungsbeauftragten zu nennen. Fachleute in Betriebsabteilungen, die für die Vermittlung des Verständnisses eines vollständigen Arbeitsprozesses als sinnvoll erscheinen, sollten ebenfalls einbezogen werden.

Im Rahmen des Modellversuchs ARBI wurde von den Lehrern der beteiligten Schulen, dem Ausbildungsbetrieb und der wissenschaftlichen Begleitung ein Konzept entwickelt, die einen typischen Arbeitsprozess des beteiligten Ausbildungsbetriebes in einem Lern- und Arbeitsfeld zusammenfasst und beschreibt. Es orientiert sich bei der schulischen Umsetzung beispielhaft an einer betrieblichen Fertigungsanlage, die von Auszubildenden bedient wird (Qualifizierungsstützpunkt). Bei Bedarf werden weitere für den Arbeitsprozess bedeutende Betriebsabteilungen in den schulischen Unterrichtsproszess einbezogen.

Die Konzeption für die unterrichtliche Gestaltung von arbeitsorientiert strukturierten Lernfeldern sieht unabhängig von deren Inhalt eine Gliederung des Unterrichts in drei Phasen vor, die als curriculare Struktur und nicht als vorgegebene Reihenfolge zu verstehen ist:

- die Erkundungsphase,
- die Durchdringungsphase,
- die Vertiefungsphase.

Die *Erkundungsphase* wird in Kooperation von Ausbildungsbetrieb und Schule vorbereitet, durchgeführt und ausgewertet. Sie dient im Wesentlichen dazu, einen Überblick über den gesamten Arbeitsprozess (Prozesskette, Fertigungsanlagen, Arbeitsorganisation, Material- und Informationsfluss, Qualitätssicherung und Qualifikationsanforderungen, Arbeits- und Umweltschutz) zu erhalten und Informationen für die weitere Bearbeitung in der Durchdringungsphase zu sammeln. Sie kann in unterschiedlicher Weise realisiert werden, wie sich auch aus den nachfolgenden Unterrichtsbeispielen ergibt.

Im Zentrum steht das betriebliche Erkunden einer überschaubaren Fertigungsanlage unter Einbezug des betrieblichen Umfeldes, das sinnvollerweise auch ein betrieblicher Lernort (Qualifizierungsstützpunkt) der SchülerInnen ist.

In der *Durchdringungsphase* werden berufsspezifische und arbeitsprozessbezogene Schwerpunkte bearbeitet, die sich sowohl aus den Inhalten der Rahmenlehrpläne und den fachlichen Anforderungen des Lernfeldes als auch aus Fragestellungen ergeben, die bei der Erkundung unbeantwortet geblieben bzw. neu aufgetaucht sind. Kooperative Elemente sind dabei vom Ausbildungsbetrieb zur Verfügung gestellte Originalunterlagen und Produkte, Zeichnungen, Maschinenunterlagen, Steuerungsprogramme, Prüfunterlagen usw.

In der *Vertiefungsphase* werden Probleme und Fragestellungen aus der Durchdringungsphase vertieft oder berufsfeldübergreifende Fragestellungen aus dem Arbeitsprozess aufgegriffen. Letztere können durch die Zusammenarbeit verschiedener beteiligter Fachrichtungen (z.B. Metall, Elektro, kaufmännisch) einer Schule oder kooperierender Schulen gelöst werden.

Die Berücksichtigung betrieblicher Arbeitsprozesse im Unterricht bedeutet auf keinen Fall die Anpassung der Lerninhalte an die Interessen des jeweiligen Ausbildungsbetriebes. Aufgabe des Berufsschulunterrichtes ist es, die Betriebsabläufe, Arbeitsprozesse, Fertigungsverfahren usw. zu analysieren und die Entscheidungen für die konkreten Prozesse mit ihren Hintergründen und Zusammenhängen zu erklären, aber auch auf Widersprüche hinzuweisen und mit den Schülern Verbesserungen zu erarbeiten.

In diesem Sinne erscheint das Konzept auch auf Berufsschulklassen übertragbar, in denen Auszubildende mehrerer Betriebe vertreten sind, aber nur ein Arbeitsprozess eines Betriebes erkundet werden kann. Stehen mangels noch nicht entwickelter Lernortkooperation die Erkundungsmöglichkeiten

nicht zur Verfügung, so ist deren Anbahnung anzustreben bzw. sind Wege zu entwickeln, die im Unterricht eine Auseinandersetzung mit realen Arbeitsprozessen ermöglicht.

Unterrichtsbeispiel zum Lernfeld „Zahnradfertigung" für Industriemechaniker

Die Entwicklung des Lernfeldes Zahnradfertigung ergab sich bei dem Modellversuch ARBI aus der Kooperation zwischen den beteiligten Berufsschulen und dem Volkswagenwerk Baunatal, das Fahrzeuggetriebe herstellt und weil in einem Qualifizierungsstützpunkt Auszubildende unter Anleitung eines Ausbildungsbeauftragten Zahnräder produzieren.
Die Fertigung von Zahnrädern ist für Industriemechaniker der Fachrichtung Produktionstechnik eine anspruchsvolle und berufstypische Aufgabe, die auf sehr unterschiedliche Weise erfolgen kann und beispielhaft auch für die Produktion anderer Maschinenbauteile ist. Die Unterrichtskonzeption wurde auf der Grundlage der bereits beschriebenen Dreiphasenkonzeption von Lehrern der Modellversuchsarbeitsgruppe der Herwig-Blankertz-Schule in Wolfhagen, der wissenschaftlichen Begleitung und Ausbildern der VW Coaching GmbH erarbeitet und an der Herwig-Blankertz-Schule in Wolfhagen erprobt.

Das Lernfeld beinhaltet ...	Es schließt Inhalte aus verschiedenen bisherigen Lerngebieten/ Lehrgängen der Rahmenlehrpläne/Fächer ein:
Produktkenntnis, Arbeitsplanung, Herstellungs- und Arbeitsprozess, die Fertigungsverfahren, Maschinen und Werkzeuge, Werkstoffe und Wärmebehandlung, Facharbeitertätigkeiten (siehe Tabelle 1: planen, einrichten/umrüsten, in Betrieb nehmen, überwachen/ bedienen, Qualität sichern, instandhalten/warten), Ver- und Entsorgung und Arbeitsorganisation	z.B. Fertigungs- und Prüftechnik, Maschinen- und Gerätetechnik, Werkstofftechnik, Steuerungstechnik, Wirtschaftskunde

Die Detailplanung des Unterrichts und die organisatorische Vorbereitung der Erkundung liegt bei dem jeweils unterrichtenden Lehrer bzw. dem Lehrerteam der jeweiligen Klasse. Der Unterricht wurde in Klassen für Industriemechaniker/in der Fachrichtung Produktionstechnik im zweiten Ausbildungsjahr durchgeführt. Diese SchülerInnen werden im dritten Ausbildungsjahr im Qualifizierungsstützpunkt für die Zahnradfertigung eingesetzt.
Für die betriebliche Erkundung sollten vorher die dafür zugänglichen Betriebsbereiche und Ansprechpartner feststehen, um die Einführung sinnvoll zu strukturieren und so anzulegen, dass die Schüler Erkenntnisse gewinnen, die im schulischen Lernprozess nur schwierig zu vermitteln sind.

Die *Erkundungsphase* selbst beinhaltet eine Einführung, eine Bestandsaufnahme und die Auswertung und Dokumentation.
In der *Einführung* sollten folgende Themenschwerpunkte enthalten sein:

- Die Lerngegenstände des Lernfeldes sind zu umreißen, Informationen zu den Lerngegenständen sind zu erarbeiten und die Arbeitsmethoden sind abzustimmen.
- Die Inhalte der Erkundung sind in der Vorbereitung gemeinsam festzulegen und Fragestellungen sollen erarbeitet werden.
- Die Durchführung der Erkundung ist zu planen und zu organisieren.
- Die Auswertung und Dokumentation der Erkundungsergebnisse ist durchzuführen.

Die *Erkundung* sollte die wesentlichen Aspekte des Lernfeldes erfassen und Informationen zugänglich machen, die in der Unterrichtssituation der Schule nicht verfügbar sind. Im vorliegenden Fall wird eine Fertigungsanlage erkundet, die aus vier unverketteten Maschinen besteht, deren Werkstückzuführungen und Spanneinrichtungen von Hand bestückt werden: CNC-Doppelspindeldrehmaschine, CNC Wälzfräsmaschine, Entgratmaschine, Zahnradschabemaschine. Zur Herstellung des Zahnrades gehören Fertigungsvorgänge außerhalb der Anlage: Bohren, Härten, Honen. Auch in einer anderen Anlage wäre die Erkundung durchführbar. Themenschwerpunkte könnten sein: Die Tätigkeiten der Facharbeiter, die Arbeitsorganisation, die Planung der Fertigungsprozesse, die Maschinen und Fertigungsverfahren, Maßnahmen der Qualitätssicherung und Prüfverfahren.
Als Informationsquelle dienen die eigene Anschauung und Gespräche mit Maschinen- und Anlagenführern, Meistern, Abteilungsleitern, Planern, Fachleuten zu speziellen Detailfragen. Als Hilfsmittel dienen die von den Erkundungsgruppen selbstständig entwickelten Fragen und Arbeitsblätter, die in einem Lern- und Arbeitsheft für dieses Lernfeld zusammengefasst werden (Loseblattsammlung).
Mit der *Auswertung* werden mehrere Ziele angestrebt. Die SchülerInnen sollen während der Erkundung erhaltene Informationen aufzeichnen bzw. Informationsmaterial sammeln und so aufarbeiten und strukturieren, dass sie für die weitere Arbeit in der Durchdringungsphase brauchbar sind. Wesentliche Sachverhalte sollen logisch dargestellt werden, damit sie den anderen SchülerInnen der Klasse vermittelt und in anderen Arbeitszusammenhängen (z.B. beim Einsatz im Qualifizierungsstützpunkt oder entsprechenden Produktionsbereichen) als Informationsquelle dienen können.
In der *Durchdringungsphase* werden die Themenbereiche der Erkundung aufgegriffen. Sie sind Gegenstand der weiteren Behandlung. Dabei sind die Lernziele und Inhalte der Rahmenlehrpläne einzubeziehen. Dies kann sowohl wiederum in Gruppen mit anschließender Dokumentation als auch mit der ganzen Klasse erfolgen. In jedem Fall sollte man sich auf wenige Themen-

bereiche beschränken, deren Erarbeitung für alle SchülerInnen zu neuen Erkenntnissen führt.
Als Beispiele seien genannt:

- Verfahren zur Verzahnungsherstellung,
- Aufbau und Arbeitsweise moderner CNC-Drehmaschinen,
- Elektropneumatische Steuerung der Entgratmaschine,
- Statistische Prozessregelung (SPC), Anwendung, Auswertung und Interpretation mit Hilfe eines rechnergestützten SPC Systems,
- Arbeitsorganisation und Facharbeiterqualifikationen in der industriellen Fertigung,
- Werkstoffverhalten bei Härtevorgängen am Zahnrad und Maßnahmen zur Fehlervermeidung.

In der *Vertiefungsphase* sollen

- Detailfragen vertiefend behandelt werden, sofern durch sie allgemeine Fachkenntnisse oder Methodenkompetenz erworben werden kann, z.B. die steuerungstechnische Realisierung der Bewegungs- und Einstellvorgänge beim Wälzfräsen oder eine Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA);
- Alternativen zu den erkundeten Fertigungsabläufen und der Arbeitsorganisation entwickelt werden, z.B. Ersatz einer elektropneumatischen durch eine SPS-Steuerung;
- die gewonnenen Erkenntnisse auf die Herstellung eines anderen Zahnrades oder anderer Maschinenbauteile übertragen werden;
- berufsfeldübergreifende Problemstellungen aufgegriffen werden, z.B. Zusammenarbeit mit Industrieelektronikern bei der Wartung, Fehlersuche und Instandsetzung von Maschinen und Anlagen.

Für alle Unterrichtsphasen bietet es sich an, *Lern- und Arbeitsaufgaben* zu formulieren, die den Schülern durch klare Aufgabenbeschreibung ein strukturiertes Lernen ermöglichen und die beispielhaft in einem Lern- und Arbeitsheft für dieses Lernfeld zusammengefasst sind (Loseblattsammlung).

Unterrichtsbeispiel zum Lernfeld „Gehäusefertigung" für Industrieelektroniker

Für die Erkundungsphase des Qualifizierungsstützpunktes Gehäusefertigung ist der erste Schultag einer Blockwoche vorgesehen. Die Schüler (es handelt sich hier um eine reine VW-Klasse) treffen sich mit ihren Lehrern (hier waren es zwei) im Ausbildungsbetrieb. Der Ablauf dieses Tages ist durch eine zweistufige Erkundungsphase geprägt. Nach einer kurzen Einführung erhalten die Auszubildenden den ersten Arbeitsauftrag, der Bestandteil eines anlagenspezifischen Lernheftes ist, und gehen dann zur Fertigungsanlage.
Mit dem ersten Erkundungsauftrag sollen die Auszubildenden den Arbeits- und Geschäftsprozess an dieser Anlage kennenlernen, wobei ihnen der Ausbildungsbeauftragte und die gerade anwesenden Auszubildenden als Gesprächspartner zur Verfügung stehen. Die „Handlungs- und Tätigkeitsfelder", denen je zwei exemplarische Fragen zugeordnet wurden, sollen eine erste Hilfe sein. Die Lehrer hatten die Fragen vorgegeben.

Produktionsplanung/ -steuerung	Welche Vorbereitungen müssen getroffen werden, bevor der Arbeitsprozess gestartet wird? Woher kommen die Rohteile für den Produktionsprozess? Wohin gehen die bearbeiteten Teile nach diesem Fertigungsprozess?
Einrichten/ Umrüsten	Welche Werkzeuge werden an den Maschinen eingesetzt? Welche Messgeräte und Lehren werden verwendet?
Inbetriebnahme/ Optimierung	Wie erfolgt die Entsorgung von Schmierstoffen und Spänen? Welche Unfallverhütungsvorschriften sind zu beachten?
Überwachung/ Bedienung	Welche Tätigkeiten hat ein Facharbeiter während des Fertigungsprozesses auszuführen? In welchen Intervallen müssen Werkzeuge durch wen gewechselt werden?
Qualitätsprüfung/ -sicherung	Wie geschieht die Qualitätssicherung? Was versteht man unter der statistischen Prozessregelung?
Instandhaltung	Welche Wartungs- und Instandhaltungstätigkeiten fallen an der Anlage an? Welche Störungen treten auf? Wie werden sie dokumentiert?

Für die folgende zweite Erkundungsphase, die bereits in die Durchdringungsphase überleitet, werden die Auszubildenden in Gruppen eingeteilt, denn jetzt sollen die fachspezifischen Inhalte der Anlage erschlossen werden. Dazu sind folgende Themenschwerpunkte von den Lehrern herausgearbeitet worden:

- Grundlagen der CNC-Fertigung,
- Positionsmesssysteme für CNC-Maschinen,
- elektrische Antriebe in einem Bearbeitungszentrum, Elektromotoren mit Frequenzumrichter,
- Arbeitsorganisation.

Die Lernaufgaben sind so konzipiert, dass mit Hilfe von Leitfragen die wesentlichen Informationen an den Arbeitsplätzen erfasst werden können. Die Spezifizierung der Leitfragen ist von der Jahrgangsstufe abhängig und den durch den Lehrplan vorgegebenen Inhalten. Während ein Themenschwerpunkt dem Berufsfeld Elektrotechnik zuzuordnen ist, fällt das bei den Schwerpunkten zur CNC-Technik weniger leicht. Die Industrieelektroniker, die später bei VW eingesetzt werden, finden im wesentlichen ihren Arbeitsplatz im

Produktionsprozess als Anlagenführer, von daher sollten sie Überblickswissen zur CNC-Technik erwerben. Ebenso ist das Gebiet „Arbeitsorganisation" zu verstehen. Leitfragen dazu: „Was versteht man unter einer flexiblen Fertigung? Was ist zu tun, wenn der Materialfluss stockt?" Diese Abweichung vom bestehenden Rahmenplan wird in Kauf genommen.
In den folgenden drei Tagen haben die Auszubildenden in der Berufsschule ausreichend Zeit, ihre gruppenspezifischen Themen selbständig auszuarbeiten. Die im Arbeitsheft enthaltenen Aufgaben sind so konzipiert, dass neben den konkreten Aufträgen auch fachspezifische Informationen vorgegeben sind. Zur Vorbereitung der abschließenden Dokumentation und Präsentation bekommen die SchülerInnen Hinweise zu folgenden Themen:

- Wie sollte eine Dokumentation aussehen?
- Welche Aufgaben haben Präsentationen?
- Wie sollen oder können Präsentationen aussehen?

Die Rolle der Lehrer verändert sich während dieser Erarbeitungsphase hin zum Moderator und Informationsbereitsteller. Wichtig ist, dass für jeden Schwerpunkt Materialien bereitliegen, die über die üblichen Berufsschullehrbücher hinausgehen. Das können Firmendruckschriften, Reparatur- und Einbauanleitungen sowie technische Datenblätter sein. Für die CNC-Technik wurde eine Simulations-Software zur Verfügung gestellt.
In der Erarbeitungsphase haben die Schüler die Möglichkeit, ihre eigene Lernkompetenz zu erfahren. Ferner werden sie durch die Gruppenarbeit veranlasst, ihre Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit zu steigern, denn sie sollen am letzten Tag der Projektwoche die Arbeitsergebnisse ihrer Gruppenarbeit dokumentieren und präsentieren (Vertiefungsphase). Die Bewertungskriterien für ihre Arbeiten sind vorher mit den SchülerInnen abgestimmt worden.
Was verändert sich durch diese Form des Unterrichts? Neben den obengenannten überfachlichen Qualifikationen wird bei den meisten Auszubildenden die Kreativität gefördert. Ein Großteil von ihnen nutzt zur Verfügung stehende Computer, um mit Office-Programmen ihre Ausarbeitungen zu schreiben und ihre Präsentationen vorzubereiten. Wie sieht die Einbindung der fachlichen Inhalte in den bestehenden Rahmenplan aus? Wenn man eine branchentypische Fertigungsanlage arbeitsorientiert durchdringt, wird den Auszubildenden plötzlich klar, dass die bislang in Lehrgängen abgehandelten fachtheoretischen Themen miteinander in Beziehung stehen. Dies ist anschaulich am Beispiel „Antriebstechnik" darzustellen. Elektromotoren als Antriebsmaschinen für Werkzeugmaschinen sind ohne den Einsatz von Leistungselektronik und Regelungstechnik kaum mehr in der Lage, die heutigen anspruchsvollen Aufgaben zu erfüllen. Überdies stehen die Motoren mit dem Versorgungsnetz in Verbindung, so dass neben Netzrückwirkungen auch die Schutzmassnahmen zu behandeln sind.
Im Rahmen des Modellversuchs konnten nur zwei bis drei Lernfelder arbeitsorientiert behandelt werden. Dies hat bereits positive Auswirkungen auf den

ansonsten eher lehrgangsorientierten Unterricht, denn die fachsystematisch und technikorientierten Inhalte der Lehrgänge können so immer wieder auf die bekannten Arbeitsplätze bzw. Arbeitsprozesse bezogen werden, die Auszubildende und Lehrer kennen.

Literatur

BMWi DER BUNDESMINISTER FÜR WIRTSCHAFT (Hrsg.): Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen vom 15. Januar 1987; verkündet im Bundesgesetzblatt, Teil I, S. 274 ff., Bonn, 15. Januar 1987. In: Sonderdruck des IFA-Institut für berufliche Aus- und Fortbildung – Herausgeber des Informationsdienstes „Technische Innovation und berufliche Bildung". Bonn, TIBB-Redaktion, TIBB-INFO METALL o. J.

BMWi DER BUNDESMINISTER FÜR WIRTSCHAFT (Hrsg.): Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Elektroberufen und zum Kommunikationselektroniker/zur Kommunikationselektronikerin im Bereich der Bundespost vom 15. Januar 1987; verkündet im Bundesgesetzblatt, Teil I, S. 199 ff., Bonn, 22. Januar 1987. In: Sonderdruck des IFA-Institut für berufliche Aus- und Fortbildung – Herausgeber des Informationsdienstes „Technische Innovation und berufliche Bildung". Bonn, TIBB-Redaktion, TIBB-INFO ELEKTRO o.J.

PETERSEN, A. W..: Arbeitsorientierte Berufsbildung – Gestaltung und Erprobung von Lernprozessen in neuen kooperativen Ausbildungs- und Organisationsformen für die Berufsausbildung in Berufsschule und Ausbildungsbetrieb. Vortrag anlässlich der „Berufsbildungstage Nordhessen. 20.-23.11.1996". Veröffentlicht in: VW Coaching Gesellschaft mbH: Rückblick – Bilanz – Perspektiven. Dokumentation. Baunatal, o.J.

ULICH, E.: Arbeitspsychologie. Zürich/Stuttgart 1992.

ULICH, E.: Mensch-Technik-Organisation: Ein europäisches Produktionskonzept. In: FRIELING E u.a. (Hrsg.): Neue Ansätze für innovative Produktionsprozesse. Kassel 1997.

SPÖTTL, G.: Kfz-Mechatroniker: Entwicklung eines zukunftsorientierten europäischen Berufsbildes. In: RAUNER,F./SPÖTTL, G. (Hrsg.): Auto, Service und Beruf in Europa: Ergebnisse der Europäischen Automobilkonferenz am 2. und 3. Dezember 1994 in Luxemburg, Bremen 1994, S. 65-72.

Hinweise

Unterrichtsunterlagen und Anregungen zur Gestaltung arbeitsorientierten Unterrichts können bei den beiden Projektkoordinatoren der Modellversuchsschulen angefragt werden. Der 2. Zwischenbericht des Modellversuchs ARBI liegt vor und kann von den genannten Autoren bezogen werden. Informationen zur Neugestaltung der betrieblichen Berufsausbildung und zur Lernortkooperation aus betrieblicher Sicht können beim Lernortkoordinator angefragt werden.

Anmerkung

1 Der Modellversuch „Arbeitsorientierte Berufsbildung" (ARBI) wird vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie sowie vom Kultusministerium des Landes Hessen gefördert. Die Projektleitung und die Geschäftsführung erfolgt durch das Hessische Landesinstitut für Pädagogik (HeLP) in Wiesbaden. Die Wissenschaftliche Begleitung dieses Modellversuchs erfolgt durch das Fachgebiet Berufs- und Fachdidaktik am Fachbereich Elektrotechnik der Universität Gesamthochschule Kassel. Als Modellversuchsschulen sind die Herwig-Blankertz-Schule in Hofgeismar/Wolfhagen und die Oskar-von-Miller-Schule in Kassel beteiligt. Die VW Coaching Gesellschaft mbH Niederlassung Kassel in Baunatal ist als Ausbildungsbetrieb in den Modellversuch einbezogen. In den Schulen und im Betrieb werden verschiedene Klassen des zweiten und dritten Ausbildungsjahres o.g. Berufe berücksichtigt. Die Laufzeit des Modellversuchs hat am 1.12.1995 begonnen, endete am 31.12.1998 und wurde verlängert bis 31.3.1999.

Horst Herr:

Mechanik der festen Körper. Technische Physik Band 1.

Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten 1991,
212 Seiten, ISBN 3-8085-5121-6, 39 DM

Mechanik der Flüssigkeiten und Gase. Technische Physik Band 2.

Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten 1994,
15 Seiten, ISBN 3-8085-5052-X, 33 DM

Wärmelehre, Technische Physik Band 3.

Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten 1994,
263 Seiten, ISBN 3-8085-5062-7, 49 DM

Schwingungen und Wellen. Technische Physik Band 4.

Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten 1994,
205 Seiten, ISBN 3-8085-5181-X, 43 DM

Ewald Bach:

Elektrizitätslehre. Technische Physik Band 5.

Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten 1997,
230 Seiten, ISBN 3-8085-5211-5, 49 DM

Die vorliegende Lehrbuchreihe zur „Technischen Physik" mit den Einzelbänden 1-5 zeichnet sich u.a. dadurch aus, dass die fachlichen Inhalte gut gegliedert, übersichtlich, gestrafft und anschaulich dargestellt wurden. Auswahl, Umfang und Darstellung der Lehr- bzw. Lerninhalte der Buchreihe orientieren sich an den Lehrplänen der „Zweijährigen Fachschulen" (Technikerschulen) der Kultusministerien der Bundesländer. Da es sich bei den ausgewählten Lehr- bzw. Lerninhalten im wesentlichen um physikalisch-technisches Grundlagenwissen handelt, können die Bücher auch im Unterricht der Technischen Gymnasien, der Fachoberschulen Technik sowie für die beruf-

liche Fortbildung genutzt werden. Auch für die Studenten der Fachhochschulen und Universitäten kann das Studium der Buchreihe hilfreich sein.
Der didaktische Konzeptansatz der einzelnen Bände ist positiv zu bewerten. Das betrifft sowohl die Aufschlüsselung der Lehr- bzw. Lerninhalte nach thematisch ausgerichteten Lektionen als auch die Gliederung der Lektionen nach Informations-, Muster-, Übungsaufgaben und Vertiefungsaufgabenteil. Damit wird insbesondere auch den verschiedenen Anspruchsebenen der Nutzer Rechnung getragen, mit zunehmendem Selbständigkeitsgrad zum Lernziel zu gelangen.
Der Praxisbezug der Buchreihe, hier die Verbindung von Physik und Technik, ist durchweg spürbar. Das bezieht sich insbesondere auf die Wahl der Beispiele für die Übungs-, Muster- und Vertiefungsaufgaben. Die dargestellten Lösungsgänge für die Übungsaufgaben ermöglichen dem Lernenden die Kontrolle und Bewertung seines Bemühens bei der Erarbeitung von Lernstoff, was sich als ein bedeutsames psychologisches Moment (Lernerfolg) für die Beschäftigung mit dem Sachgegenstand auswirken kann.
Die Handhabung der einzelnen Bände ist nutzerfreundlich, bedingt auch durch ihren strukturellen Aufbau und die Farb- und Symbolkennzeichnungen.
Aus den vorgelegten Materialien sprechen langjährige Berufserfahrungen in den einzelnen Fachbereichen. Herausgeber und Autoren wissen um das didaktisch-methodische Geschehen im Lehr- und Lernprozess. Insofern stellt die Lehrbuchreihe „Technische Physik" durchaus eine Bereicherung des Lehrbuchsektors dar und kann Schülern, Studenten und Lehrern zur Nutzung empfohlen werden.
Die vorstehenden Aussagen treffen gleichermaßen für das 1997 von den Autoren Herr, H., Bach E., Maier U. im gleichen Verlag erschienene Lehr- und Aufgabenbuch zur Technischen Physik zu, das im Wesentlichen ein Komprimat der Bände 1-5 darstellt.

Joachim Moyé

Bernhard Bonz:

Methoden der Berufsbildung. Ein Lehrbuch.

Hierzel Verlag Wiesbaden 1999. Reihe weiterlernen,
146 Seiten, 47 Abbildungen; ISBN 3-7776-0866-1; 58 DM

„Methoden der Berufsbildung" – der Titel klingt mit dem Bezug zur Berufsbildung schon etwas ungewöhnlich. Und mit dem Untertitel „Ein Lehrbuch" wird deutlich, dass Bonz den Versuch unternommen hat, ein Lehrbuch zur Unterrichtsmethodik für berufliche Schulen zu verfassen. Meistens beziehen

sich Lehrbücher zur Unterrichtsdidaktik und -methodik vor allem auf den Unterricht an allgemeinbildenden Schulen. Insofern war es überfällig, ein Äquivalent für berufliche Schulen zu verfassen.
Bernhard Bonz lässt offen, weshalb er den Band nicht „Didaktik und Methodik der Berufsbildung" genannt hat, weil doch Wechselwirkungen zwischen Didaktik und Methodik nicht zu leugnen sind. Im ersten Kapitel wird diese Beziehung dann auch geklärt, wobei allerdings der Akzent deutlich auf die Methoden gesetzt wird. Konsequent wird eine „Systematik der Methodik" gleich im ersten Kapitel entwickelt. Diese wird zwar nicht näher theoretisch begründet oder fundiert. Ihre Funktionalität ist jedoch deutlich sichtbar und erfreut sicherlich den Unterrichtspraktiker, weil beispielsweise klar und übersichtlich aufgezeigt wird, was eine methodische Struktur ausmacht und welche Entscheidungsebenen dazugehören.
Der Systematik der Methodik folgen traditionelle Unterrichtsformen, Handlungsorientierung, Medien und Computereinsatz, Methoden betrieblicher Berufsbildung und besondere methodische Aspekte. Alle wichtigen methodischen Varianten und „Anwendungen" sind sehr verständlich dargelegt, so dass Leserinnen und Leser sich einen umfassenden Überblick über wichtige Methoden und Unterrichtsformen verschaffen können. Vertiefende Erläuterungen zu einzelnen Sozialformen, methodischen Varianten u.a. werden durch Kästen hervorgehoben. Allerdings fällt auch auf, dass Unterrichtskonzepte, die sich nicht in die Bonz'sche Systematik einordnen lassen, unberücksichtigt bleiben. Das trifft zum Beispiel für den gestaltungsorientierten Unterricht zu.
Das Buch, wie schon erwähnt als Lehrbuch angelegt, folgt klar und konsequent einem pragmatischen Ansatz mit dem Ziel, einen Beitrag zur Unterrichtspraxis zu leisten, indem der Bogen von traditionellen Methoden zu aktuellen Ansätzen der Handlungsorientierung gespannt wird, ohne dass theoretische Überhöhungen stattfinden. Das sichert besondere Prägnanz bei den Ausführungen.
Für Studierende der Berufs- und Wirtschaftspädagogik, für Referendare, Lehrer und Weiterbildner kann der vorgelegte Band ohne Einschränkungen empfohlen werden, weil zentrale Unterrichtswerkzeuge verständlich erläutert und Begriffe des „Unterrichtswesens" überzeugend beschrieben werden.
Erfreulich ist auch die ästhetisch ansprechende und sorgfältige Anlage des Buches, ergänzt um eine gezielte Auswahl von Illustrationen und einer klaren Gliederung.

Georg Spöttl

Fachtagung Elektrotechnik & Metalltechnik 99

11. bis 13. November 1999, Mannheim/Ludwigshafen

Neue Ausbildungsberufe mit berufsfeldübergreifendem Zuschnitt verändern die Berufsbildungslandschaft – und damit auch die Anforderungen an Ausbilder/-innen und Lehrer/-innen. IT-Berufe oder der Ausbildungsberuf „Mechatroniker/Mechatronikerin" sind nur der Anfang einer Entwicklung, deren Ergebnis darin bestehen könnte, dass in Zukunft „die" Elektroberufe oder „die" Metallberufe nur noch einen geringen Teil unserer Ausbildungs- und Unterrichtsarbeit betreffen. Hiermit gehen neue didaktische Forderungen der Kultusministerkonferenz nach der Ausbildung in sogenannten Lernfeldern einher, mit denen die traditionelle Fächerstruktur abgelöst wird.
Wie reagieren Ausbildungsbetriebe und berufsbildende Schulen, wie reagieren die Bundesländer auf solche Entwicklungen? Welche Erfahrungen liegen bislang mit neuen Ausbildungs- und Unterrichtskonzeptionen vor? Welches sind Beispiele für innovative Ausbildung und Unterricht, an denen interessierte Berufsbildungsfachleute sich orientieren und von denen sie lernen können?
Mit diesen Fragen beschäftigt sich die Fachtagung Elektrotechnik und Metalltechnik 99, die unter dem Leitthema

Lernen und Lehren in neuen Ausbildungsberufen und Lernfeldern – Erste Erfahrungen aus der Ausbildungs- und Unterrichtspraxis

in Mannheim/Ludwigshafen stattfindet. Angeboten werden Vorträge, Betriebsexkursionen und Workshops, die sich mit dieser Thematik befassen und Lösungsansätze am Beispiel der Automatisierungstechnik, Kommunikationstechnik und Mechatronik aufzeigen wollen. Einen besonderen Schwerpunkt der Fachtagung bildet der am 13.11. angebotene Infomarkt mit einer großen Anzahl an Ausstellungsbeiträgen und Präsentationen sowie mit einem umfangreichen Ausstellungsangebot von Lehrmittelherstellern und -verlagen.

Veranstaltungsprogramm

Donnerstag, 11.11.1999
(Siemens AG, Dynamostr. 4, Mannheim)

14.00 bis 18.00:

Lernen und Lehren in neuen Ausbildungsberufen und Lernfeldern
Einführungsvorträge von Vertretern der KMK, der Tarifpartner, der Wissenschaft und des Bundesinstituts für Berufsbildung:

- Stand der Lernfelddiskussion in der Kultusministerkonferenz
- Lernfeldkonzept – Ausgestaltung und Umsetzung in gewerblich-technischen Ausbildungsberufen
- Lernfelder – und kein Ende? Zum Stand der Neuordnung der industriellen Ausbildungsberufe
- Neue Berufe und Lernfelder – Einschätzungen aus Arbeitnehmersicht

Lernfeldkonzept und neue Ausbildungsberufe – Ein Fortschritt in der dualen Berufsausbildung? – Podiumsgespräch und Diskussion mit Tagungsteilnehmern

19:00 bis 24:00:

Eventprogramm im Landesmuseum für Technik und Arbeit, Mannheim

Freitag, 12.11.1999

9.00 bis 12.00:

Präsentationen: Ausbildungspraxis in neuen Ausbildungsberufen

E 1: Mechatronik – Industrielandschaft als praxisnahe Ausbildungsstätte für berufsfeldübergreifende Ausbildungsprojekte
BASF AG, Ludwigshafen

E 2: Lernortintegrierte Ausbildung am Beispiel: Fertigungsmechaniker
DaimlerChrysler AG, Mannheim

E 3: Lerninsel – Ein Ausbildungskonzept
John Deere, Mannheim

14.00 bis 17.00:

Workshops zu thematischen Schwerpunkten

W 1: Automatisierungstechnik: Busse – Netze – Kommunikation
Ansprechpartner: Dieter Zastrow
Werner-von-Siemens-Schule, Mannheim

W 2: Kommunikationstechnik: Lernen und Lehren in IT- und Medienberufen
Ansprechpartner: Klaus Jenewein, Ulrich Heitmann
Siemens AG, Niederlassung Mannheim

W 3: Mechatronik: Arbeitsfelder und Umsetzungskonzepte in der betrieblichen und schulischen Ausbildung
Ansprechpartner: Dieter Hasselhof, Helmut Ulmer, Rüdiger Tauschek
Berufsbildende Schule Technik I, Ludwigshafen

W 4: Metalltechnik: Zur Bedeutung der Lernfelder
Ansprechpartner: Bernd Mahrin
Carl-Benz-Schule, Mannheim

Samstag, 13. 11. 1999
Werner-von-Siemens-Schule, Mannheim

9.00 bis 13.00:

Infomarkt „Ausbildung und Unterricht in den Berufsfeldern Elektrotechnik und Metalltechnik" – Lehr-/Lernsysteme, Präsentationen, Ausstellungsbeiträge, Gespräche

Präsentationen – Kurzbeiträge – Diskussion
Berufsbildungspraxis
- Multimedia in der Lehrerausbildung: Lernsystem „Technische Informatik"
- Das Internet als Lerngegenstand und –umgebung
- Netzbasierte Informationen für die Bearbeitung von Lern- und Arbeitsaufgaben
- Regional- und kundenorientiertes Dienstleistungsverhalten: Beispiel Gebäudeautomation
- Instabus-S in der Unterrichtspraxis
- Lernen im Team – Drei projektorientierte Aufgaben zur Feldbustechnik
- Förderung von Arbeitsprozess-Kompetenzen in der busgestützten Automatisierungstechnik
- Elektrischer Garagentoröffner als Beispiel für ein mechatronisches System

Umsetzungsbeispiele für die Lernfeldkonzeption
- Lernfeld „Automatisierung"
- Lernfelder im Berufsgrundschuljahr
- Lernfelder für Grund- und Fachbildung: Curriculare Gesamtkonzeption
- Lernfelder als Basis für dual-kooperative Curriculumentwicklung

Ausstellungsbeiträge von Lehrmittelherstellern und Schulbuchverlagen
- Lehr- und Lernmedien für Ausbildung und Unterricht in Elektro- und Metallberufen
- Mechatronische Lernsysteme
- Multimediale Lernsysteme für Ausbildung, Unterricht und Studium
- Printmedien für Ausbildung und Unterricht in Elektro- und Metallberufen

Nähere Informationen und Anmeldeunterlagen sind erhältlich beim

Tagungsbüro der BAG-Fachtagung „Elektrotechnik und Metalltechnik '99"

Werner-von-Siemens-Schule
Neckarpromenade 17
68167 Mannheim

Telefon: 0621/293-76 49
Fax: 0621/293-76 49
Email: wvs@mannheim.de

oder im Internet unter www.biat.uni-flensburg.de/bag.

Die BundesArbeitsGemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik e.V. informiert

Die 11. Hochschultage Berufliche Bildung 2000 werden vom

22. – 24. 3. 2000 an der Universität Hamburg

durchgeführt. Das Leitthema der Hochschultage lautet:

Berufliche Bildung zwischen innovativer Programmatik und offener Umsetzung

Wie in den vergangenen Jahren auch, wird sich die BAG Elektrotechnik an den Hochschultagen mit einer Fachtagung beteiligen. Diese Fachtagung findet am **22. und 23. 3. 2000** unter folgender Thematik statt:

Berufswandel und Reformbedarf im Berufsfeld Elektrotechnik – Gestaltungspotentiale, Chancen und Herausforderungen –

Die BAG Elektrotechnik lädt zu dieser Fachtagung alle an der Berufsbildung Beteiligten und Interessierten des Berufsfeldes Elektrotechnik ein und fordert zur aktiven Mitgestaltung durch Beiträge aus den Berufsschulen, Betrieben, Hochschulen und sonstigen Instituten und Berufsbildungseinrichtungen auf. Zielsetzung der Fachtagung soll die Aktualisierung der Diskussion zur Zukunft des Berufsfeldes Elektrotechnik sein, die auf den letzten Hochschultagen Berufliche Bildung '98 von der BAG Elektrotechnik in Dresden aufgenommen wurde und mit der Jahrestagung 1999 der BAG Elektrotechnik in Mannheim vom 11.-13.11.99 zum KMK-Lernfeld-Konzept fortgeführt wird. Insbesondere soll es z.B. um neue Überlegungen der KMK und des DIHT zur Weiterentwicklung der Berufsausbildung und Ausbildungskonzepte hin zu veränderten Berufsstrukturen und Rahmenvorgaben gehen. Welche Gestaltungspotentiale eröffnen sich über neue Berufe und Lern- und Arbeitsfelder zur Energie- und Kommunikationstechnik, zur Informations- und Medientechnik für die Ausbildung und den Unterricht im Berufsfeld Elektrotechnik? Entwickelt sich die „Elektrotechnik" dabei zu einem nachfragegesteuerten Steinbruch für Anwender und Dienstleister? Oder kommen ihr erkenntnisleitende Gestaltungsstrukturen im Zusammenspiel von qualitätsgerechter, beruflicher Facharbeit und Berufsbildung zu? Es scheint notwendig, die Anteile der Elektrotechnik/Informationstechnik für die gesamte Arbeitswelt

deutlicher zu erfassen, um Berufe und berufsfachliche Kompetenzen in der Aus- und Weiterbildung neu und begründbar einzufordern.

Arbeitstitel und Inhaltsschwerpunkte für die drei Themenblöcke der Fachtagung:

- Basisberufe und/oder Kernberufe, integrierte Berufsbildungspläne, Lernortkooperationen
- Innovative Berufsbildungskonzepte, neue Lernfeldstrukturen und Lern- und Arbeitsaufgaben
- Modularierungen und Zertifizierungen in der Aus- und Weiterbildung
- Aktuelle Berufsbildungkonzepte vor Ort (Hamburg und Umgebung)
- Zukunftsorientierung des Berufsfeldes Elektrotechnik
- Neuordnungen der Handwerks- und IHK-Berufe, Gestaltungspotientiale der Elektrotechnik

Anmeldung der Beiträge
Beiträge sollen mit einer Kurzfassung, Umfang max. 2 Seiten, bis zum 15. 11. 1999 über die Geschäftsstelle der BAG Elektrotechnik angemeldet werden. Die Entscheidung über die Annahme erfolgt bis zum 31.12.1999.

Tagungsmaterialien
Für die Fachtagung soll ein Hand-Out mit den Kurzfassungen jedes Beitrags erstellt werden. Es ist geplant, die zur Veröffentlichung geeigneten Tagungsbeiträge nach der Tagung in einem Buch zu veröffentlichen.

Vorbereitungsteam der BAG Elektrotechnik
Prof. Dr. A. Willi Petersen (Universität Flensburg), Dr. Bernd Lübben (BBS 4, Hannover), Klaus Segelke (Hamburg), Werner Heuer (G10, Hamburg), Prof. Dr. Eckart Pfeiffer (TU Hamburg-Harburg)

Adresse
BAG Elektrotechnik e.V., Geschäftsstelle,
biat – Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik
Universität Flensburg Telefon: 0461/1413520/10
Munketoft 3 Fax 0461/1413511
24937 Flensburg e-mail: awpetersen@biat.uni-flensburg.de

www.biat.uni-flensburg.de/bag

Die BundesArbeitsGemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Metalltechnik e.V. informiert

Die 11. Hochschultage Berufliche Bildung 2000 werden vom

22. – 24. 3. 2000 an der Universität Hamburg

durchgeführt. Das Leitthema der Hochschultage lautet:

Berufliche Bildung zwischen innovativer Programmatik und offener Umsetzung

Die BAG Metalltechnik wird sich an den Hochschultagen mit einer Fachtagung beteiligen. Diese Fachtagung findet am 22. und 23. 3. 2000 unter folgendem Leitthema statt:

Neue Leitbilder für die metalltechnische Berufsausbildung

Die BAG Metalltechnik lädt zu dieser Fachtagung alle an der metalltechnischen Berufsbildung Beteiligten und Interessierte ein und fordert zur aktiven Mitgestaltung durch Beiträge aus den Berufsschulen, Betrieben, Hochschulen und sonstigen Instituten und Berufsbildungseinrichtungen auf. Die Beiträge sollen sich auf die generelle Einführung zum Thema der Fachtagung (Eröffnungsvorträge) und auf die Themen der drei Arbeitskreise beziehen:

Arbeitskreis „Versorgungstechnik":
Thema: Gewerkeübergreifende Ausbildung im Handwerk
Organisation: Michael Sander (ITB, Bremen)

Arbeitskreis „Kraftfahrzeugtechnik":
Thema: Berufsbildung für einen neuen Umgang mit Komplexität im Kfz-Service
Organisation: Ralf Scheele, Georg Spöttl (biat, Flensburg)

Arbeitskreis „Produktions- und Fertigungstechnik":
Thema: Neue Leitbilder der industriellen Produktion und Gestaltungschancen für Ausbildung und Unterricht
Organisation: Bernd Mahrin (TU Berlin)

Vorbereitungsteam der BAG Metalltechnik:
Bernd Mahrin (TU Berlin), Michael Sander (ITB, Bremen), Reiner Schlausch (ITB, Bremen), Georg Spöttl, Ralf Scheele (biat, Flensburg)

Tagungsmaterialien
Für die Fachtagung soll ein Hand-Out mit den Kurzfassungen jedes Beitrags erstellt werden. Es ist geplant, die zur Veröffentlichung geeigneten Tagungsbeiträge nach der Tagung in einem Buch zu veröffentlichen.

Adresse
BAG Metalltechnik e.V.
c/o Institut Technik und Bildung
Reiner Schlausch Telelfon: 0421/218-2146
Wilhelm-Herbst-Str. 7 Fax: 0421/218-4624
28539 Bremen e-mail: reiner.schlausch@uni-bremen.de

www.biat.uni-flensburg.de/bag

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

BRETHEUER, Klaus-Otto
Oberstudienrat, Ing.-grad., Berufsschullehrer an der Herwig-Blankertz-Schule, Liemeckestr. 4, 34466 Wolfhagen

BUNZEL, Wolfgang
Oberstudienrat, Ing.-grad.; Modellversuch Arbeitsorientierte Berufsbildung, Universität Gesamthochschule Kassel, Wilhelmshöher Allee 73, 34121 Kassel

EHRLICH, Klaus
Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut Technik & Bildung der Universität Bremen, Wilhelm-Herbst-Straße 7, 28359 Bremen

FISCHER, Martin
Privatdozent, Dr. phil., Wissenschaftlicher Oberassistent am Institut Technik & Bildung der Universität Bremen, Wilhelm-Herbst-Straße 7, 28359 Bremen

KONRADT, Udo
Prof. Dr., Christian-Albrechts-Universität Kiel, Arbeits-, Organisations- und Marktpsychologie, Olshausenstraße 62, 24098 Kiel

MOYÉ. Joachim
Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Metall- und Maschinentechnik/Berufliche Didaktik, Universität Dresden, Mommsenstr. 13, 01069 Dresden

SCHÄFER, Hartmut
Dipl.-Ing., Berufspädagoge, VW Coaching Gesellschaft mbH, Niederlassung Kassel, Postfach 1451, 34219 Baunatal

PETERSEN, Willi; SPÖTTL, Georg
Prof. Dr., Universität Flensburg, Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik, Berufliche Fachrichtung Elektro- und Metalltechnik, Munketoft 3, 24937 Flensburg

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

VOLLMER, Thomas
Dr., Dipl.-Ing. (FH), Leiter des Fachgebietes Berufs- und Fachdidaktik im Fachbereich Elektrotechnik der Universität Gesamthochschule Kassel, Willhelmshöher Allee 73, 34121 Kassel

ARBEITSGEMEINSCHAFT DER HOCHSCHULINSTITUTE
FÜR GEWERBLICH-TECHNISCHE BERUFSBILDUNG

HGTB

Sprecher:
Prof. Dr. A. Willi Petersen
Universität Flensburg
biat – Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik
Berufliche Fachrichtung Elektrotechnik / Informatik

Call for Papers

Inhalte und Formen rechnergestützter Facharbeit – Gestaltungsorientierte Berufsbildung und Qualifizierung

12. HGTB-Fachtagung vom 22. bis 24. Juni 2000 an der Universität Bremen

In Industrie, Handwerk und Dienstleistung unterliegen die Inhalte und Formen rechnergestützter Facharbeit gegenwärtig einem tiefgreifenden Wandel. Dieser Wandel ist zum einen durch das Zusammenwachsen von Computern, Medien und Netzen induziert, zum andern wird er durch neue Organisationsformen beruflichen Arbeitens und Lernens in den Unternehmen herbeigeführt. Die Dynamik dieses Wandels ist Gegenstand vielfältiger Kontroversen; seine Grundlagen und Gestaltungsoptionen sind jedoch bislang für die Weiterentwicklung beruflicher Bildung wenig erschlossen. Deutlich wird allerdings, dass berufliche Bildung nicht nur auf die existierende Arbeitswirklichkeit sondern auch auf die Mitgestaltung zunehmend offener rechnergestützter Arbeitsprozesse verwiesen ist.
Dieser Zusammenhang zwischen Technik, Arbeit und Bildung steht deshalb im Mittelpunkt der 12. HGTB-Fachtagung. Und diesem komplexen Wechselverhältnis soll in drei Themenschwerpunkten nachgegangen werden. Aus der Perspektive von Arbeit, Technik und Bildung ergeben sich je spezifische Forschungs- und Entwicklungsaufgaben:

1. Themenschwerpunkt Arbeit: In dieser Perspektive geht es um die Implikationen und Optionen für die Arbeitsgestaltung, die sich aus dem Wandel der technischen Gegenstände, Mittel und Verfahren sowie der Gestaltungs- und Handlungskompetenz der Fachkräfte ergeben.

2. Themenschwerpunkt Technik: In dieser Perspektive sind die Implikationen und Optionen für die Technikgestaltung relevant, die aus der Entwicklung der Organisation und der Inhalte der Arbeit sowie des Arbeitsprozesswissens resultieren.
3. Themenschwerpunkt Bildung: In dieser Perspektive soll nach den Implikationen und Optionen für die Kompetenzentwicklung gefragt werden, die sich aus dem Wandel der Arbeit sowie der Hard- und Softwaresysteme ergeben.

Die Beiträge sollen auf Konzepten und Ergebnissen von Forschungs- und Entwicklungsprojekten oder Modellversuchen basieren. Beiträge können in unterschiedlicher Form erbracht werden. Als wissenschaftlicher Vortrag, als Impulsreferat in einem Workshop oder als Präsentation eines Praxisbeispiels; etwa aus der universitären Lehre, aus der beruflichen Arbeits- und Bildungspraxis oder aus der Technikentwicklung. Mit jedem Beitrag ist daher anzugeben

- der Themenschwerpunkt und
- die Form des Beitrages.

Neben den Beiträgen zu den drei Themenschwerpunkten können auch „freie Beiträge" zum Rahmenthema eingereicht werden.

Verfahren
Beiträge müssen anhand des beiliegenden Anmeldeformulars und einer 2-seitigen Kurzfassung bis zum **15. Dezember 1999** eingereicht werden.
Bitte benutzen Sie für die Erstellung der Kurzfassung möglichst die vorbereitete Dokumentvorlage (Word97-Format); abrufbar unter
http://www.biat.uni-flensburg.de/hgtb/.
Das beiliegende Anmeldeformular senden Sie bitte als Deckblatt zusammen mit der Kurzfassung (als Ausdruck und als Datei) an die **Geschäftsstelle der HGTB.**
Die Benachrichtigung über die Annahme der Beiträge erfolgt bis spätestens 15. Februar 2000.
Die Kurzfassungen der angenommenen Beiträge werden in den Tagungsbericht aufgenommen.

Buchveröffentlichung
Die zur Veröffentlichung geeigneten Tagungsbeiträge werden nach der Tagung in ihrer Langfassung in einem Buch veröffentlicht.

Adresse der HGTB-Geschäftsstelle

biat – Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik
Universität Flensburg
Munketoft 3
24937 Flensburg
Telefon: (0461) 141 35 20/10
Telefax: (0461) 141 35 11
e-mail: awpetersen@biat.uni-flensburg.de
URL: http://www.biat.uni-flensburg.de/hgtb/

ARBEITSGEMEINSCHAFT DER HOCHSCHULINSTITUTE FÜR GEWERBLICH-TECHNISCHE BERUFSBILDUNG **HGTB**

Anmeldung eines Beitrages für die 12. HGTB-Fachtagung
(bis spätestens 15.12.1999)

Inhalte und Formen rechnergestützter Facharbeit – Gestaltungsorientierte Berufsbildung und Qualifizierung

Form des Beitrags		*Zuordnung zu Themenschwerpunkt*	
Vortrag	☐	1: Arbeit	☐
Impulsreferat	☐	2: Technik	☐
Präsentation Praxisbeispiel	☐	3: Bildung	☐
		„Freier Beitrag"	☐

Autor(en) _____

Akad. Grad _____

Anschrift _____

_____

Telefon: _____ Fax: _____ e-mail: _____

Titel des Beitrags _____

Bitte schreiben Sie ihre Kurzfassung auf 2 Seiten unter Berücksichtigung folgender Inhaltsaspekte:

- *Fragestellung des Forschungsprojektes / der Entwicklungsaufgabe*
- *Forschungs- / Entwicklungsmethode / Durchführung*
- *Ergebnisse und ihre wissenschaftliche Bedeutung*
- *Schlußfolgerungen für die weitere Forschung und Praxis*

Benutzen Sie für die Erstellung der Kurzfassung möglichst die Dokumentvorlage „HGTB 2000 Kurzfassung.dot" (Word97-Format); abrufbar unter http://www.biat.uni-flensburg.de/hgtb/.
Bitte senden Sie dieses Formular als Deckblatt zusammen mit einem Ausdruck und der Datei der Kurzfassung an die Geschäftsstelle der HGTB:
biat – Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik
Universität Flensburg, Munketoft 3, 24937 Flensburg

Beitrittserklärung (BAG Elektrotechnik)

Ich bitte um Aufnahme in die Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik e.V.
Der jährliche Mitgliedsbeitrag beträgt zur Zeit 53,– DM. Auszubildende, Referendare und Studenten zahlen zur Zeit 30,– DM gegen Vorlage eines jährliches 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. 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. Willi Petersen, Munketoft 3, 24937 Flensburg.

Beitrittserklärung (BAG Metalltechnik)

Ich bitte um Aufnahme in die Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Metalltechnik e.V.
Der jährliche Mitgliedsbeitrag beträgt zur Zeit 53,– DM. Auszubildende, Referendare und Studenten zahlen zur Zeit 30,– DM gegen Vorlage eines jährliches 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 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 Metalltechnik e.V., Geschäftsstelle: Institut Technik & Bildung, z.H. Herrn M. Sander, Wilhelm-Herbst-Str. 7, 28359 Bremen.

Eine Zeitschrift für alle, die in
– betrieblicher Ausbildung
– berufsbildender Schule
– Hochschule und Erwachsenenbildung
– Verwaltung und Gewerkschaften
im Berufsfeld Elektrotechnik/Metalltechnik tätig sind.

Lernen & lehren erscheint vierteljährlich, Bezugspreis DM 50,– (4 Hefte) zuzüglich Versandkosten (Einzelheft DM 12,50/Doppelheft DM 25,–)

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

Folgende Hefte sind noch erhältlich:

16: Neuordnung im Handwerk
18: Grundbildung
22: Automatisierungstechnik
23: Gebäudeleittechnik
27: Duales System
28: Lernen durch Arbeiten
29: Auto und Beruf
30/31: Berufliche Umweltbildung
33: Instandhaltung
34: Solartechnik
35: Rückblick auf die Neuordnung
36: Neugestaltete Lern- und Arbeitsplätze
37/38: Ausbildungs- und Unterrichtsverfahren
39/40: Organisationsentwicklung und berufliche Bildung
41: Verankerung beruflicher Umweltbildung
42: Feldbussysteme
43: Praxis beruflicher Umweltbildung
44: Lern- und Arbeitsaufgaben
45: Informations- und Kommunikationstechnik am Beispiel ISDN
46: Veränderungen der Kfz-Facharbeit
47: Veränderung in der Arbeitsorganisation
48: Berufsbildung im Lernortverbund
49: Wandel der Fertigungsverfahren – Wandel der Facharbeit
50: Auftragsorientiertes Lernen
51: Verwenden und Nutzen
52: Neue Ansätze für Berufsbilder und Unterricht

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 dem beigefügten Bestellschein können Sie „lernen & lehren" bestellen und Mitglied in einer der Bundesarbeitsgemeinschaften werden.

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