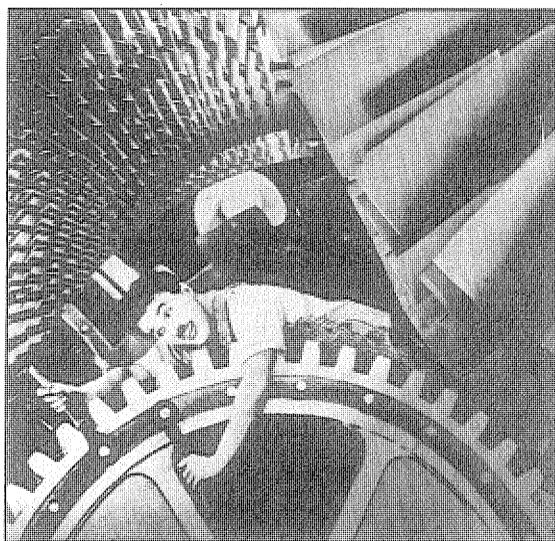


# lernen & lehren

Elektrotechnik/Metalltechnik



*Schwerpunkt:*

**Automatisierungstechnik**

*Klinger:* Konturen eines Lernfeldes

*Tilch:* Technikorganisation und Qualifikation

22



Donat Verlag

## Impressum

„lernen & lehren“ erscheint in Zusammenarbeit mit der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik und der Fachgruppe Metalltechnik in der Arbeitsgemeinschaft Hochschultage Berufliche Bildung.

Herausgeber: Gottfried Adolph (Köln), Karlheinz Geißler (München), Manfred Hoppe (Bremen), Jörg-Peter Pahl (Hamburg), Felix Rauner (Bremen), Werner Thomas (Chemnitz)

Ständige Mitarbeiter: Klaus Beuth (Freiburg), Hans Borch (Berlin), Peter Collingro (Berlin), Friedhelm Eicker (Bremen), Detlef Gronwald (Bremen), Hans-Dieter Hellige (Bremen), Wolfhard Horn (Köln), Heinrich Hübscher (Lüneburg), Gerhard Karweg (Berlin), Rolf Katzenmeyer (Gießen), Ute Laur-Ernst (Berlin), Hans Linke (Hildesheim), Wolf Martin (Hamburg), Klaus Rütters (Hannover), Ernst-Günter Schilling (Hamburg), Otto Ullrich (Berlin), Helmut Ulmer (Homburg/Saar)

Hefbetreuung: Reiner Schlausch, Felix Rauner (Bremen)

Schriftleitung: Gottfried Adolph (Köln), Peter Gerds (Bremen)

Redaktion: Tomas Biermann (Bremen)

Geschäftsstelle: lernen & lehren  
c/o Institut Technik & Bildung  
Grazer Straße 2  
2800 Bremen 33  
Tel. (0421) 2380925

Layout: Hans-Otto Stukenborg (Bremen)

Alle schriftlichen Beiträge und Leserbriefe bitte an die obenstehende Adresse.

Verlag, Vertrieb und

Gesamtherstellung: Donat Verlag  
Brandenweg 6  
2800 Bremen 33  
Tel. (0421) 274886

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

Bremen, 1991

ISSN 0176-0157

DM 10,-  
ISSN 0176-0157

6. Jahrgang 1991

# lernen & lehren

---

## Elektrotechnik/Metalltechnik

---

**Schwerpunkt:**  
**Automatisierungstechnik**

22

**Inhalt**

**Editorial**

In diesem Heft . . . . . 6

**Der Kommentar**

Über unseren Anteil an der Golf-Katastrophe . . . . . 8  
*Gottfried Adolph*

**Schwerpunkt**

Automatisierungstechnik - Konturen eines berufsfeldübergreifenden  
 Lernfeldes . . . . . 11  
*Hermann Klinger*

Integration von Technikorganisation und Qualifikation . . . . . 23  
*Herbert Tilch*

**Unterricht und Ausbildung**

Berufsfeldübergreifendes Lernen in der Berufsschule  
 Ein Beispiel aus der Robotertechnik . . . . . 33  
*Hartmut Kaffenberger*

Produktionsnahe Ausbildung an automatisierten Systemen . . . . . 42  
*Friedwald Bracht*

Montageautomatisierung  
 Ein Handlungsfeld für berufliche Bildung . . . . . 50  
*Wolfgang Frede/Reiner Schlausch*

Automatisierungstechnik in der Techniker Ausbildung . . . . . 60  
*Günter Zerbe/Werner Schröder*

Gestaltung von Computer-Labors in der Gewerbelehrer-Ausbildung im  
 Bereich Informations-/Automatisierungstechnik . . . . . 72  
*Eckart Pfeiffer*

**Forum**

Stellungnahme zu dem Rauner- und Geißler-Beitrag "Schlüsselqualifi-  
 kation" und Antworten von Rauner und Geißler . . . . . 81  
*Peter Schmidt*

**Berichte**

Arbeitskreis Robotertechnik . . . . . 89  
*Walter Lehl*

Bericht über die Fachtagung Elektrotechnik . . . . . 95  
*Helmut Ulmer*

Ergebnisse des Modellversuchs "Berufsspezifische Anwendungen der  
 Mikrocomputertechnik im Berufsfeld Elektrotechnik" (MCA Hessen) . . . . . 99  
*Martin Fischer*

**Hinweise und Mitteilungen**

**Rezensionen/Filmbesprechungen**

von der Heide/Hölken: Steuerungstechnik für Metallberufe . . . . . 103  
 Lorbeer/Werner: Wie funktionieren Roboter? . . . . . 103  
 Bleimann/Dippel/Turetschek/Wente: Betriebsinformatik. Informa-  
 tionsverarbeitungssysteme in Unternehmen und Verwaltungen . . . . . 104  
 Mikroprozessoren im Produktionsbetrieb (Film) . . . . . 105  
 Kompressionsmessung bei Otto- und Dieselmotoren (Film) . . . . . 106

**Mitteilungen**

Umweltschutz in der beruflichen Bildung . . . . . 107  
 Gering Qualifizierte haben wenig Chancen . . . . . 107  
 Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung  
 Metalltechnik gegründet . . . . . 108

## In diesem Heft

Rein technisch betrachtet, befaßt sich die Automatisierung mit der selbständigen Befehls-gabe an Einzeloperationen und mit dem funktionalen Zusammenwirken vieler solcher Operationen.

Eine solche Definition greift aber zu kurz, wenn — wie bei der Gestaltung von Qualifizierungsprozessen — der Gesamtzusammenhang von menschlicher Arbeit, Technik und Qualifizierung mitgedacht werden soll. In diesem Fall stellt sich die Aufgabe, die außerordentlich große Komponentenvielfalt und Variabilität von möglichen Automatisierungskonfigurationen so zu bestimmen, daß erwünschte Fähigkeiten gebildet werden können.

Einen Eindruck der Vielfalt und Komplexität der wissenschaftlichen Grundlagen, der Grundfunktionen, Techniksektoren und Systeme von Automatisierungstechniken und damit auch wichtiger Gestaltungsdimensionen verschafft der erste einführende Beitrag von Hermann Klinger.

Im Anschluß daran verdeutlicht Herbert Tiich, daß die Rationalisierungspotentiale der Automationstechnik nur dann zum Tragen kommen, wenn mit der Einführung immer auch die Frage der Arbeitsorganisation und Qualifikation beachtet wird.

Im Feld von Unterricht und Ausbildung eröffnet Automatisierungstechnik ein anspruchsvolles berufspädagogisches Handlungsfeld. Die Beiträge hierzu beziehen sich auf die Lernorte Schule und Betrieb und umfassen die berufliche Erstausbildung, Weiterbildung und das Hochschulstudium von Berufspädagogen.

Hartmut Kaffenberger stellt ein Beispiel aus der Robotertechnik vor und zeigt, wie berufsfeldübergreifendes Lernen in der Berufsschule realisiert werden kann. Das dort entwickelte Handhabungssystem eignet sich besonders für den kompetenzfördernden, handlungsorientierten Fachunterricht.

Friedwald Bracht, Ausbildungsleiter von VW Kassel, beschreibt die Gründe für die Entstehung der produktionsnahen Ausbildung und wie diese organisiert wird. Auch hier ist ein deutlicher Trend der Requalifizierung von Produktionsarbeit erkennbar. Daß sich die betriebliche Berufsausbildung von abge-sonderten Ausbildungseinrichtungen stärker in die Produktion verlagert, ist auch für die Berufsschule eine Herausforderung.

Aus einem Modellversuch zur Kooperation von Berufsschule und Betrieb ist der Beitrag von Wolfgang Frede und Reiner Schlausch entstanden. Da künftig in der Montage mit einem vermehrten Einsatz flexibler Montagesysteme zu rechnen ist und sich die streng funktionsbezogene Arbeitsteilung vom Produktions- und Instandhaltungsbereich als inadäquat erweist, eröffnet sich hier ein großes Feld für ganzheitliche Arbeitsgestaltung und darauf bezogene Qualifizierung.

Günter Zerbe und Werner Schröder haben den Schwerpunkt Automatisierungstechnik in der Technikerausbildung curricular entwickelt. Sie begründen ausführlich die Ziele und Inhalte sowie das Qualifikationsprofil von zwei Studiengängen, der Meß- und Regeltechnik und Fertigungsautomatisierung. Darüber hinaus geben sie auch für die Praktiker anderer Bildungseinrichtungen und -stufen wertvolle Hinweise auf die Ausstattung, Methoden, Lehr- und Arbeitsformen des Unterrichts.

Eckart Pfeiffers Beitrag widmet sich der Ausstattung von Computer-Labors in der Gewerbelehrer-Ausbildung und zeichnet sich durch eine differenzierte Begründung des Laborkonzeptes aus.

Im Forum schließlich setzt sich Peter Schmidt als "Praktiker" mit den sich nach seiner Meinung überschlagenden Didaktikwellen auseinander und unterzieht aktuelle berufspädagogische Begriffe wie "handlungsorientiert" oder "prozeßorientiert" einer grundsätzlichen Kritik. Bezugspunkt dieser Kritik ist sein spezifisches Verständnis des Bildungsbegriffes, über das es sich lohnt, weiter nachzudenken. Die Stellungnahmen der von Peter Schmidt kritisierten wissenschaftlichen Berufspädagogen Karlheinz Geißler und Felix Rauner geben sicherlich genügend Anreiz, den begonnenen Dialog produktiv fortzusetzen.

## Über unseren Anteil an der Golf-Katastrophe

von *Gottfried Adolph*

Anfang Februar ging das Bild eines "Wüstenkriegers" durch die Presse. Es zeigte das Gesicht eines jungen Soldaten einer englischen Eliteeinheit. Ein Krieger? Ein Soldat? — Ein Junge von gerade 17. Ein frisches Gesicht, das Gesicht eines Jungen, der das Leben noch vor sich hat. Wir kennen solche Gesichter. In den Anfängerklassen schauen sie uns genau so an. Auf dem Gesicht des Kriegsjungen lastete ein riesiger Helm, der für dieses Gesicht viel zu groß schien. Der riesige Helm und das aufgepflanzte Bajonett vermittelten den Eindruck des Kriegerischen, das Gesicht nicht.

Wie schon gesagt, solche Gesichter sind uns vertraut. Deshalb wissen wir auch, das solche Jungen von sich und der Welt mit ihren makrosoziologischen und makropolitischen Strukturen so gut wie nichts wissen.

Die Legende zu diesem Bild bestätigt denn auch unser "Vorurteil". In seiner Schulgeschichte hatte dieser Junge keine Gelegenheit, einen Bildungsabschluß zu erwerben. Er konnte deshalb auch keine Berufsausbildung beginnen. Deshalb wurde er Soldat. Es war für ihn die einzige Chance, die die Gesellschaft noch bereithielt. Und was keine Schule bisher zuwege gebracht hatte, die Army schaffte es. In kürzester Zeit bildete sie ihn in einem Beruf aus, und als professioneller Krieger wartete er Anfang Februar in der Wüste auf seinen Einsatz. In diesem Einsatz mußte sich erweisen, daß die Vermittlung von zentralen Schlüsselqualifikationen und -tugenden, wie Mut, Härte, Tapferkeit, Opferbereitschaft und vor allem bedingungslosen Gehorsam, erfolgreich war.

Der Berufssoldat hat dort zu kämpfen, wo man ihm zu kämpfen befiehlt. Er muß darauf vertrauen, daß die Befehle gut und richtig sind. Zu eigenem Urteil ist er nicht berufen. Er ist dazu aber auch gar nicht in der Lage. Dafür weiß er zu wenig. Denn was weiß dieser englische Junge schon vom Golf? Was weiß er vom Orient und seiner Geschichte, vom Islam und vom Christentum und deren verhängnisvoller Geschichte. Was weiß er von den Kreuzzügen? Was weiß er von den Demütigungen, die das Bewußtsein der Menschen in dieser Region immer wieder erfahren hat? Was weiß er von der Kolonialgeschichte? Was von der Geschichte der Juden? Was weiß er von der Weltwirtschaft und

der Bedeutung von Öl? Was weiß er von Marktmacht? Was weiß er von den Menschen, die er niederzukämpfen hat?

Unser junger Krieger kann komplizierte militärische Technik bedienen — aber er kann sich ihrer nicht bedienen. Er ist Teil der Technik, der man sich bedient. Er ist austauschbares Teilchen eines Räderwerkes, das reibungslos zu funktionieren hat. Was er denkt, fühlt und hofft in seiner kleinen Welt, in deren engem Horizont er sich zu Hause fühlt, ist im wahrsten Sinne des Wortes absolut gleichgültig. Als Er kommt er in diesem ganzen technischen System nicht vor.

Unser 17jähriger Krieger ist das reine Modell der totalen Unmündigkeit, einer Unmündigkeit, deren Basis das Nichtwissen ist, das seinerseits wieder die Basis für das reibungslose Funktionieren darstellt. Die Ausbildung vermittelte ihm das Wissen, das er für das Funktionieren braucht. Bildung wäre hierbei disfunktional. Die Ausbildung zum Berufssoldaten bringt Ausbildung in Technik auf den Punkt.

Bildung verhindert die bedingungslose Verfügbarkeit und Austauschbarkeit. Durch Bildung entsteht Überqualifizierung. Klafki versteht Bildung "als Aneignung der die Menschen gemeinsam angehenden Fragen- und Problemstellungen, ihrer geschichtlich gewordenen Gegenwart und der sich abzeichnenden Zukunft". Auch er leitet, wie so viele Bildungstheoretiker, seinen Begriff von Bildung aus Kants Formel vom möglichen "Ausgang des Menschen aus seiner selbst verschuldeten Unmündigkeit" ab.

Damit befindet sich unser junger Krieger außerhalb des Systems, denn selbstverschuldet ist seine Unmündigkeit gewiß nicht. Durch vielfältig verästelte gesellschaftliche Strukturen ist er in seine Unmündigkeit hinein gedrängt worden, in einem Staat, in dem aufgrund des allgemeinen Bildungsstandes eine Wehrpflichtarmee politisch immer schwieriger durchsetzbar ist, der aber andererseits auf die Option des Krieges als Mittel der Politik nicht verzichten möchte. Damit das möglich ist, muß Kriegstechnik käuflich sein.

Kriegstechnik wird gemeinhin wie alle Technik als wertneutral, als außerhalb der Werte liegend, betrachtet. Der Ausbildung als wesentlichem Element der Technik wird hierbei der gleiche Status zugewiesen. Ob Ausbildung zum Guten oder zum Schlechten führt, hängt von ihrer Nutzung ab. Wir sollten uns aber nicht täuschen lassen.

Wir, die wir technische Ausbildung als Profession betreiben, haben mitgewirkt an der Aufrüstung des Iraks. Es waren nicht nur die "Händler des Todes", auf die wir jetzt so gerne entrüstet zeigen. Wir sind auch mitbeteiligt an der weite-

ren Aufrüstung dieser ganzen Region. Ohne Ausbildung würde weder das Herstellen, das Verkaufen noch das Anwenden funktionieren. Der Gedanke an eine wertneutrale Ausbildung für eine wertneutrale Technik, die erst "böse" wird, wenn sie "böse" angewendet wird, klammert von Anfang an Bildung aus, denn Bildung kann nicht wertneutral sein. Ausbildung ohne Bildung ist ihrem Wesen nach Element des Bösen, solange die Welt böse ist.

Die Formel von der "selbstverschuldeten Unmündigkeit" in Verbindung mit dem Glauben an eine wertneutrale Technik tabuisiert und verdrängt eines unserer zentralen existentiellen Problemfelder, und so werden wir blind für unsere personale, ethische Mitschuld an dem Zustand dieser Welt.

Hermann Klinger

## Automatisierungstechnik — Konturen eines berufsfeldübergreifenden Lernfeldes

*Bei der Einführung von CIM-Strukturen wird der unlösbare Zusammenhang von Organisation, Technik- und Personalentwicklung immer deutlicher. Daraus resultiert die Notwendigkeit einer ganzheitlichen Betrachtungsweise des Betriebs als einem komplexen sozialen System. Der Autor gibt einen weitgespannten Überblick und entwickelt einen Vorschlag zur didaktischen Strukturierung des Lernfeldes Automatisierungstechnik. (Red.)*

### Einleitung

Die Automatisierungstechnik wächst mit den sehr dynamisch verlaufenden Entwicklungen in der Elektronik in immer höhere Leistungsbereiche hinein. Aktuelle Themenbereiche für Forschung und Entwicklung sind heute (so die Hauptbeiträge zur Jahrestagung 1990 der Gesellschaft Meß- und Automatisierungstechnik des VDI/VDE):

- wissensbasierte Systeme
- moderne Methoden der digitalen Regelung
- offene Kommunikation in der Automatisierungstechnik
- intelligente Sensorsysteme.

Automatisierungstechnik nimmt in vielen Bereichen von Industrie, Handwerk und Dienstleistung Schlüsselfunktionen wahr. Mit ihrer Hilfe wird u.a. versucht,

- die Umweltbelastung zu reduzieren,
- Ressourcen besser zu nutzen,
- Produktivität und Flexibilität zu erhöhen,
- die Qualität von Produkten und Prozessen bei zunehmender Variantenvielfalt zu erhöhen,
- die Arbeitsbedingungen für die Menschen zu verbessern,
- Energie einzusparen,
- die Betriebssicherheit zu erhöhen.

Automatisierungstechnik wird zunehmend als entscheidender Faktor im globalen Wettbewerb von Nationen und Wirtschaftsbereichen eingestuft. Der

Maßstab für den Grad der Automatisierung ist häufig die Anzahl der in einem Land eingesetzten Industrieroboter.

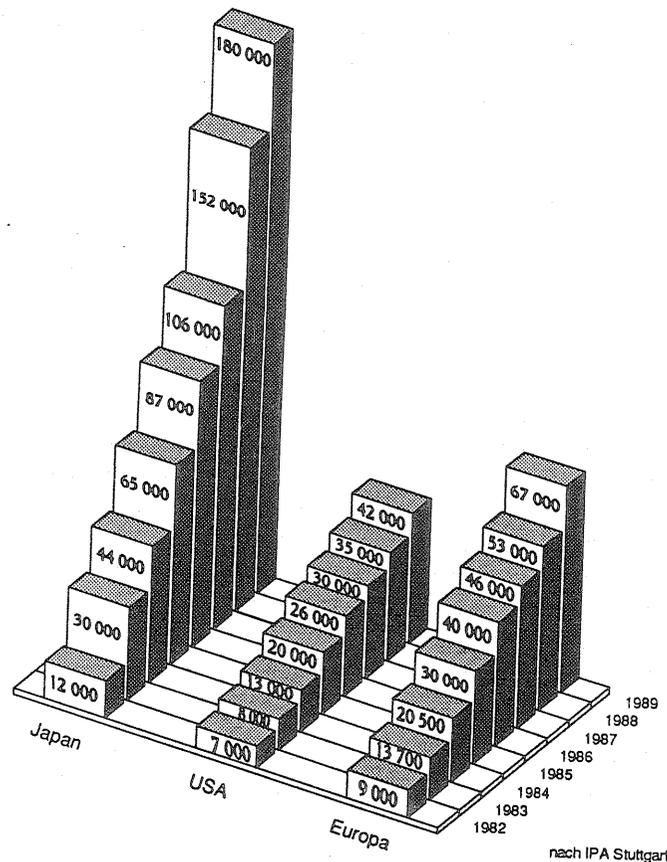


Abb. 1 Installierte Industrieroboter in Japan, USA und Europa (geschätzte Zahlen, IPA Stuttgart)

Roboter wurden bei ihrer Einführung in den Jahren um 1960 als die universelle Form der Automatisierung angesehen, als Arbeiter mit stählernen Kragen (steel collar worker). Mittlerweile wurde die Entwicklung von Robotern jedoch immer aufgabenspezifischer, es gibt z.B. Schweißroboter, Lackierroboter, Montageroboter. Die mit dem Robotereinsatz verknüpfte Vision der 80-iger Jahre von der menschenleeren Fabrikhalle und den Geistergeschichten wurde

nicht Realität, da generell Produktivität und Qualität hinter den Erwartungen zurückblieben.

Die Vision für die Entwicklung der Automatisierungstechnik der 90er Jahre ist vor allem in amerikanischen und europäischen Unternehmen eng mit dem Einsatz der Informationstechnologie verbunden. Als Lösungsansatz für die eingangs aufgelisteten Aufgabenstellungen wird das informationstechnisch vollständig durchsichtige Unternehmen angesehen, das Computer Integrated Manufacturing (CIM).

In Pilotprojekten und Studien wurde nachgewiesen, daß der allein technisch gesehene Ansatz des CIM ein "teurer Selbstbetrug ist, bei dem die Erwartungen an die Technik nicht erfüllt werden".

Bei der Einführung von CIM treten die fachliche und soziale Weiterentwicklung der beteiligten Personen und die Weiterentwicklung der Organisation gleichwertig neben die Entwicklung der Technik. Aufgrund der steigenden Komplexität der Geräte für die Automatisierung von Prozessen und der Strukturen, in denen Hard- und Software vernetzt sind, kann diese Erkenntnis über die wechselseitige Abhängigkeit zwischen Personal-, Technik-, und Organisationsentwicklung auf die Automatisierungstechnik insgesamt übertragen werden. Der Erfolg der Maßnahmen zur Automatisierung wird letztlich von der ganzheitlichen Weiterentwicklung aller drei Faktoren bestimmt. Im folgenden werden einige Aspekte des Zusammenhangs von Technikentwicklung und Qualifizierung untersucht. Im Mittelpunkt steht die Frage nach der Struktur eines Lernfeldes Automatisierungstechnik.

### Anforderungen an ein Lernfeld zur Automatisierungstechnik

Aufgrund der ständigen technischen Weiterentwicklung muß Lernen in der Automatisierungstechnik schon in der Ausbildungsphase als permanenter, berufsbegleitender und (berufs-)lebenslanger Prozeß gesehen werden.

In neueren Vorschlägen (Projekt INSP "Informatik-Stimulierungs-Projekt" bzw. PRINT "Projekt zur Einführung neuer Technologien" der niederländischen Regierung) wird deshalb eine didaktisch abgestimmte Ausbildung über mehrere Schulstufen und Ausbildungsabschnitte hinweg angestrebt. Das Projekt PRINT wird von 1989 bis 1992 durchgeführt; es integriert für das Teilprojekt "Flexible Produktionsautomatisierung" (FPA) drei Ausbildungsabschnitte:

- den schulischen Bereich der Sekundarstufe und Berufsschule,

- den außerschulischen Bereich, der vor allem als Praktikum in Betrieben gesehen wird und
- den "nachsulischen" Bereich in regionalen Zentren, die das technische und organisatorische Umfeld für Lernen unter nahezu Betriebsbedingungen bereitstellen.

Für die Entwicklung von Hardware und Teachware für dieses Lernfeld wurden im Rahmen von PRINT u.a. folgende Randbedingungen zur Technik formuliert:

- fach- und berufsfeldüberschreitender Unterricht,
- Berücksichtigung aller heute bekannten Merkmale von FPA,
- Offenheit des Systems zur Nutzung vorhandener Geräte und Einheiten,
- Berücksichtigung industrieller Standards,
- Erweiterbarkeit für zukünftige Entwicklungen,
- modularer, transparenter, industriellen Qualitätsanforderungen folgender Modell-Aufbau.

Übereinstimmend wird in vielen Überlegungen zur Aus- und Weiterbildung in Automatisierungstechnik auf die Vernetzung

- der beruflich-fachlichen Qualifikation,
- der informationstechnisch-organisatorischen Qualifikation,
- der sozial-kommunikativen und
- übergreifend-kognitiven Qualifikation

hingewiesen. Es wird deutlich gemacht, daß der Prozeß der beruflich-fachlichen Qualifizierung im Einklang mit der Aneignung der Befähigung zu organisatorischem und sozialem Handeln stehen muß.

Die für die Automatisierungstechnik nötige Handlungskompetenz beruht auf einer soliden fachlichen und technischen Basis. Für die Zukunft werden jedoch folgende übergreifende Befähigungen immer wichtiger:

- ganzheitliches Denken, d.h. Betrachten des Problems in seinem Umfeld,
- organisatorische Fähigkeiten,
- Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit,
- Planungs- und Entscheidungskompetenz,
- Eigenständigkeit in der Aufgabenerfüllung,
- Selbstmotivation und Engagement,
- Organisation der eigenen Weiterbildung (Lernen lernen).

Ein Lernfeld zur Automatisierungstechnik muß die dargelegte Vernetzung von Technik, Mensch und Organisation in ein didaktisches Umfeld für die berufliche Qualifikation und Weiterbildung umsetzen und diese Zusammenhänge dort für die Lernenden erfahrbar machen. Im einzelnen können folgende An-

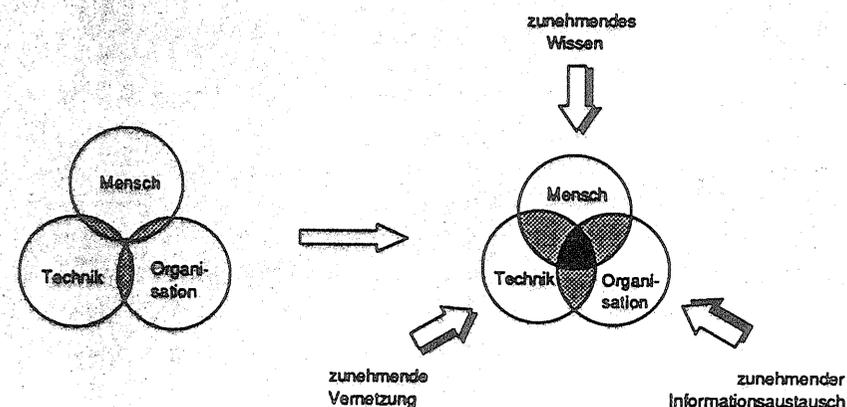


Abb. 2: Entwicklung des übergeordneten Zusammenhangs zwischen Mensch-Technik-Organisation

forderungen an ein Lernfeld für die Automatisierungstechnik formuliert werden:

- didaktisch und technisch durchgängiges Medienangebot für das ganze Lernfeld,
- Offenheit für die Einbindung benachbarter Lernfelder, z.B. aus dem kaufmännischen Lernbereich,
- Berücksichtigung von Schnittstellen zu anderen Bereichen, z.B. der Verfahrensentwicklung,
- Offenheit für die Einbindung zukünftiger technischer Entwicklungen,
- Vorbereitung auf zukünftige technische Entwicklungen und Innovationsprozesse,
- Realisierbarkeit anwendungs- und praxisgerechter Prozesse für das Lernen von Automatisierungstechnik,
- Modularisierung für bedarfsgerechtes Lernen,
- breiter fachlicher und überfachlicher Einstieg für verschiedene Berufsgruppen,
- Systematische und strukturierte Aufarbeitung des gesamten, sich dynamisch entwickelnden Wissensgebietes Automatisierungstechnik.

Die systematische Strukturierung der Automatisierungstechnik wird im nächsten Abschnitt diskutiert.

## Grundstrukturen der Automatisierungstechnik

Traditionell wird die Steuerungs-/Automatisierungstechnik aufgrund des als Energie- oder Signalträger eingesetzten Mediums aufgeteilt in die Bereiche • Pneumatik • Hydraulik • Elektrik und • Elektronik.

Eine Begründung für diese Art der Strukturierung liegt vor allem dann vor, wenn in einer Maschine nur ein einziges Medium für Antrieb und Steuerung verwendet wird. Schon lange ist jedoch die hydraulische und später die pneumatische Steuerung gegenüber der elektrischen Steuerung in den Hintergrund getreten. Die Bezeichnungen "Elektrohydraulik" und "Elektropneumatik" dokumentieren die Verbindung der Fluidtechniken mit der Elektrik.

Was vor einigen Jahren an großen Transferstraßen noch die Ausnahme war, ist heute fast die Regel:

Die Antriebe werden unabhängig vom verwendeten Medium nach den optimalen Leistungsdaten ausgewählt und die Steuerung bzw. Regelung erfolgt elektrisch und/oder elektronisch. Damit kommen an vielen Maschinen Hydraulik, Pneumatik, Elektronik und Elektrik nebeneinander vor. Dies bedeutet, daß auf allen Stufen der Automatisierung eines Prozesses vom Entwurf, über den Bau bis zur Inbetriebnahme, der Wartung und dem Betrieb einer Maschine technologieübergreifendes Wissen und entsprechende Fertigkeiten immer wichtiger werden.

Dies bedeutet, daß die streng technologieorientierte Strukturierung der Automatisierungstechnik heute nicht mehr zweckmäßig ist, notwendig ist vielmehr, die Aufgabenstellung nach der optimalen Realisierung der gewünschten Funktion aufzuschlüsseln.

Mit welcher Art der Strukturierung läßt sich also die Automatisierungstechnik in ihrer Komplexität anwendungsgerechter beschreiben, leichter handhaben, effektiver lehren und lernen?

Eine Möglichkeit, komplexe Vorgänge und Zusammenhänge zu verstehen, ist mit der inzwischen auf vielen Gebieten bewährten Methode der Systemanalyse entwickelt worden. Die Grundzüge dazu sollen hier kurz aufgeführt werden.

### Definition eines Systems:

a) Ein System besteht aus mehreren strukturell verbundenen Elementen, deren Zustände von anderen Elementen (oder von sich selbst) abhängen und die die Zustände anderer Elemente (oder die eigenen) beeinflussen. Es enthält also Elemente und Struktur.

b) Einem System ist ein Zweck zuzuschreiben.

c) Ein System hat eine Systemgrenze, die es von seiner Systemumwelt trennt.

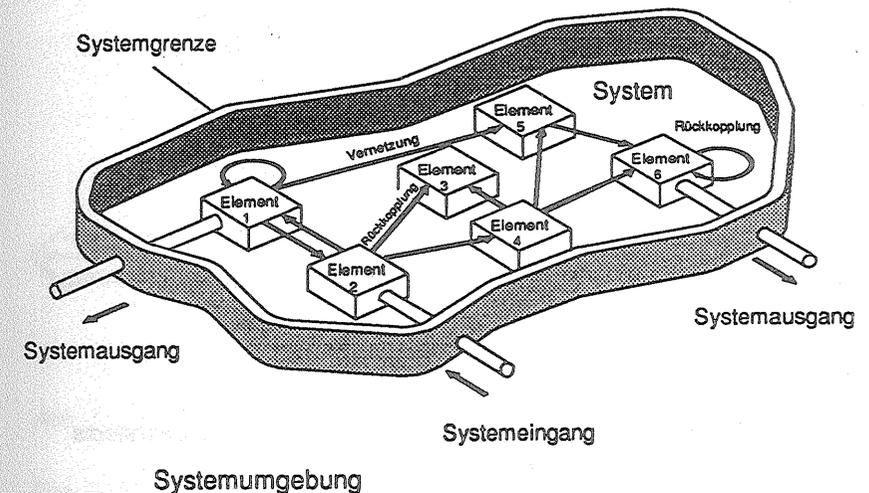


Abb. 3: Zur Definition "System"

Werden Struktur und Aufgabe eines Automatisierungssystems mit der Methode der Systemanalyse untersucht, so erhält man die typische Struktur der Automatisierungssysteme mit folgenden Merkmalen:

zu a) Das Automatisierungssystem besteht aus allen Elementen, die notwendig sind, um einen Prozeß selbständig und kontrolliert ablaufen zu lassen. Komponenten sind z.B. Ventile, Schalter, Antriebe, Steuerungen, pneumatische, hydraulische und elektrische Verbindungen, Sensoren, Steuerungssoftware. Die Struktur des Automatisierungssystems wird durch die Funktion der Komponenten vorbestimmt; Sensoren verarbeiten Informationen aus dem Prozeß und leiten diese in geeigneter Weise an die Komponenten zur Verarbeitung der Informationen weiter. Aufgrund der Steuerungssoftware, mit der das Zeitverhalten und die Logik des Prozesses beschrieben wird, ge-

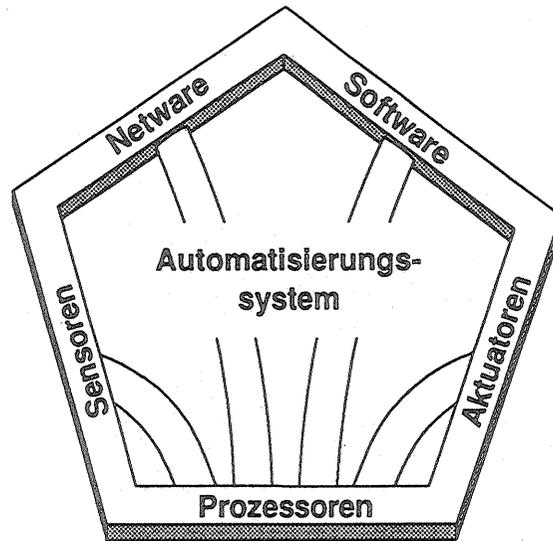


Abb. 4: Funktionsorientierte Darstellung eines Automatisierungssystems

ben die Komponenten zur Verarbeitung (Prozessorik) Befehle an die Stellglieder weiter zur Beeinflussung des Prozesses.

zu b) Der Zweck des Automatisierungssystems ist die optimale Kontrolle des angeschlossenen Prozesses.

zu c) Die Systemgrenzen werden durch die Grenze zwischen dem Automatisierungssystem einerseits und dem Prozeß andererseits bestimmt. Der Prozeß kann dabei entweder ein kontinuierlicher Verfahrensprozeß oder ein diskontinuierlicher Fertigungsprozeß sein.

Eine weitergehende Analyse zeigt, daß die gesamte automatisierte Anlage ebenfalls wieder als System betrachtet werden kann mit den Teilsystemen zur Automatisierung und zur Darstellung des Prozesses selbst. Zum Prozeß zählt die nötige Mechanik, Transport- und Lagersysteme etc. Entsprechend ihrer Funktion zur Realisierung des Flusses von Material, Energie und Information lassen sich die benötigten Komponenten in drei Hauptgruppen einteilen.

Hauptzweck einer Maschine oder Anlage ist die Herstellung eines Produkts oder einer Substanz unter bestimmten, teilweise konkurrierenden Randbedingungen wie Materialeinsatz, Qualität, Energie und Zeit.

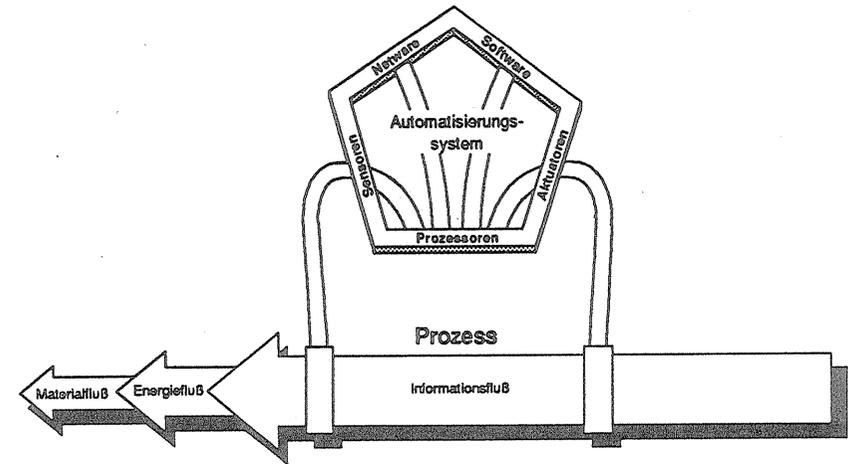


Abb. 5: Gesamtsystem Maschine mit den Teilsystemen

Das Design, rationelle Inbetriebnahme, effektive Fehlersuche und die meisten Tätigkeiten an modernen Maschinen setzen vertiefte Kenntnisse beider Teilsysteme des Gesamtsystems "Maschine" voraus.

Die systemtheoretische Darstellung des Gesamtsystems "Maschine" in Bild 5 verdeutlicht anschaulich die Vernetzung der Teilsysteme.

Die vorgeschlagene systemorientierte Strukturierung läßt sich auch auf automatisierte vernetzte Prozesse anwenden.

Als Beispiel dafür ist im Bild 6 für einen Ausschnitt aus einer Transferstrasse die Struktur der Vernetzung einer Presse mit einer Bearbeitungsstation und einer Zuführeinrichtung dargestellt. Aus dieser Grobstruktur und der Beschreibung der Prozeßabläufe kann z.B. die Strukturierung von Hardware und Software abgeleitet werden.

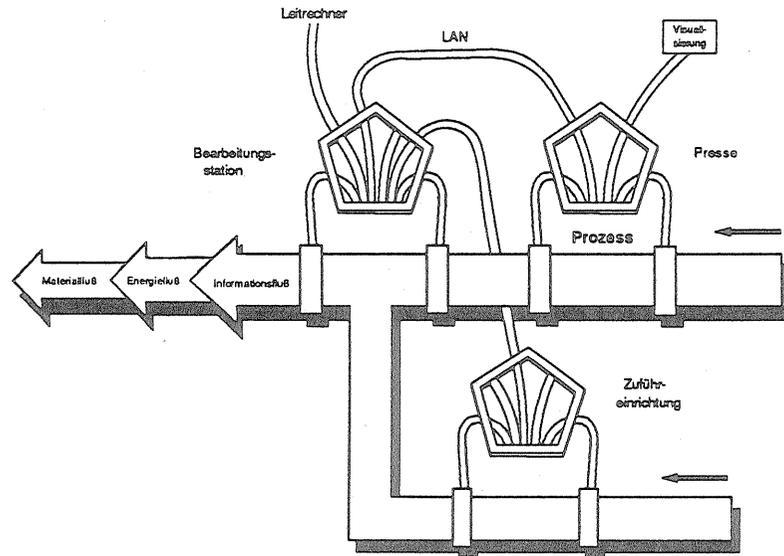


Abb. 6: Darstellung eines automatisierten vernetzten Prozesses

### Zur Struktur des Lernfeldes Automatisierungstechnik

Das Lernfeld Automatisierungstechnik läßt sich in drei Hauptlernfelder unterteilen.

- Technische Grundlagen und wirtschaftlich/soziale Wissensbereiche
- Automatisierungstechnik in funktionsorientierter oder technologie-orientierter Sicht
- Anwendungen der Automatisierungstechnik in kontinuierlichen und diskontinuierlichen Prozessen.

Die Darstellung des Lernfeldes in Form einer Pyramide soll folgendes deutlich machen: Das Grundlagenwissen zur praktischen Anwendung der Automatisierungstechnik stammt aus vielen Wissensbereichen, die auch über die Technik hinausgehen.

Das Hauptfeld zur Automatisierungstechnik kann funktionsorientiert oder technologieorientiert betrachtet werden. Die Auswirkungen der jeweiligen Betrachtungsweise auf die Gestaltung von Lehrplänen und Berufsfelder ist derzeit in der Diskussion.

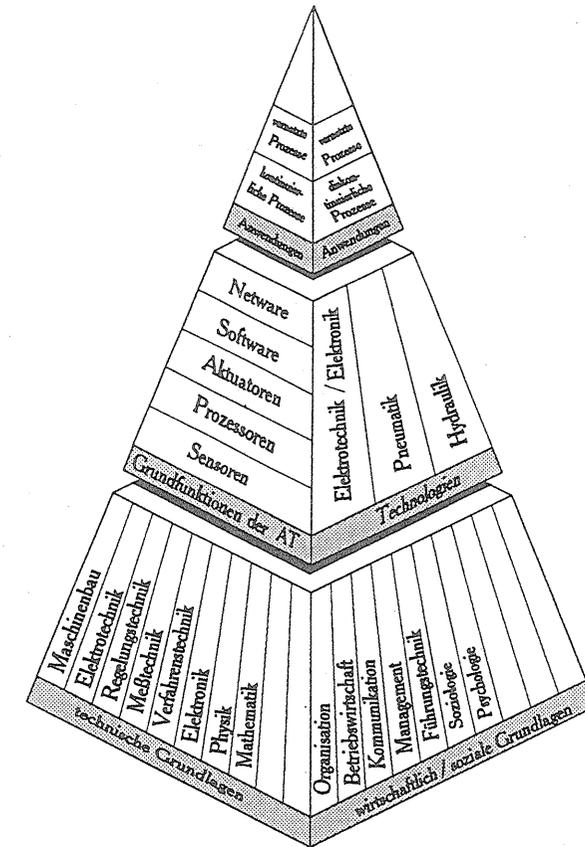


Abb. 7: Das Lernfeld Automatisierungstechnik

Das Feld der Anwendungen schließt den Anwendungsprozeß selbst in das Lernen mit ein. Damit ist eine ganzheitliche Sichtweise für den Lernenden möglich. Da Automatisierung stets als Mittel zur Verbesserung von Prozeßabläufen verstanden werden muß, sollten reale Anwendungen fester Bestandteil in der Aus- und Weiterbildung sein.

## Zusammenfassung

Die dynamische Weiterentwicklung der Automatisierungstechnik macht die Ausbildung zum lebenslangen Lernen und die Förderung der eigenen Kreativität zur Verpflichtung.

Aufgrund der Schlüsselfunktionen der Automatisierungstechnik müssen auch nichttechnische Wissensfelder einbezogen und gleichzeitig eine Öffnung des Lernfeldes für betroffene nicht-technische Berufsgruppen erreicht werden.

Zur Reduktion der technischen Komplexität und der ganzheitlichen Einbeziehung des Einflußfeldes Mensch-Technik-Organisation wird die Entwicklung von entsprechend didaktisch gestalteten Prozeßmodellen für die Aus- und Weiterbildung in Automatisierungstechnik weiter an Bedeutung gewinnen.

---

Dr. Hermann Klinger ist Leiter der Abteilung Technik und Entwicklung bei der Festo Didactic in Esslingen.

Herbert Tilch

## Automatisierungstechnik — Integration von Technik, Organisation und Qualifikation

*Automatisierungstechnik ist mehr als Maschinenteknik; sie greift vielmehr in die Arbeitsstrukturen ein, verändert den Informationsfluß und ist in hohem Maße abhängig von übergreifenden Produktionsstrategien. Hierbei spielt auch die Qualifizierung eine wesentliche Rolle. Die Chance zur humanen Arbeitsgestaltung gilt es didaktisch zu nutzen. Am Ende kann auch der qualifizierte Arbeitsplatz in der Produktion erhalten werden. (Red.)*

Die Automatisierungstechnik umfaßt alle Verfahren und Mittel zur Automatisierung von Arbeitsprozessen. Gegenüber dem gerätetechnischen Aspekt (Meßtechnik, Steuerungs- und Regelungstechnik, Informationstechnik usw.) gewinnen bei der Verknüpfung zu EDV-gestützten Arbeitssystemen die funktionalen Aspekte für die betriebliche Facharbeit, ihre Organisation und Qualifikation zunehmend an Bedeutung.

Der gegenwärtige Entwicklungstrend geht in Richtung einer Vernetzung von bisher vorwiegend isolierten Systemen in Form von computerintegrierten bzw. computergestützten Planungs- und Produktionsbereichen. Diese Entwicklung hat erhebliche Veränderungen im Bereich der betrieblichen Arbeitsorganisation. Traditionelle Aufgabenverteilungen, die durch ein vielfältiges personelles Systemmanagement zusammengehalten wurden, stellen das fachliche Verfahrenswissen der Fachkräfte in den Vordergrund und fördern das fachliche Spezialistentum. Die vielfältigen Integrationsmöglichkeiten von Arbeiten bringen nun neue Anforderungen und Möglichkeiten, die auch von den Qualifikationen der Mitarbeiter abhängen. Zu den Aufgaben gehören damit neben einem fachübergreifenden Wissen auch Fähigkeiten zur Planung von (alternativen) Abläufen, der Kooperation in Arbeitsteams und ansatzweise auch zur aktiven Mitgestaltung der Arbeit.

Auf diese veränderte Situation hin sind Bildungskonzepte zu entwickeln, die von den bisherigen arbeitsteilig begründeten beruflichen Aus- und Weiterbildungskonzepten abweichen. Neben den technisch-fachlichen Inhalten sind also verstärkt Kenntnisse zu vermitteln und Fähigkeiten zu fördern, die auf eine mehr ganzheitliche Aufgabenwahrnehmung abzielen. Da hierbei eine Vielzahl von menschlichen Fähigkeiten zum Tragen kommt, sind in der Diskussion um die berufliche Bildung Konzepte inzwischen weit verbreitet, die eine

Mehrzahl von Kompetenzen als Zielorientierung der beruflichen Aus- und Weiterbildung angeben.<sup>1</sup> Gemeinsam ist allen Kompetenz-Konzepten die Annahme, daß zur Förderung der beruflichen Kompetenzeine eine verbesserte Fachkompetenz allein nicht ausreicht, sondern der Ergänzung durch die genannten "Spezial"-Kompetenzen bedarf.

### Aspekte der arbeitsprozeßbezogenen Qualifikation

In der aktuellen Diskussion um die Konzepte der Fabrik der Zukunft spielen die rechnergestützten Arbeitssysteme eine besondere Rolle. Faßt man die Berichte über die "CIM-Ruinen"<sup>2</sup> und die gegenwärtigen Vorschläge zur Weiterentwicklung zusammen, so scheint sich inzwischen die Einsicht durchgesetzt zu haben, daß rechnergestützte Arbeitssysteme nur in Verbindung mit dem Einsatz entsprechend qualifizierter Arbeitskräfte akzeptabel sind und auch die erwarteten Rationalisierungseffekte bringen. H.-J. Bullinger hat es auf die einfache Formel gebracht: ohne HIM (Human Integrated Manufacturing) kein CIM.<sup>3</sup> Damit ist ein zentraler Aspekt der Rolle der Arbeitskräfte angesprochen, die im Zusammenwirken mit technisch-organisatorischen Systemen ihre Fähigkeiten im Arbeitsprozeß einbringen. Die Frage nach den besonderen Anforderungen und einer entsprechenden Qualifizierung sind dabei von gleich zentraler Bedeutung, wenn neue Pfade in der beruflichen Aus- und Weiterbildung beschritten werden.

In der Regel ändern sich beim Einsatz neuer Technologien einzelne Anforderungen. Auf dem Weg der Automatisierung verändern sich aber nicht nur die Anforderungen in den einzelnen Funktionen, es kommen vielmehr neue Anforderungen aufgrund der Integration hinzu. Im folgenden werden einige dieser übergreifenden Integrationsaspekte besonders hervorgehoben.

- 1 Die Kreation von Kompetenzbegriffen treibt dabei immer wieder neue Blüten. Neben der Fachkompetenz ist dabei von Methoden-, Planungs-, Gestaltungs-, Sozial-, Personal-, Initiativ-, Handlungs-, Problemlösungskompetenz usw. die Rede.
- 2 Vgl. E. Hildebrandt/R. Seltz: Wandel der betrieblichen Sozialverfassung durch systemische Kontrolle. Berlin 1989.
- 3 H.-J. Bullinger: Ohne Human Integrated Manufacturing kein CIM. In: *io Management Zeitschrift*, 6/1990, S. 48 ff.

### Rechnergestützte Partizipation

Damit ist der Einflußbereich der Beschäftigten in den Konzepten der "neuen Fabrik" angesprochen. Rechnergestützte Partizipation ist ein wesentlicher Gestaltungsfaktor der Arbeit, der im Grunde alle Arbeitsaspekte betrifft. Hier werden beispielhaft drei Punkte berührt:

- die Entscheidungsprozesse:  
Anstelle der Verlagerung von Entscheidungsprozessen in das informationstechnische System geht es beim Ziel einer rechnergestützten Partizipation darum, die Entscheidungsprozesse bei den Beschäftigten zu belassen oder besser, sie durch entsprechend aufbereitete Informationen (z.B. aus Datenbanken) und mit Hilfe von Simulationsprogrammen zu unterstützen.
- die Arbeitsorganisation:  
Dem Prinzip der rechnergestützten Partizipation entsprechen auf der Ebene der Arbeitsorganisation vor allem Konzepte der erweiterten Handlungsspielräume und der Gruppentechnologie. Datenbankgestützte Information und direkte Kommunikation und Interaktion ergänzen sich hierbei zu einer relativ autonomen Arbeitsinsel.
- die partizipationsunterstützenden rechnergesteuerten Hilfsmittel: Wenn auch die Entscheidungsfunktion im Arbeitsprozeß beim Mitarbeiter im Betrieb bleiben soll, so heißt das keineswegs, daß im Rechnerbetrieb lediglich große Datenmengen bereitgehalten werden, die erst von der Fachkraft miteinander kombiniert werden müssen und die möglichen Konsequenzen ohne EDV-Unterstützung abzuschätzen sind. Die Schnittstelle ist vielmehr so zu gestalten, daß der Entscheidungsbereich durch leistungsfähige Software unterstützt wird. Entsprechende technische Möglichkeiten liegen z.B. im experimentellen oder rapid prototyping im konstruktiven Bereich, im Durchspielen von Entscheidungsmöglichkeiten bei PPS-Systemen oder im computergesteuerten Veranschaulichen potentieller Lösungen bei Prozeßabläufen.

### Systempartizipation

In der Informationstechnik werden vielfältige Versuche unternommen, die die Plastizität der Computertechnik deutlich erhöhen. Unterstützt wird diese Entwicklung durch organisationstheoretische Modelle der offenen Systeme und Systemarchitekturen. Damit ist die Möglichkeit gegeben, daß sich Softwareentwicklung und die Entwicklung rechnergestützter Arbeitssysteme in Arbeitsgruppen vollziehen, die in enger Kooperation mit den (späteren) Benutzern und Anwendern deren Interessen und Fähigkeiten bei der Arbeitsgestaltung

berücksichtigen und die Anwender ggf. direkt am Entwicklungsprozeß beteiligen.<sup>4</sup>

Der Trend zur Realisierung offener Systeme und Systemarchitekturen im Bereich rechnergestützter Arbeitssysteme ist keineswegs beschränkt auf die einzelne Mensch-Maschine-Interaktion, für die Datenstrukturen oder auch für die Gestaltung singulärer Software. Die Entwicklungsdynamik hat ebenso die Arbeitsgestaltung und die Fabrikorganisation als Ganzes erfaßt. Offene Systemarchitekturen sind gegenüber der linearen technizistischen Suche nach dem "one best way", der dann (einmal für immer) festgelegt wird, selbst "lernfähige" Systeme. Damit wächst aber die Notwendigkeit einer umfassenderen Vorbereitung der Beschäftigten auf die Arbeit, als es mit fachlichem Wissen und Können und anwenderspezifischen Kenntnissen von implementierten Techniken umschrieben werden kann. Die Chance und Notwendigkeit (zum Teil auch begründet in der ökonomischen Notwendigkeit zur Flexibilität) zur Arbeit in offenen Systemarchitekturen ist verknüpfbar mit einer anwenderspezifischen, differentiellen Arbeitsgestaltung<sup>5</sup> und einer Technikentwicklung und -implementation unter Mitwirkung der Betroffenen.

In dem Maße, in dem die Einführung rechnergestützter Arbeitssysteme die vorhandenen Organisationsstrukturen infrage stellt, gestaltet sich aus der Sicht der Erhöhung des Nutzungspotentials und des kreativen Umgangs mit der Technik diese Einführung zugleich als Organisationsentwicklungs- und Partizipationsprozeß.

Insbesondere diese Entwicklung fordert und fördert das Konzept einer prospektiven beruflichen Bildung, das die Beschäftigten befähigt, zunehmend offene Systeme mitzugestalten. Ein wesentlicher Bereich, in dem diese aktuellen offenen Systemkonzepte mit den erweiterten Qualifikationsaspekten zusammentreffen, dürfte bereits jetzt und in längerer Zukunft die Entwicklung und Implementation von PPS-Systemen sein.

<sup>4</sup> Vgl. z.B. K. Koslowski: Partizipative Systementwicklung und Software Engineering. Opladen 1988.

<sup>5</sup> Zum "Prinzip der differentiellen Arbeitsgestaltung" s. E. Ulich: Differentielle Arbeitsgestaltung — ein Diskussionsbeitrag. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 1983, S. 12-15.

## Entwicklungspfade in der Produktionsplanung und Produktionssteuerung (PPS)

In der gegenwärtigen Entwicklung ist eine große Variation an Konzepten hinsichtlich des Automatisierungsgrades und des erforderlichen Qualifikationspotentials erkennbar.

Die beiden Wege der PPS-Entwicklung, die gleichsam das Entwicklungsfeld durch die Extreme einschließen, lauten kurzgefaßt:<sup>6</sup>

- PPS als Steuerungskonzeption der zentralisierten Totalplanung
- PPS als gestuftes Steuerungskonzept mit zentraler Rahmenplanung und vor-Ort-Unterstützung.

Die zentralisierte Totalplanung ist der Versuch, auch komplexe Kleinserien — im Extremfall auch Losgröße 1 — analog zur Großserienfertigung im weitgehend automatisierten Fertigungsprozeß zu organisieren. Nach dieser Konzeption werden die EDV-Potentiale als geeignet eingeschätzt, um selbst bei größten Datenmengen die Übersichtlichkeit und Steuerbarkeit des Ablaufs, die in der Produktion durch den technisch realisierten Zwangslauf notwendig sind, zu gewährleisten. Dieses Konzept beinhaltet u.a. eine akribische Terminplanung, präzise Festlegungen der Bearbeitungsreihenfolgen jedes einzelnen Teils sowie der Montageplanung. In ihrer "reinen Form" zielt das Konzept darauf ab, daß "Meister und erst recht Arbeiter keinerlei Steuerungsbefugnisse mehr besitzen sollen" (Manske 1987, S. 187). Der Ansatz der Totalplanung impliziert, daß es "einen zentral außerhalb und vor der Fertigung erstellten Plan geben kann und daß die personelle Steuerung in der Werkstatt nichts ist als detailgenaue Ausführung des Plans" (ebd.). Jeder Mitarbeiter bekommt nach dieser Konzeption immer nur einen Auftrag mit klaren Vorgaben zugeteilt (Einzelsteuerung).

Probleme bei der Realisierung des zentralisierten PPS-Systems, insbesondere die Bewältigung und Koordinierung der Datenmengen und die flexible Reaktion bei Störungen in der Ausführung sowie kurzfristige Änderungsanforderungen von "außen" (z.B. zusätzliche Kundenwünsche, Lieferschwierigkeiten von Zulieferern, Auftragsänderungen), werden damit beantwortet, daß das Konzept noch weiter vervollständigt werden muß und die Leistungsfähigkeit der Systeme steigt. So

<sup>6</sup> In Anlehnung an F. Manske: Computerunterstützte Fertigungssteuerung im Kleinbetrieb. Düsseldorf: VDI 1987, S. 186 ff.

bleibt die Hoffnung aufrechterhalten, daß sich mit zukünftigen Systemen mit Echtzeitverarbeitung alle Probleme werden überwinden lassen.<sup>7</sup>

Die Konzeption der gestuften PPS mit zentraler Rahmenplanung stellt bereits die "Suche nach dem mittleren Weg" bei der Entwicklung der EDV-gestützten Fertigungssteuerung dar. Aus der Sicht der Fertigungsbereiche begnügt sich die Zentrale mit einer grobmaschigen Rahmenplanung, die in der Werkstatt (vor Ort) detailliert wird. Die Mitarbeiter (Meister, Fachkräfte) sind in diesem Konzept aktive Teile am Steuerungssystem, d.h. sie führen nicht nur eine vorgegebene Planung lediglich aus, sondern übernehmen selbst Steuerungsfunktionen. Die Vorzüge dieses Systems liegen aus System Sicht in der größeren Flexibilität, die darin besteht, daß die Veränderungen der Systemdaten dort vorgenommen werden, wo sie entstehen. Aus Anwendersicht wird das Erfahrungswissen der Anwender hierbei betont und mobilisiert. Unsicherheiten, widersprüchliche Forderungen, rasche Entscheidungen bei Störungen oder äußeren Einflüssen sollen durch die Intelligenz der Beschäftigten vor Ort ausgeglichen oder getroffen werden. Die Unzulänglichkeit des Systems kann dabei als Chance für den Einsatz von Planungskompetenzen der Mitarbeiter gesehen werden. "Nach dem Ansatz Rahmenplanung ist die Planung ein Prozeß, der nicht allein zentral und mit Hilfe der EDV durchgeführt werden kann, sondern der die Kompetenzen der Werkstatt mit einzubeziehen hat. Der Plan existiert nicht schon zur Gänze vor der Fertigung, er entsteht vielmehr sukzessiv und niemals so vollständig, daß er eine völlig verbindliche Handlungsanleitung für die Werkstatt sein könnte. Fertigungssteuerung ist nach diesem Ansatz eine Synthese aus EDV-Leistung und personeller Leistung" (Manske, ebd.). Die personelle Leistung ist dabei nicht auf eine lediglich ausführende Funktion eines mit Hilfe der EDV zentral erstellten Plans reduzierbar. Die Ausführung der Konzeption legt im Grunde Gruppenkonzepte nahe. Eine Gruppe bzw. eine Organisationseinheit und ggf. auch der einzelne Arbeiter bekommen nach dieser Konzeption immer mehrere Aufträge mit gewissen Rahmendaten zugewiesen (Bündelsteuerung) und müssen diese in ihrem Arbeitsbereich koordinieren.

7 So teilt z.B. Manske (1987, S. 188) die Meinung, daß die Konzeption der zentralen Totalplanung als Orientierung auch weiterhin Bedeutung hat. Durch eine stärkere Berücksichtigung der Expertensystemtechnik könnten die Zentralsysteme an Leistungsfähigkeit weiter zunehmen und die heute vielfach favorisierte Konzeption der gestuften PPS (zentrale Rahmenplanung) längerfristig wieder zur Disposition stellen. Demgegenüber sind nach Hildebrandt/Seltz (1989) die bisherigen zentralen Konzepte gescheitert und stattdessen die gestuften PPS auf dem Vormarsch.

Unter dem Qualifikationsaspekt erscheint das Konzept der gestuften Planung ungleich interessanter und anspruchsvoller, stellt es doch ein erweitertes fachliches Können — erweitert um Planungs- und Entscheidungsfähigkeiten sowie ggf. Kompetenzen zur Koordination und Abstimmung mit anderen Gruppen- oder Organisationsmitgliedern — in den Vordergrund.

Der gegenwärtige Stand kann am besten durch eine Konkurrenzsituation der beiden grundsätzlichen Konzepte gekennzeichnet werden, während in der betrieblichen Praxis Systeme aus dem "Mittelfeld" zum Einsatz kommen werden. Dennoch kann es Trendverschiebungen zugunsten des einen oder anderen Konzepts geben, die zum einen vom jeweiligen Entwicklungsstand der Systeme, zum andern aber auch von den betrieblichen Bedingungen und dem Qualifikationspotential der zur Entwicklung und Anwendung der Systeme benötigten Mitarbeiter abhängen.<sup>8</sup> Schließlich stellt der Einsatz von PPS-Systemen auch häufig Kompromisse zwischen den Interessen der Unternehmensleitung und den Mitarbeitern und ggf. auch zwischen den vorhandenen Organisationseinheiten innerhalb der Betriebe dar.<sup>9</sup>

Abhängig von der Art des PPS-Systems und dem Organisationskonzept können beachtliche Verschiebungen in den konkreten Arbeitsanforderungen eintreten. Dies umso mehr, wenn die Arbeitsorganisation, Aufgabendifferenzierung und Qualifikation der Mitarbeiter bei der CIM-Gestaltung neu kombiniert werden. "Im Rahmen von CIM-Prozessen wird das gesamte, historisch gewachsene betriebliche System der (horizontalen und vertikalen) Arbeitsteilung und Kompetenzabgrenzung neu zur Disposition gestellt."<sup>10</sup>

8 Vgl. hierzu z.B. Meyer-Dohm über den Zusammenhang von Humanressourcen und technologischer Entwicklung. Er plädiert für ein "Lösen von der einseitigen Orientierung" an der technologischen Entwicklung hin zu einer Entwicklung der gegenseitigen Ergänzung von technologischem und qualifikatorischem Wandel (P. Meyer-Dohm, H. G. Schütze (Hg.): Technischer Wandel und Qualifizierung. Frankfurt 1987, S. 187).

9 Z.B. schätzt Manske die gegenwärtige Situation so ein, daß vieles dafür spricht, "daß eine PPS-Architektur, die der Konzeption der Rahmenplanung folgt, eine Kompromißlösung sein kann, die sowohl den Unternehmensinteressen genügt als auch den Arbeiterinteressen wie den Werkstattinteressen insgesamt. Die Unternehmensleitungen bleiben auf kooperationswillige, hochkompetente Facharbeiter angewiesen und sind deshalb gezwungen, Kompromisse einzugehen. Die Arbeiter sind ihrerseits stark genug, sich gegen rigide Einzelsteuerung und Einzelzeiterfassung zur Wehr zu setzen bzw. solche Systeme zu unterlaufen" (Manske 1987, S. 189).

10 L. Pries, R. Schmidt, R. Trinczyk: Entwicklungspfade von Industriearbeit. Opladen 1990, S. 56.

Untersuchungen zum Zusammenhang von PPS-Einsatz und Personalentwicklung einschließlich der Qualifikation fehlen noch weitgehend. Der Stand der Forschung zeigt, daß die Vielfalt an Gestaltungsmöglichkeiten für die rechnergestützte Produktion eher zu- als abnimmt und daß der Qualifikationsaspekt dabei eine wesentliche Rolle spielt. Damit besteht die Chance, in gleicher Weise effektive wie qualifikationsfördernde Produktionskonzepte zu entwickeln und zum Einsatz zu bringen.

### Gestaltung der Arbeitsorganisation

Soweit von generellen Trends im Wandel der inhaltlichen Anforderungen gesprochen werden kann, sind es vor allem zwei Aspekte:

- die Verschiebung von algorithmisierbaren und damit computerisierbaren zu den kaum in Regeln faßbaren schöpferischen, kreativen und auch sozialen Fähigkeiten,
- die Verschiebung von den "klassischen" Verhaltensweisen wie folgerichtiges lineares Denken isoliert fachliche Lösungssuche und anordnungsbezogenes Verhalten zu den erweiterten Verhaltensweisen: spezialisiertes Ganzheitsdenken (Denken in organisatorischen Zusammenhängen und ablaufforientiertes Denken) sowie Mitarbeit in kooperativen Arbeitsstrukturen.

Eine Neuorganisation der Tätigkeitsbereiche bringt aber nicht quasi automatisch humanere Arbeitsbedingungen mit sich. Es sind ebenso neue soziale Kontrollmöglichkeiten und restringierte Arbeitsbedingungen möglich, die die humane Qualität der Arbeit begrenzen oder in Frage stellen können. Die "postindustrielle" Arbeitsorganisation hat den klassischen Zielantagonismus zwischen den Zielen der Organisation und den Anforderungen an eine human und entwicklungsförderlich gestaltete Arbeit tendenziell zu überwinden. Eine Förderung der Fähigkeiten der Mitarbeiter stützende Arbeitsorganisation wird vor dem Hintergrund veränderter Marktanforderungen mit hohem Innovationswachstum vielfach bereits als die Grundlage für die Sicherung der Überlebensfähigkeit von Organisationen selbst gesehen (vgl. Bullinger 1990). Entsprechende Ordnungsstrukturen sind weder rein organisatorisch detailliert festzulegen noch allein fachlich bestimmbar, sondern verlangen eine ganzheitlich-systemische Sicht, die die Unternehmensfunktionen, das Leistungssystem und das Organisations- und Leitungssystem miteinander in Beziehung setzt.

Arbeitsorganisatorische Prinzipien eines Gesamtsystems, das zu einem ausgewogenen Verhältnis der personalen, technischen und organisatorischen Dimension führt, können zumindest in Form von Leitideen angegeben werden:

- Arbeitsformen, die ein zunehmendes Maß an Autonomie in kleinen Einheiten zulassen,
- Arbeitsanforderungen, die eine Integration von dispositiver, kontrollierender und ausführender Tätigkeit fördern im Sinne der Ausbildung einer umfassenden Handlungskompetenz,
- Arbeitsstrukturen, die durch offene Kommunikationswege das soziale Lernen aktiv unterstützen,
- Arbeitsaufgaben, die im Zusammenhang mit Angeboten zu einer entsprechenden Weiterbildung Perspektiven für persönliche Entwicklungschancen und Identitätsbildung bieten.

Im Zusammenhang mit der Humanisierungsdiskussion sind unterschiedliche Modelle zur Variation der Arbeitsaufgabe breit diskutiert und arbeitsorganisatorisch bewertet worden.

### Beispiel für ein handlungsbezogenes Lernen in Richtung CIM

Hierbei geht es um ein Lernen in einem Forschungsfeld für die Entwicklung eines dezentralen PPS. Im Hinblick auf ein systematisches Training wurde folgendes Konzept verwandt:<sup>11</sup>

1. Handlungsorientiertes Lernen in einer rechnergestützten Arbeits- und Lernumgebung (Einführung in die eigene Arbeitsweise und Gestaltung der Lernorganisation)
2. Rechnergestützte Arbeitsumgebung und -systeme erkunden (hier kommen insbesondere die Aspekte der Arbeitsorganisation und Arbeitsablaufplanung zum Tragen, die hier im Konzept des handlungsorientierten Lernens weitgehend von den Lernenden selbst entwickelt werden)
3. Fertigungskonzepte, Arbeitsplanung, Steuerung und Disposition der Fertigung (Arbeitsaufgabe an die Lerngruppe: Für einen Auftrag der auftragsgebundenen Produktion eine Arbeitsgrobplanung erarbeiten und einen Auftragspool für die Fertigung in der Insel vorbereiten)

<sup>11</sup> Das Konzept der Weiterbildung wurde zunächst für Lehrer/Ausbilder und Facharbeiter eingesetzt. Die inhaltlichen Bereiche sind entnommen aus: Blumenstein/Fischer: Aus- und Weiterbildung für die rechnergestützte Arbeitsplanung und -steuerung. Bremen: ITB 1990, S. 103 ff. Zum theoretischen Hintergrund vgl. Corbett/Rasmussen/Rauner: Crossing the Border, 1991.

4. Reflexion der Erfahrungen in/mit der Lern- und Arbeitsumgebung (als Reflexion über die mögliche Veränderung des Arbeitsbereichs für die Facharbeit bzw. als Lernaufgabe für die Facharbeiter, die Anforderungen und Perspektiven der zukünftigen Facharbeit im Vergleich zur traditionellen Facharbeit zu beschreiben und zu bewerten).

Die Weiterbildungsmaßnahmen sind auf den zeitlichen Umfang von einer Woche konzipiert und zu einem größeren Teil nicht systembedingt, setzen aber dezentrale PPS-Systeme voraus. Die Erfahrungen und Konzepte beschränken sich zudem auf den dezentralen Teil des PPS-Systems, indem lediglich die Zielgruppe der Werkstatt-Facharbeiter angesprochen wird.

### Literatur

- Blumenstein, G.; Fischer, M.: Aus- und Weiterbildung für die rechnergestützte Arbeitsplanung und -steuerung. Bremen: ITB 1990
- Bullinger, H.-J.: Ohne Human Integrated Manufacturing kein CIM. In: io Management Zeitschrift, 6/1990, S. 48 ff.
- Corbett, J. M.; Rasmussen, L. B.; Rauner, F.: Crossing the Border. The Social and Engineering Design of Computer Integrated Manufacturing Systems. Berlin: Springer 1991
- Heintze, C. D.: Systematische Ausbildungsplanung für die Fabrik der Zukunft. In: CIM-Management, 1/1988, S. 17-20 und 4/1988, S. 40-43
- Hildebrandt, E.; Seltz, R.: Wandel der betrieblichen Sozialverfassung durch systemische Kontrolle? Die Einführung computergestützter Produktionsplanungs- und steuerungssysteme im bundesdeutschen Maschinenbau. Berlin 1989
- Koslowski, K.: Unterstützung von partizipativer Systementwicklung durch Methoden des Software Engineering. Opladen 1988
- Manske, F.: Computerunterstützte Fertigungssteuerung im Kleinbetrieb. Düsseldorf: VDI 1987
- Martin, T.; Ulich, E.; Warnecke, H.-J.: Angemessene Automation für flexible Fertigung. In: Werkstattstechnik 1988, S. 17-23
- Meyer-Dohm, P.; Schütze, H. G.: Technischer Wandel und Qualifizierung: Die neue Synthese. Frankfurt 1987
- Pries, L.; Schmidt, R.; Trinczyk, R.: Entwicklungspfade von Industriearbeit. Chancen und Risiken betrieblicher Produktionsmodernisierung. Opladen 1990
- Seliger, G.: Praxisnahe Kompetenz in der Fabrik der Zukunft. In: Martin/Rauner (Hg.): Mikroelektronik und berufliche Qualifikation. Wetzlar 1983

Dr. Herbert Tilch ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut Technik und Bildung der Universität Bremen.

Hartmut Kaffenberger

## Berufsfeldübergreifendes Lernen in der Berufsschule

### Ein Beispiel aus der Robotertechnik

*Auf der Basis von Aluminium-Halbfertigprodukten wurde in Kooperation von Metall- und Elektrotechnik-Lehrlingen ein Handhabungsautomat entwickelt. Seine flexible und offene Konstruktion ermöglicht grundsätzliche Einsichten in flexible Fertigung, Mechanik, Pneumatik, Steuerungs- und Sicherungstechnik. Er unterstützt das selbständige Arbeiten der Schüler. (Red.)*

### 1. Konzept der Lehrmittelentwicklung

Der technische Ablauf der automatisierten Produktion in der Industrie kann — vereinfacht — auf folgende "Grundlagen" reduziert werden.

MAGAZINIEREN — TRANSPORTIEREN — UMSETZEN/HANDHABEN — BEARBEITEN

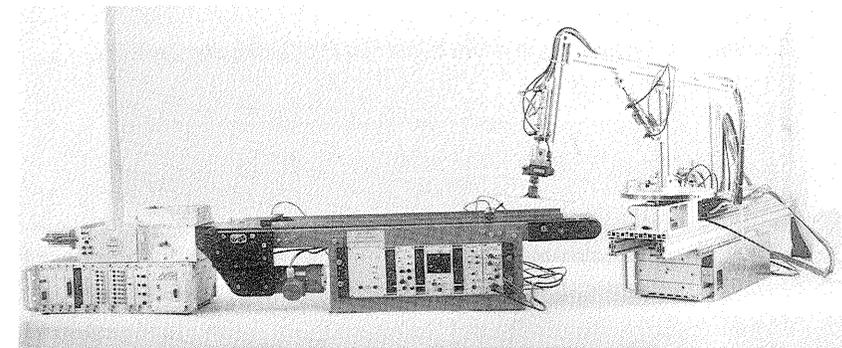


Abb. 1: Ausschnitt: Magazin, Transportband, Umsetzen/ Handhaben

Für den Handlungsbereich "Umsetzen/ Handhaben" (Roboter) wurde im Rahmen des Modellversuchs MCA/Hessen ein Konzept entwickelt, das sich an den Anforderungen an Elektrofacharbeit von Berufsschülern orientierte. In der Sicht der vorliegenden Untersuchungen werden Facharbeiter zukünftig nicht nur in der Produktion, sondern auch in der Wartung, Inbetriebnahme, im Ser-

vice wie auch als Führungskraft einer größeren Bearbeitungseinheit tätig werden. Aus dieser Bestimmung ergaben sich die Kriterien für die Einheit "UMSETZEN/HANDHABEN":

Allgemeines: Das Gerät war so zu entwickeln, daß Schüler ohne große Einführungen den Ablauf durchschauen, und verstehen konnten.

Auf allen Ebenen der eingesetzten Technologien sollte eine leichte Veränderbarkeit vorgenommen werden können (Modularität).

Aus diesen Anforderungen resultiert als Pflichtenheft:

- Die mechanische Konzeption sollte so flexibel sein, daß eine Veränderung leicht möglich ist (Baukastenprinzip).
- Die Pneumatik sollte möglichst verschiedene Bauteile enthalten, wie sie in der Industriesteuerung verwendet werden.
- Die Elektrik sollte so erweitert werden können, daß mit dem Automat nicht nur zwei Wege (aufheben und ablegen) gefahren, sondern auch Entscheidungen (größer, kleiner, gleich) ausgeführt werden können.
- Die Ansteuerung sollte so flexibel sein, daß sie sowohl unabhängig von der verwendeten Technologie (Schütztechnik, TTL-Digitaltechnik, SPS, MC-Technik) und den Herstellern von Steuerungstechnik ist.
- Neben den technischen sollten auch weitergehende Ziele erreicht werden können:
  - Fragen zur Sicherheitstechnik
  - Fragen zur Einbindung in einen humanen Produktionsprozeß
  - Fragen zur Wartung u.a.

## 2. Konstruktion:

Auf der Basis von Aluminium-Profil-Stangen und — Platten wurden die konstruktiven Entscheidungen in Zusammenarbeit mit einem Fachlehrer Metall getroffen. Die Profilstangen wurden an einem Ende mit einer Aluminiumbuchse versehen und auf drei Längen zugerichtet. Ein Universal-Verbindungselement wurde entwickelt, das sowohl Drehbewegungen als auch senkrechte und waagrechte Befestigungen ermöglichte. Aus den Katalogen der Profilversteller und Pneumatikanbieter wurden die zusätzlich benötigten Klein- und Anpassungsteile zusammengestellt.

(So z.B. Inbusschrauben\*, Gleitmuttern für die Profile, Zylinderstifte, Gelenkköpfe, Zylinderhalterungen etc.)

\* 6-Kant-Innenschrauben

Das wichtigste Teil aber war das Universal-Verbindungselement (Dillenburger System).

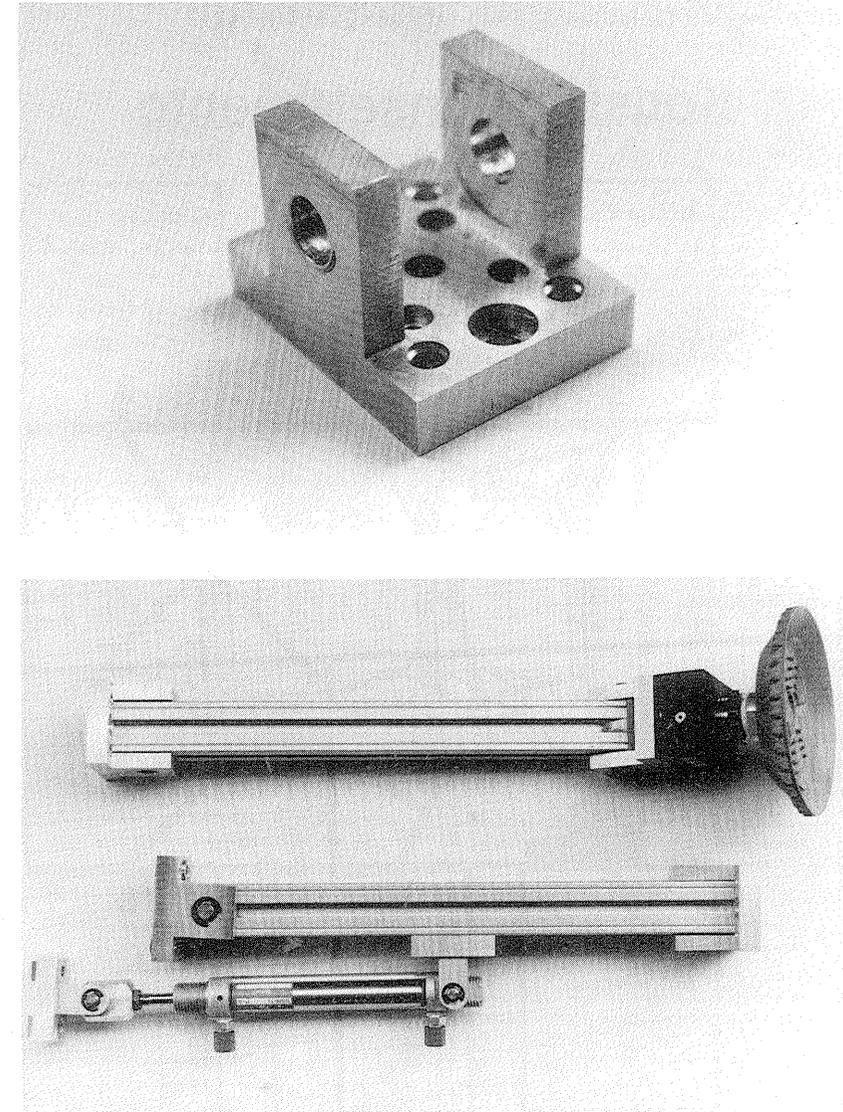


Abb. 2: Universal-Verbindungselement und Zusammenbaubeispiele des "Dillenburger Systems"

Neben den Eigenentwicklungen wurden die Angebote der Pneumatikhersteller benutzt. Als Drehgestell diente ein fertig montierter Drehtisch mit Schrittmotorantrieb. Für den Zusammenbau lagen dann wie in einem Baukasten flexible Elemente für Mechanik, Pneumatik und Elektrik bereit.

## Konstruktionselemente

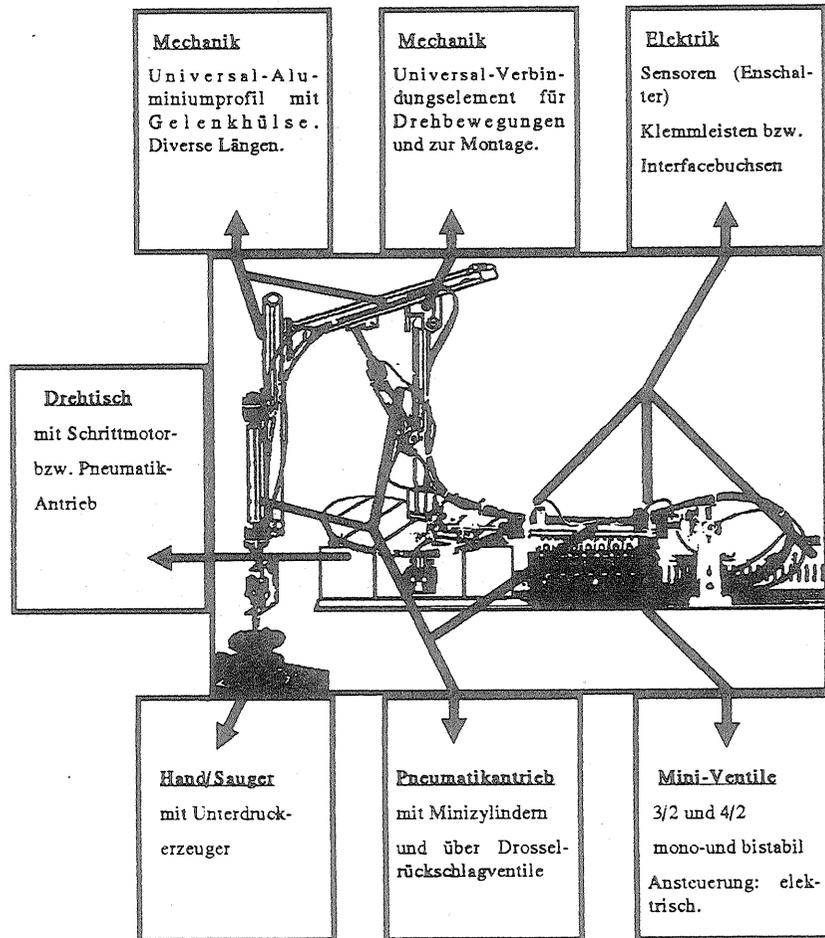


Abb. 3: Konstruktionselemente des Handhabungsautomaten

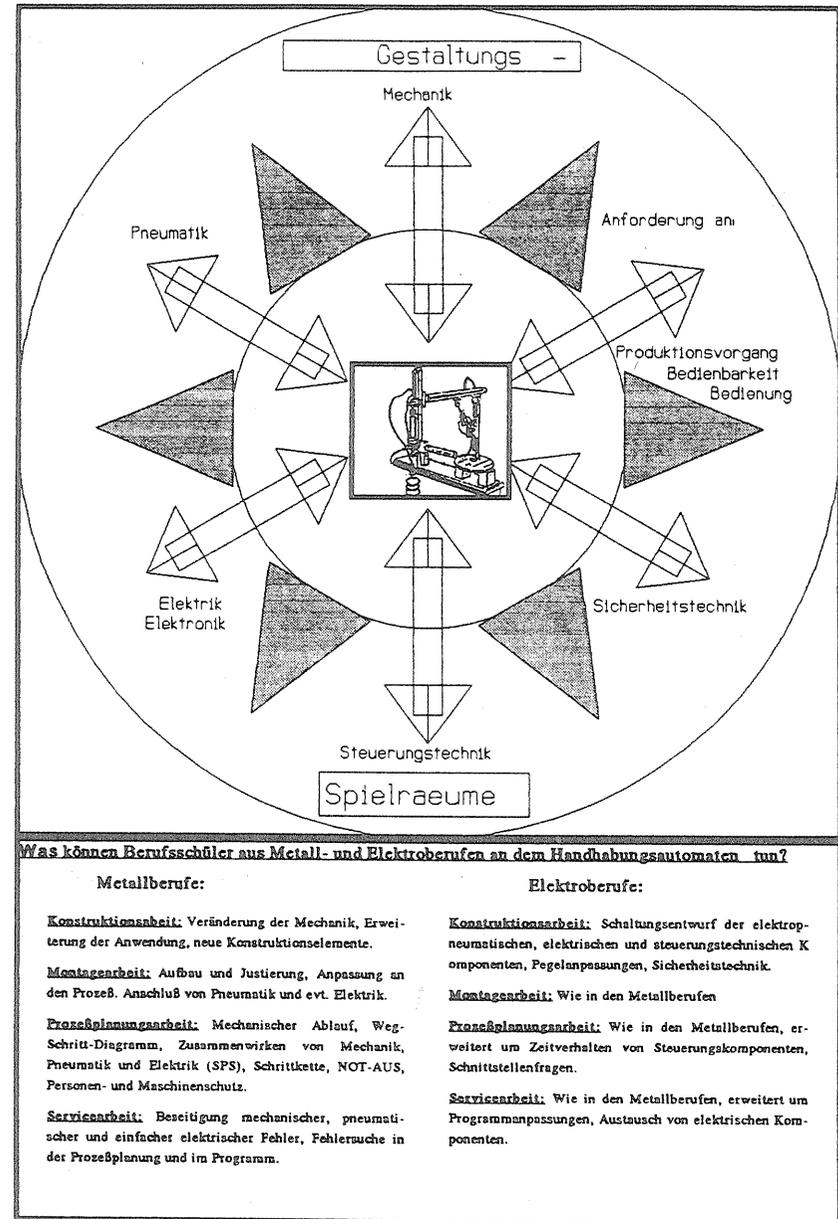


Abb. 4: Gestaltungsspielräume und Tätigkeitsprofile am Automaten



wartungsarm, • flexibel • präzise • preiswert in der Herstellung • Programmablauf durchschaubar • Programm leicht änderbar • Programm gut dokumentiert usw.

Das Abwägen der Forderungen gegeneinander führte zu unterschiedlichen Lösungsvorschlägen, die nicht von allen Schülern gleich bewertet wurden.

Beispielsweise:

- Ein sehr kurzes, verschachteltes Programm führt oft dazu, daß eine andere (Wartungs)-Person dieses Programm nicht durchschauen und damit auch nicht ändern kann.
- Eine Überwachung der Bewegungsrichtungen durch Timer bewirkt, daß größere Reibungsverluste bzw. Druckabfall für jede Achse rechtzeitig erkannt und durch eine Warnleuchte gemeldet werden können und damit aber auch die Ablaufzeit verlängert wird.
- Aufgrund eines verschachtelten Bewegungsablaufs ist der Ablauf zwar schnell, aber eine eindeutige Fehlererkennung fällt sehr schwer.

In der Erwägung der Frage "welchen Ablauf finde ich richtig?" liegen wichtige Erkenntnisse zur Gestaltung von Technik.

Wird der noch einfache Steuerungsablauf durch Fragen zur "NOT-AUS"- und Sicherheitsproblematik erweitert, dann ergeben sich Fragestellungen, die grundlegende Einsichten in die Abwägungen des Vorranges des Schutzes von Mensch oder Maschine vermitteln. Wobei in diesem Falle nicht die "beste" Lösung gefunden, sondern nur ein Kompromiß ausgehandelt und begründet wird.

Die Ergebnisse der gefundenen Wege stellen die Schüler in einem Projektbericht zusammen.

## 5. Zusammenfassung

Der unterrichtliche Einsatz des Automaten hat gezeigt, daß viele Fragen nur an einem realen, industrieähnlichen "Roboter", der einfach in der Konstruktion, aber funktional ist, beantwortet werden können. Die Motivation war in allen Klassen hoch. Dieses Gerät "in den Griff" zu bekommen, schien allen Schülern möglich zu sein. Der modulare Aufbau ermöglicht ständig Verbesserungsvorschläge in Mechanik, Pneumatik, Elektrik und Steuerungstechnik. Schüler können in diesem Unterrichtsvorhaben sehr viel tun. Für den Lehrer verläuft jeder Unterricht anders, weil er sich auf die jeweiligen Schwerpunkte der Klassen einstellen muß.

## 6. Hinweis

Viele Vorschläge zur Steuerungstechnik dieses Roboters sind veröffentlicht worden in:

Berufsspezifische Anwendungen der Mikrocomputertechnik im Berufsfeld Elektrotechnik. MCA-Hessen. Sachberichte 1 bis 3.

Oskar-von-Millern-Schule, Weserstr. 7, 3500 Kassel

---

Hartmut Kaffenberger ist Berufsschullehrer für Elektrotechnik an den Gewerblichen Schulen Dillenburg.

Friedwald Bracht

## Produktionsnahe Ausbildung an automatisierten Systemen

*Die mit der Einführung neuer Produktionstechniken einhergehenden arbeitsorganisatorischen Veränderungen in der industriellen Großserienfertigung haben zu einer weitestgehenden Aufhebung der strikten Arbeitsteilung von Produktions- und Instandhaltungsarbeit geführt. Für die betriebliche Ausbildung werden neue Konzepte erforderlich. Die Ausbildung wird — nachdem sie häufig überwiegend fern von der Produktion in Ausbildungswerkstätten erfolgte — zukünftig wieder stärker in den Produktionsbereich zurückkehren. (Red.)*

Bis Anfang der 80er Jahre waren die Instandhaltungsbereiche großer Industriebetriebe die Hauptabnehmer der Jungfachkräfte des gewerblichen Bereichs nach abgeschlossener Berufsausbildung dieser Betriebe. Ihnen oblag es, gemeinsam mit erfahrenen Fachkräften, die mit dem Aufbau, der Reparatur und der Instandhaltung von Maschinen und Anlagen verbundenen Facharbeiten auszuführen.

In diesem Bericht soll nun dargelegt werden, warum es im Verlaufe der letzten Jahre zu einer entscheidenden Veränderung der Zielorientierung betrieblicher Bildung zahlreicher großer Industriebetriebe mit deutlicher Annäherung an den Produktionsbereich kam und wie von den Bildungswesen darauf reagiert wurde.

### 1. Die Entstehung des Gedankens der produktionsnahen Ausbildung

#### 1.1 System der Aufgaben- und Arbeitsteilung

Bis zu Beginn der 80er Jahre war die Arbeitsorganisation in der Großserienfertigung so gestaltet, daß die mit einfachsten Einlege- und Handlungsarbeiten befaßten Werker an unverbunden arbeitenden Einzelmaschinen Teile fertigten. In diese Aufgabe konnten sie kurzfristig eingewiesen werden, lange Anlernzeiten entfielen.

Aufgabe der Fachkräfte war es, die Anlagen aufzubauen, einzurichten, zu rüsten, die Betriebsbereitschaft der Anlagen sicherzustellen und die Qualität der erzeugten Produkte zu prüfen.

Dabei waren die Fachkräfte nicht in den Produktionsprozeß integriert, sondern in separaten Organisationseinheiten — z.B. Fachwerkstätten — zusammengefaßt. Einige von ihnen, z.B. Fachkräfte für Aufgaben der Qualitätssicherung, gehörten häufig auch anderen Geschäftsbereichen an.

Es herrschte also ein ausgeprägtes System der Aufgaben- und Arbeitsteilung in der industriellen Großserienfertigung, mit dessen Hilfe man über Jahrzehnte hinweg wettbewerbsfähig war.

#### 1.2. Das Auftreten von Facharbeiten im Produktionsbereich

Ab Anfang der 80er Jahre war ein deutliches Überdenken der Arbeitsorganisation im Produktionsbereich erkennbar. Dies rührte daher, daß sich lange Stillstandszeiten als eine der negativen Folgen zu strikter Arbeitsteilung häuften.

Die an den Produktionsanlagen eingesetzten angelernten Werker waren durchweg nicht in der Lage, die Anlagen bei Ausfällen wieder instand zu setzen. Es mußten zunächst die entsprechenden Fachleute herbeigerufen werden, was zu Zeitverlusten führte.

Die Wettbewerbssituation zwang nun die produzierende Wirtschaft dazu, ihre Arbeitsorganisationsformen zu überdenken, und man erkannte, daß einer der möglichen Auswege in einem Zusammenfassen der produzierenden, instandhaltenden und qualitätssichernden Funktionen liegt.

So entstanden an automatisierten Systemen organisatorische Einheiten, die beispielsweise von *Anlagenführerteams* betreut wurden und deren Aufgabe es fortan war,

- die Produktionsanlagen aufzubauen, zu rüsten, einzurichten und zu bedienen,
- Werkstückzufluß und Teileabfluß zu sichern,
- die Produktqualität zu sichern,
- einfache Störungen an den Fertigungsanlagen selbst zu beseitigen und beim Auftreten komplexer Störungen gezielt die entsprechenden Fachkräfte herbeizurufen.

Damit ergab sich im unmittelbaren Fertigungsbereich ein qualitatives und quantitatives Aufgabenspektrum, das sich grundlegend vom vorgehenden unterschied.

### 1.3. Der "neue Kunde" der Bildungsarbeit

Im Zuge des arbeitsorganisatorischen Wandels traten nun die **Fertigungsbe-  
reiche großer Industriebetriebe** erstmals mit der Forderung nach gut ausgebildeten Jungfachkräften an ihre betrieblichen Bildungswesen heran. Es profilierte sich also ein "neuer Kunde" für die Bildungsarbeit, der zuvor keine Rolle gespielt hatte.

In gleichem Maße traten die **Instandhaltungsbereiche** in ihrer Bedeutung für die Übernahme der Jungfachkräfte zurück. Ihr Fachkräftebedarf reduzierte sich auf ein gewisses Mindestmaß — etwa im Rahmen des Fluktuationersatzes.

### 1.4. Neue Ausbildungsberufe für den Fertigungsbereich

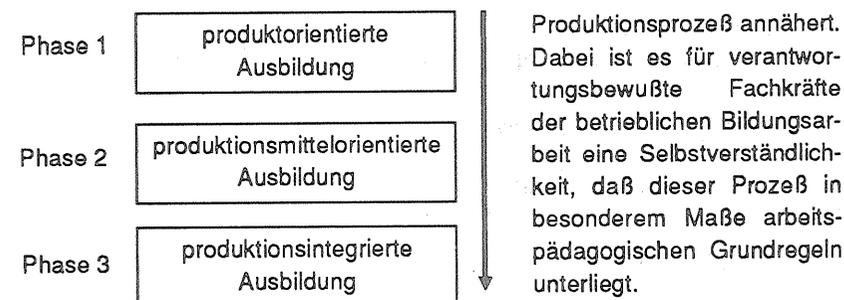
Auch der Gesetzgeber trug der hier beschriebenen Entwicklung Rechnung. Es entstanden Berufe wie z.B. der des Gießereimechanikers und des Industriemechanikers der Fachrichtung Produktionstechnik mit der Zielsetzung, Jungfachkräfte speziell für verschiedene Produktionsbereiche heranzubilden.

Dabei galt es, darauf zu achten, daß keine Spezialisierung für zu enge Produktionsbereiche entstand. Denn dies hätte für die Jungfachkräfte und ihre künftigen Arbeitgeber zwar kurzfristige Vorteile gebracht, wäre aber mittelfristig wegen der geringen Flexibilität und der eingeschränkten Einsatzmöglichkeiten von erheblichem Nachteil gewesen.

Für die betriebliche Bildungsarbeit aber ergab sich aus neuen Zielen und Inhalten und den daraus abgeleiteten neuen Methoden eine interessante Herausforderung, die vor allem in einigen großen Betrieben, in denen sich die Ausbildung zuvor stark vom Produktionsbereich entfernt hatte, zum Gedanken der produktionsnahen Ausbildung führte.

## 2. Komponenten der produktionsnahen Ausbildung

Schon der Begriff "produktionsnahe Ausbildung" macht die Entwicklungsrichtung deutlich. Es geht darum, daß sich die betriebliche Bildungsarbeit dem



Im Verlaufe von 3 Phasen erfolgt zunächst im Rahmen des Lernprozesses eine systematische Annäherung und letztendlich eine Integration von Qualifizierungs- und Produktionsprozeß.

Dabei müssen jedoch die jeweils spezifischen Grunderfordernisse von Qualifizierung und Produktion beachtet werden, so daß die Phasen 1 und 2 arbeitsplatzverbunden sind und die Phase 3 arbeitsplatzgebundenen Charakter hat.

### 2.1. Produktorientierte Ausbildung

Während ihres Einsatzes in der Phase der produktorientierten Ausbildung sollen die Auszubildenden

- Kenntnisse über Aufbau und Funktion des Produkts,
  - Kenntnisse über Qualitätskriterien und
  - Kenntnisse über Funktions- und Qualitätsmängel
- erwerben. Dies geschieht an Originalteilen sowie an Funktions- und Schnittmodellen und wird unterstützt durch arbeitspädagogisch aufbereitete, produktionsstypische Arbeitsunterlagen zum Produkt.

Im Getriebebau lernen die Auszubildenden beispielsweise die verschiedenen Getriebetypen, ihre Unterscheidungsmerkmale und ihre typischen Einsatzbereiche kennen.

### 2.2. Produktionsmittelorientierte Ausbildung

Nachdem die Auszubildenden nun das Produkt kennen, erwerben sie in dieser Phase des Einsatzes alle Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse, die im Zusammenhang mit jenen Produktionsmitteln — automatisierten Systemen — stehen, mit denen das Produkt erstellt wird. Die Auszubildenden

- lernen den Funktionsablauf des Produktionsprozesses kennen,
- erfahren dabei beispielsweise, welchen Bearbeitungsweg ein Werkstück nimmt,
- erkennen, welche Bearbeitungs- bzw. Montageverfahren angewandt werden,
- lernen typische Produktionsmittel aufbauen, rüsten und einrichten,
- lernen diese Produktionsmittel bedienen (soweit es noch etwas zu bedienen gibt),
- lernen die Diagnosesysteme zur Analyse des Fertigungszustandes kennen und können aus ihnen Rückschlüsse auf Probleme im Fertigungsablauf ziehen,
- erfahren, auf welche besonderen Qualitätsaspekte an den einzelnen Fertigungsstationen zu achten ist und
- lernen, einfache Störungen im Fertigungsablauf zu beseitigen.

Um diese Lerninhalte zu vermitteln und diese Lernziele zu erreichen, müssen fertigungstypische — auch automatisierte — Produktionseinrichtungen für Bildungszwecke zur Verfügung stehen. Am besten geschieht dies in einer speziell dafür eingerichteten Fachwerkstatt (Technikzentrum) des Bildungswesens.

### 2.3. Produktionsintegrierte Ausbildung

Diese abschließende Phase der produktionsnahen Ausbildung dient dazu, die erworbenen Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse über das Produkt und die Produktionsmittel unter konkreten Betriebsbedingungen einzusetzen.

Dabei gilt es, auch diesen Abschnitt der Ausbildung zwar vorrangig unter arbeitspädagogischen Gesichtspunkten dabei aber so zu gestalten, daß die Auszubildenden systematisch an das selbständige Arbeiten im Fertigungsprozeß herangeführt werden und daß sie die notwendige Selbstaktivität und Selbstverantwortung entwickeln, die sie für ihren Einsatz als Jungfachkräfte nach abgeschlossener Berufsausbildung benötigen.

Die Gestaltung gerade dieses Ausbildungsabschnittes, in dem die Fachkräfte des Bildungswesens eng mit den dem Produktionsbereich zugeordneten Ausbildungsbeauftragten zusammenarbeiten, bringt neue Erfahrungen in der Zusammenarbeit zwischen Ausbildern und Mitarbeitern des Produktionsbereiches. Für die Ausbilder bedeutet es, sich konkret und konsequent auf die produktionsorientierten Lernziele einzulassen, sich dabei der Unterstützung

der betrieblichen Ausbildungsbeauftragten zu versichern und gemeinsam mit dem Auszubildenden den Ausbildungserfolg sicherzustellen.

Dies ist auch für Ausbilder ein völlig neuer Erfahrungsprozeß. Denn ihre betrieblichen Gesprächspartner waren ja über lange Jahre die Fachkräfte der Instandhaltungsbereiche und nicht die Produktionswerker.

### 3. Organisation der produktionsnahen Ausbildung

Bei der Organisation der produktionsnahen Ausbildung gilt es zunächst zu entscheiden, welche Ausbildungsberufe für eine derartige Ausbildung vorrangig geeignet sind.

Gemäß dem aktuellen Stand der Ausbildungsordnungen bieten sich dafür beispielsweise die Berufe

- Gießereimechaniker,
  - Industriemechaniker der Fachrichtung Produktionstechnik und
  - Industrieelektroniker der Fachrichtung Produktionstechnik
- besonders an.

Diese Berufe, aber auch Ausbildungsberufe anderer Fertigungszweige, sind ja in den letzten Jahren speziell für die Ausbildung von Fachkräften für den Produktionsbereich geschaffen worden.

#### 3.1. Ausbildung im Qualifizierungszentrum (Lehrwerkstatt)

In diesem ersten Ausbildungsschritt sind wesentliche Vorbereitungen für die spätere produktionsnahe Ausbildung zu treffen. Neben der breit angelegten Vermittlung handwerklicher und steuerungstechnischer Grundfähigkeiten, -fertigkeiten und -kenntnisse gilt es in der Persönlichkeit eines jeden Auszubildenden, jene Basisqualifikationen zu entwickeln, die er später als selbständiger Mitarbeiter des Produktionsbereichs benötigt.

Dies bedeutet auch bereits den Einsatz aktueller Ausbildungsmethoden, die den Auszubildenden befähigen, seine eigene Arbeit zu planen, zu organisieren und zu kontrollieren.

### 3.2. Ausbildung in der Fachwerkstatt des Bildungswesens (Technikzentrum)

In diesem Ausbildungsabschnitt geschehen insbesondere die

- produktorientierte Ausbildung und
- die produktionsmittelorientierte Ausbildung.

Zu diesem Zweck sind Fachwerkstätten oder zumindest unter arbeitspädagogischen Gesichtspunkten gestaltete Produktionsecken aufzubauen, in denen es möglich ist, die unter 2.1. und 2.2. beschriebenen Inhalte zu vermitteln und Ziele zu erreichen.

Dabei sollte dieser Ausbildungsabschnitt nach Möglichkeit in der Hand dafür speziell ausgebildeter, d. h. mit den Produktionsbedingungen vertrauter Fachkräfte des Bildungswesens liegen und durchaus Produktionsrealitäten widerzuspiegeln, wodurch die Auszubildenden an typische Produktionssituationen herangeführt werden.

Lediglich produktionstypische Vorgabezeiten (Sollstückzahlen) sollten von diesem Ausbildungsabschnitt ferngehalten werden, damit sich die Auszubildenden voll auf das Produkt und die Produktionsmittel konzentrieren können, um sich eine solide Voraussetzung für den anschließenden Einsatz im Fertigungsbereich zu schaffen.

### 3.3. Einsatz an Produktionsarbeitsplätzen

Spätestens jetzt beginnt für die Auszubildenden die Ernsthaftigkeit des Produktionsalltags. Unter Anleitung durch bewußt ausgewählte und auf diese Aufgabe vorbereitete Mitarbeiter des Produktionsbereichs (Ausbildungsbeauftragte, Anlagenführer) lernen sie

- die Arbeitsorganisation,
- das Betriebsklima,
- die Produktionsatmosphäre,
- den realen Produktionsprozeß mit seinen Sollvorgaben und
- das Zusammenspiel der vielen Unwägbarkeiten, die in keiner außerhalb des Produktionsbereichs gestalteten Lernsituation simuliert werden können,

unmittelbar kennen.

Die sichere Basis für einen Ausbildungserfolg während des Einsatzes im Produktionsbereich gibt ihnen die Ausbildung im Qualifizierungszentrum und die Ausbildung in den Fachwerkstätten des Bildungswesens.

### 4. Bewertung von Erfahrungen

In Ausbildungsbetrieben verschiedener Branchen und unterschiedlicher Größenordnung wurden in den letzten Jahren Erfahrungen mit der produktionsnahen Ausbildung gemacht. Dabei zeigt es sich, daß bei gezieltem, geplantem, d. h. systematischem Vorgehen unter Wahrung der arbeitspädagogischen Grunderfordernisse, ein neuer Einsatzbereich für Auszubildende erschlossen werden konnte und für die Bildungsarbeit großer produzierender Industriebetriebe ein neuer, künftig unverzichtbarer "Kunde" gewonnen wurde, der inzwischen oftmals auch unaufgefordert bestätigt, daß diese Entwicklung seinen Grundvorstellungen entspricht und der sie deshalb auch mit seinen Möglichkeiten unterstützt.

Nicht unerwähnt bleiben soll, daß natürlich auch weiterhin der Einsatz in den verbliebenen Instandhaltungsbereichen der Industrieunternehmen während der Ausbildungszeit unverzichtbar ist, er war nur nicht Gegenstand dieses Berichtes.

---

Dipl.-Ing. Friedwald Bracht ist Ausbildungsleiter der Volkswagen AG in Kassel.

Wolfgang Frede, Reiner Schlausch

## Montageautomatisierung Ein Handlungsfeld für berufliche Bildung<sup>1</sup>

*Die Umsetzung der Neuordnung in den beiden zentralen Lernorten des dualen Systems, den Betrieben und Berufsschulen, macht für Ausbilder und Berufsschullehrer sowohl Fortbildung als auch neue Formen der Kooperation erforderlich. Im Rahmen eines Modellversuchs wird Lernortkooperation an einer gemeinsamen Aufgabe zur Montageautomatisierung konkretisiert. (Red.)*

### Einleitung

In vielen Bereichen der industriellen Produktion bestimmen die Montagekosten zu einem hohen Anteil die Herstellkosten der Produkte. Während z.B. in der spanabhebenden und spanlosen Fertigung schon in der Vergangenheit ein relativ hoher Automatisierungsgrad erreicht worden ist, steht die Automatisierung der Montage in den meisten Unternehmen noch aus. Sinkende Losgrößen bei einer Zunahme der Typen- und Variantenzahl sowie der Komplexität der Produkte, personelle Umstellungsprobleme und technische Hemmnisse haben in der Vergangenheit die Montageautomatisierung gebremst. Inzwischen erfüllen jedoch flexible Montagesysteme die vielfältigen Anforderungen von Produkt, Organisation und möglicher Qualifizierung. Ferner werden die Veränderungen auf den nationalen und internationalen Märkten die Senkung der Herstellkosten — und das sind in vielen Bereichen in erster Linie Montagekosten — in den Mittelpunkt der "produktionstechnischen Unternehmensstrategien" (Seliger 1990, S. 4) rücken. Vor diesem Hintergrund ist zukünftig mit einem vermehrten Einsatz flexibler Montagesysteme zu rechnen. Diese Entwicklung erfordert entsprechende Konzepte für die berufliche Bildung (Fort- und Erstausbildung).

<sup>1</sup> Der Beitrag ist im Rahmen des Modellversuchs "Berufliche Weiterbildung im Kooperationsverbund 'Schule-Betrieb'" (BEWEKO) entstanden, der von Prof. Dr. M. Hoppe und den Autoren am Institut Technik & Bildung, Universität Bremen, wissenschaftlich begleitet wird.

## Zur Automatisierung der Montage

Aufgrund der komplexen Bewegungsmöglichkeiten der menschlichen Handmotorik und der visuellen und taktilen sensorischen Fähigkeiten des Menschen stellt die **manuelle Montage** innerhalb der industriellen Serienmontage nach wie vor die bedeutenste Montageart dar. In Abhängigkeit von der Größe des Produkts und der Größe und Anzahl seiner Einzelteile sind Einzelmontageplätze für die Komplettmontage des Produkts an einem Arbeitsplatz oder mit Hilfe von Transportbändern verkettete Montageplätze verbreitet. Die manuellen Montageplätze sind unter Anwendung von arbeitswissenschaftlichen Zeitsystemen wie z.B. MTM (Methods Time Measurement) ergonomisch gestaltet. Montagearbeit in der Serienmontage ist i.d.R. gekennzeichnet durch einfache Arbeitsinhalte mit kurzen Zykluszeiten, ein geringes Qualifikations- und Lohnniveau und einen hohen Frauen- und Ausländeranteil.

Bei höheren Stückzahlenanforderungen kamen in der Vergangenheit ausschließlich **teil- und vollmechanisierte** Montageeinrichtungen zum Einsatz. Die eingesetzten Maschinen und Automaten sind nach ihrer Funktion Sondermaschinen, die meistens mit dem Absetzen des zu produzierenden Produkts ihren Wert verlieren. Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Einsatz dieser "starrten" Montagemaschinen und -automaten waren bzw. sind hohe Stückzahlen pro Zeiteinheit und eine hohe Produktlebezeit. Bei immer kürzer werdenden Produktlebezyklen stellen lange Beschaffungszeiten der Anlagen (Sondermaschinen) und die hohen Investitionskosten für die Unternehmen ein großes wirtschaftliches Risiko dar. Veränderte Marktanforderungen wirken sich unmittelbar und ohne zeitliche Verzögerung auf die Montage aus. Da mit der Montage die Kapitalbindung sprunghaft ansteigt und die Flexibilität, das Produkt noch auf veränderte Kundenwünsche anzupassen, gleichzeitig abnimmt, kommt der Montage eine zunehmend höhere Bedeutung zu. Die Reaktionsfähigkeit eines Unternehmens wird in erster Linie durch die Montage bestimmt (vgl. Baumgarten 1990, S. 38).

Die Steigerung des Automatisierungsgrades verbunden mit der Möglichkeit der Anpassung an veränderte Marktsituationen brachte **flexibel automatisierte Montagesysteme** hervor. Derartige Einrichtungen ermöglichen die Montage unterschiedlicher Produkte bei relativ geringem Umstellungsaufwand und steigern damit die Auslastung der kapitalintensiven Betriebsmittel. Durch einen modularen Aufbau können manuelle und automatisierte Stationen in einem System integriert werden. Der Grad der Montageautomatisierung kann folglich in Abhängigkeit der jeweiligen Marktsituation schrittweise gesteigert werden (vgl. Abb. 1).

Die montagefreundliche Produktgestaltung stellt zum einen eine wesentliche Voraussetzung und Bedingung für die Automatisierung der Montage dar, ist aber zum anderen unabhängig von der Montageart (manuell, mechanisiert, flexibel automatisiert) eine "konstruktive" Vorentscheidung über die Höhe der Montagekosten. Die Montagekosten werden zu einem hohen Anteil bereits bei der Konstruktion eines Produkts festgelegt. Wirtschaftliche Ferti-

Phase 1 - Bemusterung:  
5 Handarbeitsplätze

Phase 2 - Markteinführung:  
4 Handarbeitsplätze in Linie  
1 Reparaturplatz im By-pass  
3 automatische Stationen

Phase 3 - Marktakzeptanz:  
2 Handarbeitsplätze  
1 Reparaturplatz im By-pass  
6 automatische Stationen

Phase 4/5 - Marktreife:  
1 Reparaturplatz im By-pass  
2 Palettierautomaten  
6 automatische Stationen

Phase 6 - Produktnachfolge:  
2 Handarbeitsplätze  
1 Reparaturplatz im By-pass  
2 Palettierautomaten  
1 Vormontage einer Baugruppe auf einem Rundtaktautomat  
6 automatische Stationen

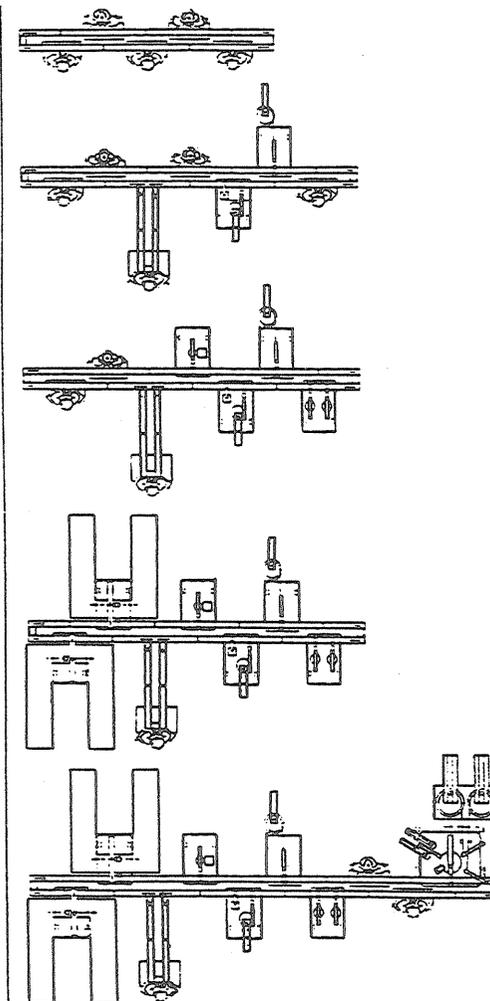


Abb. 1: Flexibilität durch schrittweise Automation — Quelle: Seliger 1990, S. 8.

gungsverfahren werden bei der Einzelteilkonstruktion schon seit geraumer Zeit berücksichtigt. Die montagerechte Produktgestaltung ist jedoch erst in jüngerer Vergangenheit zu einem Aspekt der Produktentwicklung geworden (vgl. Lotter 1982, S. 119 ff.). Es ist zu erwarten, daß aufgrund des hohen Beitrags zur Senkung der Montagekosten zukünftig in unterschiedlichen Branchen verstärkt Anstrengungen in dieser Richtung unternommen werden.

So wird z.B. in den Konstruktionsabteilungen der Automobilindustrie schon seit geraumer Zeit nach der Leitlinie "Die beste Montageautomatisierung ist der Wegfall der Montageoperation" entwickelt. Die Veränderungen von der aufwendigen Überkopfmontage des 'Spannhimmels' hin zum 'Formhimmel', der als Kunststoffteil komplett gefertigt wird und leicht montierbar ist, wie auch von der in Profilmgumi eingesetzten zu den geklebten Front- und Heckscheiben, sind nur zwei Hinweise für Entwicklungen zu montagerechten Fahrzeugkonstruktionen. Die wichtigsten Grundforderungen, die unter dem Gesichtspunkt eines automatisierungsfreundlichen Fahrzeugdesigns an die Konstruktion gerichtet werden, lauten:

*a) Modulprinzip. Vorteil: Die Module werden in Vormontagen hergestellt und gelangen als in sich geschlossene, funktionierende Großkomponenten in die Endmontage; das entfrachtet die Endmontage und erleichtert die Bündelung gut automatisierbarer Operationen in den Vormontagen.*

*b) Indexierhilfen. Vorteil: Durch Referenzpunkte an der Karosserie und feste Zuordnung aller Fügeoperationen zu diesen Punkten können Karosserie und Montageteil ohne komplizierte Sensortechnik genau und sicher positioniert werden.*

*c) Neue Materialien systematisch nutzen. Vorteil: Etwa durch den Einsatz von Kunststoffen Fügefunktionen entfallen lassen oder vereinfachen zu können.*

*d) Keine Fakirvorgänge. Vorteil: Einfache Bewegungsfiguren beim Montieren; die Fügebewegungen können auf einachsige senkrechte Bewegungen beschränkt werden.*

*e) Sandwich-Bauweise. Vorteil: Dach und Türen werden am Schluß montiert; die Karosserie bleibt lange leicht zugänglich und öffnet sich für den Montageroboter; die Montage kann von der Seite und von oben statt im schon geschlossenen Innenraum erfolgen." (Kern/Schumann 1984, S. 62)*

In Verbindung mit flexiblen Montagesystemen liegt in der montagerechten Produktgestaltung ein großes Rationalisierungspotential.

Nach einer innerhalb des Forschungsprogramms "Humanisierung des Arbeitslebens" des Bundesministerium für Forschung und Technologie erstellten Studie, sind von den ca. 650 Tsd. Arbeitsplätzen in den sechs Hauptbran-

chen der industriellen Serienmontage bis zum Jahr 2000 schätzungsweise 110-200 Tsd. durch Maßnahmen der Automatisierung, Produktgestaltung und Arbeitsstrukturierung gefährdet (vgl. Ganz/Winter-Hoss 1988, S. 107).

### Arbeitsorganisation bei flexiblen Montagesystemen

Flexible Montagesysteme ermöglichen wie andere programmierbare Betriebsmittel und Informationssysteme auch unterschiedliche Formen der Arbeitsorganisation. Vor dem Hintergrund einer hohen Verfügbarkeit der Anlagen und kurzer Durchlaufzeiten erweist sich eine streng funktionsteilige Arbeitsorganisation von Produktions- und Instandhaltungsbereich, der seinerseits nach metall- und elektrotechnischen Funktionen und häufig innerhalb dieser Bereiche nochmals funktions- oder berufsspezifisch unterteilt ist, als nicht geeignet. Durch die funktionsteilige Arbeitsorganisation entstehen hohe passive Arbeitsanteile auf beiden Seiten: Wenn alle Anlagen störungsfrei laufen, wartet der Instandhalter auf die nächste Störung; tritt eine Störung ein, unterbricht der Produktionsarbeiter bis zum Ende der Reparatur seine Arbeit. Die Trennung des Instandhaltungsbereichs nach metall- und elektrotechnischen Funktionen führte häufig zu einer zusätzlichen Verlängerung der Stillstandzeiten.

„Dabei kam es nur allzu oft vor, daß statt des Schlossers der Elektriker erschien bzw. statt des Elektroniklers ein Fachspezialist aus dem Maschinenbaubereich, und beide erklärten dann abwechselnd jeweils ihre Inkompetenz und Unzuständigkeit.“ (Bracht, 1990, S. 37)

Durch einen die Produktions- und Instandhaltungsarbeit integrierenden Aufgabenzuschnitt lassen sich zum einen die passiven Arbeitsanteile aktivieren, zum anderen — und das ist wohl das entscheidende — führt eine ganzheitliche Arbeitsplatzgestaltung zu einer höheren Identifikation, einem sorgsamem Umgang, fundiertem Prozeßverständnis, besseren Detailkenntnissen, kürzeren Wegen bei der Störungsbehebung und damit insgesamt zu einer höheren Produktqualität bei geringeren Stillstandzeiten der Anlagen.

Beim Einsatz automatisierter Montagesysteme sind heute z.T. Konzepte der Gruppenarbeit realisiert. Bei derartigen Formen der Arbeitsorganisation werden von jedem Mitarbeiter der Gruppe alle anfallenden Aufgaben wahrgenommen. Zu den Aufgaben zählen neben Wartungs-, Instandhaltungs- und Qualitätssicherungsarbeiten auch die *manuelle* Montage bei durch die Qualitätssicherung ausgeschleusten Produkten und bei größeren Störungen. Die Gruppenmitglieder verfügen meistens über Facharbeiterqualifikationen oder

sind als ehemalige Produktionsarbeiter durch innerbetriebliche Fortbildungsmaßnahmen auf ihre veränderte Aufgabe vorbereitet worden.<sup>2</sup>

Neben diesen aufgabenintegrierenden Formen der Arbeitsorganisation sind stärker arbeitsteilige Konzepte ebenfalls in der industriellen Serienmontage vorzufinden. Durch technische bzw. wirtschaftliche Vorgaben entstehen bei derartigen Systemen häufig Arbeitsplätze vom Typ „unqualifizierte Restarbeit“. Die in der Regel von Un-/Angelernten ausgeführten Tätigkeiten umfassen im wesentlichen Einlege-, Abnehme- und Bereitstellarbeiten und nehmen den größten Umfang der Arbeitszeit ein. Die Arbeit unterliegt sehr stark dem Zyklus der (teil-)automatisierten Anlagen. (vgl. Ganz/Winter-Hoss 1988, S. 109)

Sind die Qualifikationsanforderungen an die Arbeitskräfte insgesamt von diesen unterschiedlichen Entwicklungsperspektiven aus gesehen auch kaum eindeutig abschätzbar, wird es jedoch für die Facharbeit insbesondere im sekundären Bereich einen weiteren Qualifizierungsbedarf geben. Die betrieblichen Fortbildungsaktivitäten können nur für eine gewisse Übergangszeit während der Einführung flexibler Montagetechnik Abhilfe schaffen. Grundsätzlich erscheint eine auf die neuen Anforderungen hin konzipierte (Erst-) Ausbildung für Facharbeit.

<sup>2</sup> In der Automobilindustrie differiert die betriebliche Ausgestaltung der Gruppenkonzepte zwischen der Aggregatmontage (z.B. Motor, Getriebe) und der Endmontage. Bei der Aggregatmontage — in der Automatisierungssysteme schon länger im Einsatz — ist die Gruppe häufig für alle Aufgaben, die innerhalb eines Abschnitts der Montagelinie anfallen, zuständig. In der Endmontage geht die Tendenz zu einer Trennung der automatisierten und manuellen Montage. Es sind jedoch auch grundsätzliche Unterschiede in der Arbeitsorganisation der Automobilbranche festzustellen. Bei der meistens am Fließband erfolgenden manuellen Montage bestehen nur relativ wenige Möglichkeiten der Aufgabenintegration. Ein Ansatz, die Arbeitszyklen in Verbindung mit der Fließbandmontage umfangreicher zu gestalten, ist die Montage in sogenannten „Nestern“. Eine Ausnahme in der Endmontage und eine Abkehr von der Fließbandmontage stellt das Konzept von VOLVO in Uddevalla/Schweden dar. Neben einer sehr umfangreichen manuellen Montage werden der Gruppe Aufgaben wie z.B. Feindisposition, Arbeitsplatzzuweisung und Materialanforderung übertragen, die z.T. mit Hilfe von rechnergestützten Systemen bewältigt werden.

## Ausbildung für flexible Montagetechnik

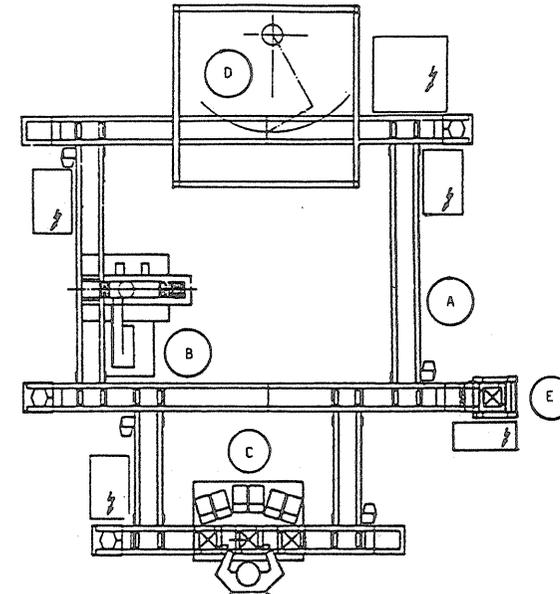
Der Facharbeiter, der früher einen fest begrenzten Aufgaben- und Tätigkeitsbereich hatte, muß heute komplexe Strukturen und übergreifende Zusammenhänge erfassen und systematisch eingreifen können. Das verlangt fachliche und personale Qualifikationen. Da bei Automatisierungsvorhaben eine Reihe unterschiedlicher Technologien wie z.B. Mechanik, Hydraulik, Pneumatik, Elektrik/Elektronik und rechnergestützte Systeme im Verbund eingesetzt werden und die klassische Trennung der Zuständigkeiten von Produktions-, Wartungs- und Instandhaltungspersonal an den hochautomatisierten und kapitalintensiven Betriebsmitteln zukünftig nicht sinnvoll erscheint, ist mit einer tendenziellen Aufhebung der traditionellen Abgrenzungen, insbesondere der Berufsfelder Metall- und Elektrotechnik zu rechnen.

Die mit flexibler Montagetechnik verbundenen Qualifizierungsanforderungen an berufliche Facharbeit setzen neben berufsfeldübergreifenden Inhalten und deren methodischen und didaktischen Umsetzungen vor dem Hintergrund der Neuordnung der Metall- und Elektroberufe insbesondere auch eine verstärkt konzeptionell ausgestaltete Zusammenarbeit von Betrieb und Schule voraus. Darin eingeschlossen sind entsprechende Aus- und Fortbildungen sowohl der Ausbilder wie auch der Lehrer. Ein weiterer Gesichtspunkt ist der Einsatz von geeigneten Qualifikationsmitteln in der Ausbildung. Aus wirtschaftlichen und qualifikatorischen Gründen scheidet die Ausbildung an Produktionseinrichtungen bislang weitgehend aus. Solche geeigneten Qualifikationsmittel sollten den Ansprüchen nach integraler Erst- und Fortbildung genügen und insbesondere möglichst realitätsnah die flexible Montagetechnik repräsentieren können.

Im Rahmen eines Modellversuchs "Berufliche Weiterbildung im Kooperationsverbund 'Schule-Betrieb'" (BEWEKO), der seit 1987 im Lande Bremen durchgeführt wird, sind solche Überlegungen umzusetzen versucht worden.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Der vom Bundesminister für Bildung und Wissenschaft geförderte Modellversuch (BLK-Nr.: 801018) wird vom Senator für Bildung, Wissenschaft und Kunst im Lande Bremen in Kooperation mit dem Bildungszentrum der Wirtschaft im Unterwesergebiet e.V. (BWU) durchgeführt. An dem Modellversuch beteiligen sich insgesamt 13 bremische Ausbildungsbetriebe der Metall- und Elektroindustrie und 3 Berufsbildende Schulen. Weitere Informationen sind Berichten zu dem Modellversuch zu entnehmen. (Zu beziehen bei: W. Frede/R. Schlausch, Universität Bremen, Institut Technik & Bildung, FB 11, Postfach 330440, 2800 Bremen 33, Tel. 0421/218-2573)

Die Arbeitsgruppe am Schulzentrum Vegesack, die aus Berufsschullehrern und Ausbildern aus beteiligten Betrieben der Region Bremen-Nord besteht, konkretisierte ihre Bemühungen um verstärkte Zusammenarbeit zwischen Schule und Betrieb durch eine gemeinsame Arbeitsaufgabe zur Montageautomatisierung. Auf der Grundlage eines von der Arbeitsgruppe entwickelten Pflichtenheftes für ein Qualifikationsmittel entschied sich die Gruppe für ein flexibles Montagesystem der Fa. Bosch, das durch seinen modularen Aufbau einen stufenweisen Ausbau bis zum komplexen Gesamtsystem ermöglicht. Es erfüllt die Kriterien sowohl im Hinblick auf die Eignung als Ausbildungsmittel wie auch auf seine Entsprechung zu Produktionsmitteln. Das Montagesystem ist von Ausbildern und Berufsschullehrern in einem integrierten Fach-



- A Doppelgurt-Umlaufsystem TS 2 mit Hub- und Positioniereinheit und autarker Steuerung KS 20
- B NCA, Lineare NC-Achse, mit pneumatischer Linearachse und Steuerung RS 20 DLF, Zuführ- und Einzelsystem mit eigener Steuerung
- C taktunabhängiger Arbeitsplatz
- D Roboterstation mit Werkzeugwechselsystem, Robotersteuerung RS 60 für maximal 8 Achsen mit integrierter paralleler SPS
- E Plattenhandhabungssystem mit integrierten Speichern und eigener pneumatischer und elektrischer Steuerung KS 20

Abb. 2: Flexibles Montagesystem am Schulstandort Bremen-Vegesack

raum der Schule in drei Stufen aufgebaut und in Betrieb genommen worden. Abb. 2 zeigt die 3. Ausbaustufe des flexiblen Montagesystems. Die geplante 4. Ausbaustufe sieht die Integration einer Station zur Qualitätssicherung und die Anbindung von CNC-Maschinen zur Fertigung der Einzelteile für das zu montierende Produkt vor. (Vgl. Abb. 2)

Für die Überlegungen der Arbeitsgruppe, das flexible Montagesystem in einem ersten Schritt zur Grundlage der eigenen Fortbildung zu nutzen, waren folgende Aspekte leitend:

- Ausbilder und Berufsschullehrer sollen sich **gemeinsam** fortbilden; (dem liegt die Vorstellung zugrunde, daß sowohl Berufsschullehrer von Ausbildern als auch Ausbilder von Berufsschullehrern etwas lernen können.)
- Ausbilder und Berufsschullehrer aus den Berufsfeldern Metall- und Elektrotechnik bilden Fortbildungsgruppen;
- die Fortbildung soll unmittelbar auf die Erstausbildung in den beiden Berufsfeldern an den Lernorten Schule und Betrieb zurückwirken.

Umgesetzt wurde dieser Fortbildungsgedanke einmal durch den gemeinsamen Aufbau des flexiblen Montagesystems. Hierzu flankierend und unterstützend wurden nach dem Multiplikatorprinzip in "gemischten" Fortbildungsgruppen (Berufsschullehrer und Ausbilder aus den Berufsfeldern Metall- und Elektrotechnik) Herstellerkurse besucht. Die hierbei gewonnenen Erfahrungen sollen in Zukunft auch in Fortbildungsangebote für externe Interessierte eingehen.

Gegenwärtig werden in dem Vorhaben auf der Grundlage der Lehr- und Ausbildungspläne Sequenzen für die Erstausbildung in den Berufsfeldern Metall- und Elektrotechnik erarbeitet. In diesem Zusammenhang werden gleichzeitig Vorschläge konkretisiert, die die Möglichkeiten aufzeigen, das flexible Montagesystem für Facharbeiterprüfungen einzusetzen.

### Prüfungen an flexibler Montagetechnik

Aus der Neuordnung der Metall- und Elektroberufe ergeben sich zweifellos Konsequenzen für das Prüfungswesen. In dieser allgemeinen Einschätzung sind sich die an der Diskussion Beteiligten offenbar bundesweit einig. Vielfach strittig allerdings ist die Frage, worin diese Änderungen im einzelnen bestehen und mit welcher Zielsetzung dieser Prozeß eingeleitet werden soll. Die Prüfungsanforderungen in den Ausbildungsordnungen lassen hier unterschiedliche Deutungen und Vorgehensweisen zu. Unter dem Aspekt der Lernortkooperation ist es geradezu notwendig diesen offenen Fragen ge-

meinsam (Berufsschulen und Betriebe, Ausbilder und Lehrer) und auf unterschiedlichen Ebenen nachzugehen und nach Wegen zu suchen, die eine Kooperation der dualen Partner auch in der Gestaltung und über die Gestaltung der Prüfungen zum Tragen bringt (vgl. Lennartz 1990, S. 81 ff.). Insbesondere der Prüfungsteil Arbeitsproben stellt nach der derzeitigen Ausgestaltung der Prüfungen ein (Kooperations-)Feld dar, auf dem die Prüfungsausschüsse der Kammern nach geeigneten Inhalten, Modalitäten und auch Partnern suchen. Die für alle Beteiligten gegenwärtig als unbefriedigend zu bezeichnende Prüfungssituation wird nur durch neue konzeptionelle Überlegungen für die Zusammenarbeit von Schule und Betrieb zu überwinden sein.

Das flexible Montagesystem am Lernort Schule bietet die Möglichkeit, unter realitätsnahen Bedingungen den Prüfungsteil Arbeitsproben durchführen zu können. Neben einer geeigneten Prüfungshardware stehen aufgrund der gemeinsamen Aktivitäten (Auswahl, Aufbau, Fortbildung, Abstimmung von Ausbildungsinhalten) auch entsprechend qualifizierte Ausbilder und Berufsschullehrer als Prüfungsausschußmitglieder bereit. Darüber hinaus bietet eine (veränderte) Zusammenarbeit im Prüfungswesen die Chance einer Verstärkung der Kooperationsansätze.

### Literatur

- Baumgarten 1990 — Baumgarten, H.: Montieren und reagieren. Logistikkonzepte für die Montage. In: Technische Rundschau, 4/90
- Bracht 1990 — Bracht, F.: Die Fabrik als Lernort. In: Betriebliche Ausbildungspraxis, 210/90
- Ganz/ Winter-Hoss 1988 — Ganz, W./Winter-Hoss, R.: Personaleinsatz in flexiblen automatisierten Montagesystemen. In: Technische Innovation und Berufliche Bildung, 3/88
- Kern/Schumann 1984 — Kern, H./Schumann, M.: Das Ende der Arbeitsteilung? Rationalisierung in der industriellen Produktion. München 1984
- Lennartz 1990 — Lennartz, D.: Die Zwischenprüfung: Ein Kooperationsfeld für Betrieb und Schule? In: Pätzhold, G. (Hrsg.): Lernortkooperation. Heidelberg 1990
- Lotter 1982 — Lotter, B.: Arbeitsbuch der Montagetechnik. Stuttgart 1982
- Seliger 1990 — Seliger, G.: Montagetechnik — Schwerpunkt produktions-technischer Unternehmensstrategie. In: CIM-Management, 4/90

Dr. Wolfgang Frede und Reiner Schlausch sind Wissenschaftliche Mitarbeiter am Institut Technik & Bildung der Universität Bremen.

Günther Zerbe, Werner Schröder

## Automatisierungstechnik in der Techniker Ausbildung

Die Autoren stellen ihre langjährigen Erfahrungen und konzeptionellen Überlegungen zur curricularen Ausgestaltung des Studienschwerpunkts Automatisierungstechnik in der Techniker Ausbildung vor.

Auch hier wird deutlich, daß eine auf die Bedingungen der vernetzten Produktion zugeschnittene qualifizierte Ausbildung eine völlige Umstrukturierung des Curriculums im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung aller fertigungsrelevanten Parameter erfordert. (Red.)

Wer einen Studiengang für Automatisierungstechnik einrichten will, kommt nicht umhin zu definieren,

- was er unter **Automatisierungstechnik** versteht,
- wen und für wen er aus- oder weiterbilden will,
- mit welchen Lehr- und Lernmedien (Personal- und Sachausstattung) er dies beabsichtigt.

Schon bei dieser Überlegung wird sich der Planer bewußt, daß er außergewöhnliche Randbedingungen zu beachten hat, weil Automatisierungstechnik

- die verschiedensten Fachbereiche der Ausbildung und Branchen der Anwendung berührt,
- eine unendliche Liste wünschenswerter Kenntnisse und Fähigkeiten einschließt,
- Fachleute als Lehrende nur in geringer Zahl gewonnen werden können.

Mit dieser Problematik haben sich die Verfasser seit 1965 ständig befaßt, mehrere Bildungsgänge an einer zweijährigen Fachschule für Technik eingerichtet und betreut.

### 1. Entwicklung von Ausbildungsschwerpunkten

Im Jahre 1965 konnte man davon ausgehen, daß der Bildungsgang "Meß- und Regeltechnik" den Bereich der Automatisierungstechnik noch weitgehend abdeckt. Er war hauptsächlich als Weiterbildung für Zugangsberufe der Elektrotechnik konzipiert, aber auch offen für solche Bewerber aus dem Be-

rufsfeld Metall, die besondere Kenntnisse und Fähigkeiten der Elektrotechnik nachweisen konnten.

Mit der Entwicklung der Elektronik und Digitaltechnik und dem Einzug dieser Techniken in die Fertigungs- und Verfahrenstechnik entstand ein zusätzlicher Bedarf an Fachleuten für Aufgaben der Prozeß- und Fertigungsautomatisierung, die nicht einer elektrotechnischen Vorbildung entstammen.

So kam es zur Einrichtung von neuen Fachrichtungsschwerpunkten: "Verfahrenstechnik" und "Fertigungstechnik" (Fertigungsautomatisierung).

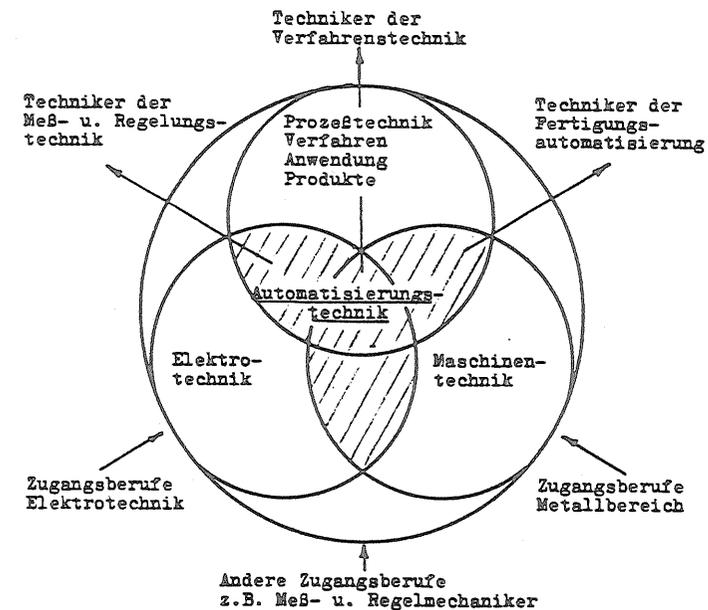


Abb. 1: Automatisierungstechnik: Meß- und Regelungstechnik, Fertigungstechnik, Verfahrenstechnik

Bild 1 verdeutlicht, wie die Techniker Ausbildung für den Bereich der Automatisierungstechnik gestaltet werden kann, der in Anwendungen der Elektro- und Maschinentechnik seine traditionellen Wurzeln hat.

Leider ist die geschichtliche Entwicklung der Ausbildungsberufe und damit auch der Ausbildungsgänge im beruflichen Schulwesen einen Weg gegangen, der die Möglichkeiten der Weiterbildung durch den Bezug auf Ausbildungsberufe (Zugangsberufe) stark einengt und für Hybridqualifikationen wenig Platz läßt.

In der Automatisierungstechnik wird diese Enge spürbar, denn das **automatisierungstechnische Objekt** kann sein:

- ein verfahrenstechnischer Prozeß,
- eine Bearbeitungsmaschine oder ein flexibles Fertigungssystem,
- ein Kommunikationssystem oder informationstechnischer Prozeß.

Die **Automatisierungsmittel**, d.h. die Ausstattung mit Geräten und Einrichtungen zur Automatisierung des Prozeßablaufs, sind grundsätzlich nicht an eine bestimmte **Energieform** gebunden, sondern können mechanischer, pneumatischer, hydraulischer, elektrischer/elektronischer oder gemischttechnischer Natur sein.

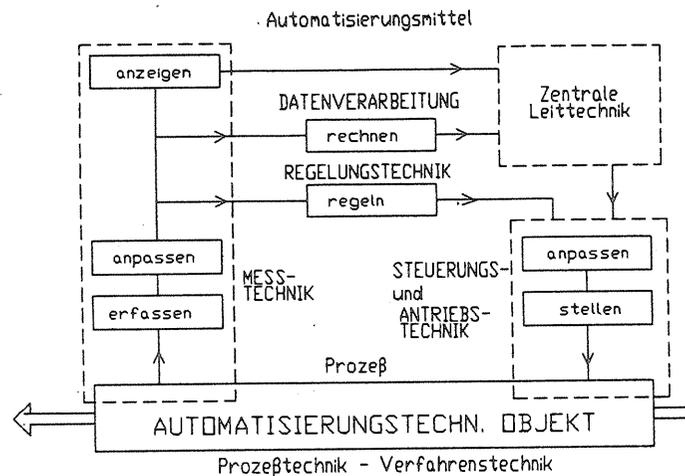


Abb. 2: Automatisierungstechnisches System

Bild 2 stellt die vereinfachte Struktur des automatisierten Systems dar, bestehend aus dem "Objekt" (Prozeß), das durch steuernde oder informationsverarbeitende Mittel automatisiert werden soll.

Auch die Planung und Lösung automatisierungstechnischer Aufgaben wird heute aufgrund der Wirkungszusammenhänge durch **Funktionsstrukturen**, z. B. Signalfußpläne, Programmablaufpläne und Funktionspläne beschrieben, bevor die geeignete Gerätetechnik festgelegt wird. Hilfreich sind **kybernetische Modellbildungen** und abstrakt-mathematische Beschreibungsformeln, wie sie für Bereiche der Elektrotechnik schon länger in Gebrauch sind und durch die Regelungstechnik mit der Beschreibung von Regelkreisen (Feedbackprinzip) erst weite Verbreitung gefunden haben.

Bei der Planung von Studiengängen müssen eigenständige Lerninhalte und Methoden für die Automatisierungstechnik fixiert werden, wenn ein Name nicht lediglich Zugpferd für Herkömmliches sein soll. Auch die rein additive Zusammenfassung herkömmlicher Kataloge führt nicht zum Ziel.

## 2. Beispiele für Studiengänge

An der STAATLICHEN TECHNIKERSCHULE WEILBURG sind die in Bild 1 genannten Studiengänge eingerichtet und führen entsprechend den KMK-Vereinbarungen von 1981 nach zweijähriger Ausbildung zum Abschluß "Staatlich geprüfter Techniker" der entsprechenden Fachrichtung. Sie sind den Berufsfeldern der Elektro- und Metallberufe, mit Einschränkungen und bei entsprechenden Voraussetzungen auch anderen verwandten Zugangsberufen zugänglich.

Nachfolgend sollen zwei Studiengänge in ihrer Konzeption ausführlicher betrachtet werden.

### 2.1. Studiengang Meß- und Regelungstechnik

#### 2.1.1. Studententafel

Die Meß- und Regelungstechnik befaßt sich traditionsgemäß mit der **Automatisierung verfahrenstechnischer Produktionsprozesse** und könnte auch deckungsgleich mit dem mehr zeitgemäßen Begriff **Prozeßautomatisierung** belegt werden. Hervorgegangen ist dieser Automatisierungszweig aus der sogenannten "Instrumentierung", d.h. der Ausrüstung mit Geräten der "MSR-Technik" für physikalisch-chemische Umwandlungsprozesse der Chemie-, Energie-, Kraftwerks-, Ver- und Entsorgungstechnik, Wärme-, Klimatechnik, u.a., gekennzeichnet durch Überwachung, Steuerung und Regelung des Material-, Stoff- und Energietransports. Die Prozeßführung erfolgt zunehmend automatisiert durch Prozeßrechner und zentrale Leittechnik. Entsprechend den Aufgabenstellungen eines Automatisierungssystems ergeben sich fachliche Schwerpunkte und Studienfächer.

So korrespondieren entsprechend Bild 2 folgende Begriffe:

erfassen, messen, anpassen	Sensorik, Meßtechnik
steuern, regeln	Steuerungstechnik, Regelungstechnik
eingreifen, stellen	Antriebstechnik
rechnen, verarbeiten	Datenverarbeitung

Studienfächer	Wochenstunden Studienhalbjahr				Gesamt- Stunden- zahl
	1.	2.	3.	4.	
<b>Allgemeiner Bereich</b>					
Deutsch	2	2	2	-	120
Englisch	4	2	2	2	200
Politik und Wirtschaft	2	2	2	2	160
Berufs- und Arbeitspädagogik	2	-	-	-	40
<b>Fachrichtungsbezogener Grundlagenbereich</b>					
Mathematik	8	6	-	-	280
Physik	2	4	-	-	120
Chemie	1	1	-	-	40
Technisches Zeichnen	2	2	-	-	80
Elektrotechnik	7	7	-	-	280
Grundlagen Elektronik	3	3	-	-	120
Programmiertechnik	-	4	-	-	80
<b>Fachrichtungsbezogener Anwendungsbereich</b>					
Angewandte Elektronik	-	-	4	4	160
Meßtechnik	-	-	4	4	160
Steuerungstechnik	-	4	6	6	240
Regelungstechnik	-	-	6	6	240
Datenverarbeitung	-	-	3	3	120
Prozeß-Meßtechnik	-	-	2	2	80
	33	33	31	29	2520
<b>Wahlbereich</b> bis zu 7 Wochenstunden zum Erwerb der Fachhochschulreife, der Ausbilderernennung oder zu Ergänzungen und Vertiefungen im fachrichtungsbezogenen Bereich					

Abb. 3: Studentafel des Meß- und Regeltechnikers

### 2.1.2. Qualifikationsprofil

Die Attraktivität dieser Studienrichtung liegt — das geht aus Befragungen einer großen Zahl von Absolventen und von Personalsuchenden hervor — ist in erster Linie in der Vielseitigkeit der Qualifikation begründet, genauer ausgedrückt: Die Ausbildung bietet eine Erweiterung der späteren Einsatzmöglichkeiten durch berufsfeldübergreifende Aspekte (**Hybridqualifikation**).

Darunter sind beispielsweise zu verstehen:

- Realisieren steuerungstechnischer Aufgabenstellungen sowohl in elektrischer wie auch pneumatischer oder sonstiger Technik,
- Projektierung geeigneter Sensoren an der Schnittstelle Prozeß/Signalumformer,
- Projektierung geeigneter Stellgeräte mit elektrischem, pneumatischem oder hydraulischem Stellantrieb,
- Kenntnisse über den verfahrenstechnischen Prozeß bzw. das Produktionsverfahren,

- Kenntnisse über Sicherheitseinrichtungen, Schutzmaßnahmen, Störgrößen und Störungsursachen im mechanischen, verfahrenstechnischen und elektrischen Anlagenteil,
- Modellbildung und Handhabung von Simulationsprogrammen,
- Aspekte der Umwelt- und Sozialverträglichkeit.

Während für den Zeitraum unmittelbar nach Abschluß des Studiums die anwendungsbezogenen Kenntnisse und Fertigkeiten, auch die berufspraktischen Erfahrungen stärkeres Gewicht haben, spielen für die weitere Technikerkarriere die sogenannten "**Schlüsselqualifikationen**" eine entscheidende Rolle. Damit wird auch den allgemeinbildenden Fächern — zumindest in der rückschauenden Bewertung — der angemessene Stellenwert zuerkannt. In besonderem Maß gilt das für eine Fremdsprache (Englisch), weil ein Großteil der Absolventen mit Auslandseinsatz zu rechnen hat (Montageleitung, Inbetriebnahme) und fremdsprachliche Betriebsanleitungen zu verstehen sind.

Die fachliche Qualifikationsbreite korrespondiert mit einem sehr breit gefächerten Angebot an Arbeitsplätzen und überwindet dabei die durch den Zugangsberuf gegebene ursprüngliche Einengung im Sinne einer gesteigerten Mobilität. Bei den Absolventen gilt der Ausbildungsgang als zukunftssicher, freiraumöffnend und das Selbstbewußtsein stärkend. Deshalb wird besonderer Wert auf die Berufsbezeichnung "**Meß- und Regeltechniker**" gelegt.

### 2.1.3. Lernziele und Inhalte

Die Lernziele und Inhalte können im einzelnen den Rahmenlehrplänen (1) entnommen werden. Zur Verdeutlichung des Anspruchs, der im Rahmen der Automatisierungstechnik gestellt wird, sei beispielhaft ein Lernziel näher erläutert.

Es lautet:

*"... die Stabilität eines Regelkreises beurteilen und Maßnahmen zur optimalen Einstellung ergreifen ..."*

Dieses Lernziel drückt eine **Handlungskompetenz** aus, die am Ende der Ausbildung erreicht werden soll und gewiß als sehr anspruchsvoll bezeichnet werden kann. Um es zu erreichen, sind umfangreiche Kenntnisse und Fertigkeiten in logischer zeitlicher Folge zu erwerben. Die in der Lernzielformulierung verwendeten Begriffe sind dazu ihrerseits zu definieren und abzuklären:

- Begriffsdefinitionen wie "System", "Regelstrecke", "Regler", "Regelkreis"
- Unterscheidung von Funktionsmerkmalen mathematisch-abstrakter Natur: Proportionalverhalten, integrierend, differenzierend, verzögernd

- Methoden der Ermittlung und Darstellung von Systemeigenschaften (Zeitfunktion und Frequenzgang als Abbildungsebenen)
- Definition des Begriffs "Stabilität" und deren Abhängigkeit von Systemparametern.

Für das Verständnis dieser Zusammenhänge ist eine Abstraktionsebene aufzubauen, die sich zwar an den bereits vorhandenen Erfahrungen orientiert, aber weit über die ehemalige Berufseldebene hinausgeht. Die Meßtechnik eröffnet den Einstieg in die gedankliche und mathematische Modellbildung durch meßtechnisch gewonnene Informationen über das Prozeßgeschehen und die Eigenschaften der Bauelemente. Komplexe Rechnung und Darstellung im Bode-Diagramm, differenzieren und integrieren zeitlicher Signalverläufe gehören zu den Arbeitstechniken, die die Wirkungsabläufe in Regelkreisen beschreiben. Die konkreten realen Bauteile der Systeme können in elektrischer, mechanischer, pneumatischer, hydraulischer oder hybrider Technik zur Anwendung kommen; für die (mathematisch) beschreibbare Funktion ist dies allerdings ohne Belang.

#### 2.1.4. Methoden und Ausstattung

**Modellbildung:** Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, zur Verdeutlichung der Wirkungszusammenhänge Modelle zu schaffen, die weitgehend der Realität und dem aktuellen Industriestandard entsprechen.

Beispiele:

- Echtzeitprozeß: Flüssigkeitsstand-Regelstrecke mit elektro-pneumatischer Meß- und Regeleinrichtung oder Temperatur-Regelstrecke mit elektronischem Digital-Regler
- klimatechnische Aufgabenstellung mit Steuerung und Regelung durch DDC-Controller, durch PC konfiguriert und parametrisiert.

Preiswerter als Realmodelle, aber abstrakter, sind Simulatoren mit Analog- oder Digitalrechnern. Diese setzen bereits ein Verständnis der Elementarfunktionen und eine gewisse Abstraktionsfähigkeit voraus. Sie sind vorteilhaft verwendbar für schnelle Erkenntnisgewinnung aus Parametervariation. Lernmittelhersteller bieten meist modular aufgebaute, variantenreiche Lernsysteme mit entsprechender Teachware. Als nachteilig in der Techniker Ausbildung ist die Gestaltung anzusehen, die selten dem Industriestandard entspricht (typische Lernmittel nach Aufbau und Handhabung).

Dem Anspruch an eine Ausstattung, erfahrungsbezogenes, praxis-, problem- und handlungsorientiertes Lehren und Lernen zu ermöglichen, wird im Bereich der Steuerungs- und Regelungstechnik u.E. am ehesten entspro-

chen, wenn sich der Studierende in den Ablauf des Prozeßgeschehens zu jedem Zeitpunkt hineinversetzen kann, diesen geistig selbst in der Rolle des beobachtenden und handelnden Operators begreift und nachvollzieht.

#### Lehr- und Arbeitsformen

Bereits im zweiten Studiensemester wird im Rahmen einer technisch ausgerichteten Physik ein projektorientierter Unterricht angestrebt. Beispiele für bereits durchgeführte Unterrichtsprojekte:

- Gestaltung und Aufbau von Durchflußmeßstrecken für unterschiedliche Meßprinzipien
- Vergleich unterschiedlicher Energieumformungstechniken
- Veranschaulichung von Bewegung, Geschwindigkeit und Beschleunigung
- Realisierung einer selbstversorgenden Solarstation mit Optimierung der Positionierung.

Im Technischen Zeichnen und in Elektronik wird CAD- und SPS-Software zur Darstellung und Simulation analoger und digitaler Schaltungen verwendet. Das Fach Programmieretechnik bietet eine Einführung in die strukturierte Problemlösung mittels Programmablaufplan, Struktogramm und einer Programmiersprache. Damit ist auch eine Grundlage geschaffen für den fachrichtungsbezogenen Anwendungsbereich, in dem zunächst überwiegend "klassisch" gearbeitet wird, d.h. Theoriebetonung im Klassenverband mit Demonstrationsunterricht. Die Ausstattung ermöglicht aber bereits im dritten und verstärkt im vierten Studiensemester projektorientierten Unterricht bei Aufteilung in Arbeitsgruppen. Es können sich dabei unterschiedliche Fächer an einem gemeinsamen Projekt beteiligen (fachübergreifend), teils werden in einem Fach unterschiedliche Projekte oder Projektvarianten realisiert.

Beispiele:

*Für die von einem Betrieb zur Verfügung gestellte Dosierbandwaage werden unterschiedliche Meß- und Steuerungskonzepte entworfen und mittels SPS oder in Mikrocomputertechnik (Assembler) realisiert. Unterschiedliche Arbeitsgruppen befassen sich mit Teilaufgaben der digitalen Prozeßleittechnik bei der Einrichtung von Laborarbeitsplätzen (Prozeß der Heizungs- und Lüftungstechnik, Destillationskolonne).*

Die Erfahrung zeigt, daß ein projektorientierter Unterricht — soweit er auch noch fachübergreifend angelegt ist — den traditionell vorgegebenen Zeitrahmen (Klassen-Stundenplan) sprengt und ein ausgesprochenes Projektmanagement erfordert. Soweit dabei die Studierenden maßgeblich beteiligt werden, sind Abstriche am üblichen Curriculum unausbleiblich. Projekttag sind

empfehlenswert, d.h. Unterrichtszeiten, die nur der Arbeit am Projekt gewidmet sind.

## 2.2 Studiengang Fertigungsautomatisierung

### 2.2.1 Studentafel

Die Fertigungsautomatisierung hat sich in den letzten Jahren aus der herkömmlichen Fertigungstechnik entwickelt. Bislang wurden schwerpunktmäßig die Verfahren, Maschinen und technischen Einrichtungen der Bereiche Urformen, Umformen, Trennen, Fügen, Beschichten und Stoffeigenschaften ändern (vgl. DIN 8580) nacheinander und voneinander losgelöst behandelt. Im Zuge einer wirtschaftlichen Fertigung ist diese Betrachtungsweise kaum noch haltbar. Die vernetzte Gesamtproblematik eines modernen Produktionsprozesses unter Einbindung der Fertigungsplanung und -Steuerung zwingt zu einer völligen Umstrukturierung des Studienganges. Wert zu legen ist auf eine **ganzheitliche Betrachtungsweise** möglichst aller fertigungsrelevanter Parameter. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei zweifellos auf den sogenannten "C-Techniken" (CAD, CNC, CAM, CAE, CAQ, CAP usw.). Damit wird der Rechner als "Produktionsmittel" voll in den Unterricht integriert.

### 2.2.2 Qualifikationsprofil

**Fertigungstechniker** gelten heute als gesuchte Fachleute, da sie neben ihrer fachpraktischen Ausbildung und Berufserfahrung auf ein fundiertes Fachwissen (Theorie) zurückgreifen können. Entsprechend weitreichend sind die fachübergreifenden Einsatzmöglichkeiten im industriellen Bereich.

Schwerpunktmäßig dürfen folgende Qualifikationen erwartet werden:

- Kenntnisse der Fertigungsverfahren, Maschinen (insbesondere CNC-Maschinen) und Fertigungsmeßtechnik (CAQ)
- Projektierung von Fertigungsmitteln (Werkzeuge, Vorrichtungen usw.) mit CAD
- Planung von Produktionsabläufen unter wirtschaftlichen Aspekten (PPS, Arbeitsplanung, Kostendenken)
- Projektierung von Lager-, Verkettungs- und Handhabungssystemen
- Einsatzplanung von Robotern und Montageeinrichtungen
- Grundlegende Planung von Steuerungen (insbesondere pneumatische und hydraulische) für Produktionsmittel und Hilfseinrichtungen
- Handhabung von Simulationsprogrammen für die Bereiche CAD, CNC, CAM/CAP/PPS und Steuerungstechnik (u.a. SPS)

- Grundkenntnisse von Arbeitsrecht, Sicherheitsvorschriften, Umwelt und Sozialaspekten, Technikfolgenabschätzung.

In jedem Fall spielt das Systemdenken eine herausragende Rolle. Nur so lassen sich die Folgen eigenen Handelns abschätzen.

Die Umsetzung theoretischer Basiskennnisse in die Praxis setzt gleichzeitig übergreifende Schlüsselqualifikationen voraus, wie z.B. Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit, Teamverhalten, Sozialkompetenz.

### 2.2.3 Lernziele und Ausstattung

Die Lernziele werden bislang für jedes Fach in den gültigen Rahmenlehrplänen (1) detailliert ausgewiesen. Die interdisziplinären Abhängigkeiten werden jedoch nicht dargestellt und auch nicht verbindlich gefordert.

Die Realisierung einer Fachrichtung (oder eines Schwerpunktes) **Fertigungsautomatisierung** erscheint jedoch nur dann sinnvoll, wenn gleichzeitig fächerübergreifende Lernziele definiert werden. Ein Beispiel soll dies verdeutlichen:

Zerspannungsvorgänge an metallischen Werkstoffen unterliegen vielen Parametern:

*Werkstück: Konstruktion und Abmessungen, Spannmöglichkeiten, Spanneinrichtungen, Spannkraft, Verformung, Werkstoff, Schneidstoff, Schnittdaten (Schnittgeschwindigkeit, Vorschub u.a. mehr.), Schneidengeometrie, Schneidewinkel, Schnittleistung, Oberflächengüte, Kühlschmierstoff, Spanbildung, Spanart, Spanmenge, Arbeitsfolge, Haupt- u. Nebenzeiten, Kosten/Preis, Konservierung, Lagerung, Hantierbarkeit des Teiles, Entsorgung verölter Späne und des Kühlschmiermittels, Sicherheitseinrichtungen an der Werkzeugmaschine, Beleuchtung der Arbeitsstelle, Lärmschutz, Ergonomie usw.*

Um diese komplexen Zusammenhänge einem praxisorientierten Studierenden nahezubringen, reichen abstrakte mathematisch-naturwissenschaftliche Basiskennnisse nicht aus. Sie erfordern vielmehr eine großzügige hard- und softwaremäßige Ausstattung in den Labors in Form von

- Industrie-CNC-Dreh- und Fräsmaschinen mit hochwertigen Werkzeuggaranturen
- Meß- und Prüfgeräten in Industriestandardausführungen und Auswertungssoftware für Maß- und Formprüfungen (CAQ)
- Vernetzungsmöglichkeit mit CAD-Systemen (CAD/CAM)
- PPS-Planungssoftware
- Software zur Entwicklung und Simulation pneumatischer, hydraulischer und elektrischer Steuerungen (Logiken) in verschiedenen Darstellungsarten bis hin zur Programmierung von SPS einschließlich der versuchsmäßi-

gen Realisierung mit unterschiedlichen Sensoren und der Möglichkeit zur Ansteuerung verschiedenartiger Aktoren

- Einbindung von Textverarbeitungssoftware für die Dokumentation von Beschreibungen, Stücklisten und technischem Schriftgut aller Art
- als Zukunftswunsch die bereichsübergreifende Datennutzung und -verarbeitung im Netzbetrieb.

Diese Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Gerätetechnik kann aus Kostengründen auch stufenweise realisiert werden, erfordert jedoch eine grundlegende, aufeinander abgestimmte Gesamtplanung, die über Jahre nutz- und erweiterbar ist.

#### 2.2.4 Methoden und Teachware

Es wurde bereits erläutert, daß eine ausschließliche Simulation der technischen Vorgänge (speziell im CNC-Bereich) sich nicht bewährt hat, da

- dreidimensionale Bildschirmdarstellungen Kollisionsbetrachtungen Werkzeug/Werkstück nur mit aufwendiger Software zulassen (man denke hier insbesondere auch an die mehrachsigen Bewegungsvorgänge der Roboter!)
- eine Vielzahl von Einflußgrößen (z.B. Werkstücktemperatur, Spanbildung, Oberflächenqualität u.a. mehr) in der Simulation z.Z. nicht darstellbar sind.

Für die Ausbildung von Technikern hat die Realsituation mit direkter Erfassung von Meßgrößen und der Möglichkeit zur theoretischen Aufarbeitung eindeutig Vorrang vor abstrakter Bildschirmdarstellung mit Quasi-3D-Wiedergabe. Aus diesem Grund ist die Auswahl von Maschinen und Geräten sowie der geeigneten Lern-Software für den Einsatz in der praxisbezogenen Ausbildung bezüglich des Kosten-Nutzen-Faktors sorgfältig zu überlegen (siehe auch 2.1.4.). Speziell für die Ausbildung aufbereitete Maschinen und Geräte bieten in ihren Möglichkeiten trotz hoher Kosten häufig nur reduzierten Nutzen.

Die Komplexität der weitaus meisten Lerninhalte der Fertigungsautomatisierung fordert geradezu den projektorientierten Unterricht. Trotz erheblicher Schwächen dieser Unterrichtsmethode, wie erhöhter Zeit- und Personalaufwand, Bewertungsprobleme, Organisationsfragen, praktische Realisierung (Werkstattaufwand) usw. lohnt der Aufwand, da er zu praxisnahen Ergebnissen führt. Dabei werden nicht nur den sogenannten "technischen Anwendungsfächern" neue Inhalte und Möglichkeiten gegeben. Auch die vermeintlichen "Nebenfächer" des allgemeinen Bereiches, wie Deutsch, Politik und Wirtschaft, Physik, Mathematik usw., werden deutlich aufgewertet, da die Notwendigkeit einer Einbindung in das Projekt unbewußt akzeptiert wird.

### 3. Personal- und Sachausstattung

Die Spezialisierung auf besondere Studienrichtungen oder Fachrichtungsschwerpunkte wie Meß- und Regeltechnik oder Fertigungsautomatisierung setzt — wie aus den vorstehenden Erläuterungen hervorgeht — besondere Ausstattungsmerkmale voraus:

- pädagogisches Personal mit Berufs- und Lehrerfahrung und außerordentlichem Engagement zur Mitgestaltung der Lernumgebung,
- finanzielle Mittel zur Beschaffung einer berufsfeldübergreifenden umfangreichen Ausstattung,
- ausreichende Werkstattkapazität zur individuellen Gestaltung der Arbeitsplätze und Bewältigung der Projektarbeit,
- eine günstige Schüler-Lehrer-Relation, die Gruppenteilung ermöglicht.

An der STAATLICHEN TECHNIKERSCHULE WEILBURG sind diese Voraussetzungen für ca. 580 Studierende in acht Fachrichtungsschwerpunkten der Elektrotechnik und Maschinentechnik deshalb weitgehend gegeben, weil die Schule ausschließlich die Schulform Zweijährige Fachschule in Vollzeitform führt. Schulträger ist das Land Hessen. Begünstigt werden die Lernbedingungen durch ein Internat mit 200 Wohnheimplätzen, Gemeinschaftseinrichtungen und ein reichhaltiges außerunterrichtliches Angebot projektbegleitender Maßnahmen.

Die Schule konnte ihre Erfahrungen seit sieben Jahren in eine berufliche Austauschmaßnahme mit französischen Partnerschulen (Lycee Technique, BTS) einbringen und wurde von mehreren Fachschulen der neuen Bundesländer kontaktiert.

Mehrere Lehrkräfte sind in Programmen der Hessischen Lehrerfortbildung und in Modellversuchen engagiert. Auf diese Weise und durch regelmäßige Kontaktierung der Absolventen erreichen vielfältige wertvolle Rückmeldungen die pädagogische Arbeit zum Zweck der ständigen Weiterentwicklung.

#### Literatur

- (1) Rahmenlehrpläne für die beruflichen Schulen des Landes Hessen, Zweijährige Fachschulen, Herausgeber: Hessisches Kultusministerium, Vertrieb: Verlag Moritz Diesterweg, Frankfurt

Dipl.-Ing. Günther Zerbe und Dipl.-Ing. Werner Schröder sind Leiter bzw. stellvertretende Leiter der Staatlichen Technikerschule Weilburg.

Eckart Pfeiffer

## Gestaltung von Computer-Labors in der Gewerbelehrer-Ausbildung im Bereich Informationstechnik/Automatisierungstechnik

*Gewerbelehrer-Ausbildung im Bereich Informationstechnik/Automatisierungstechnik muß sich schwerpunktmäßig an den Anforderungen der Modernen, von den C-Techniken geprägten Produktionsmethoden orientieren. Das spiegelt sich auch wider in der Gestaltung von Computer-Labors für die Ausbildung: Zur Nachbildung von parallel laufenden technischen Prozessen einerseits wird die Fähigkeit zu Echtzeitverarbeitung und Multi-Tasking gefordert, was bislang nur Prozeßrechner leisten können. Andererseits benötigen Anwendersysteme für z.B. CNC-Simulation und Schaltungsentwurf grafikfähige PCs. Der vorliegende Beitrag diskutiert, wie die beiden Richtungen in einem Computernetz zusammengefaßt werden können. (Red.)*

### Ausbildungsziele und -inhalte

Die zukünftige Entwicklung der automatisierten Produktion verläuft zwischen den beiden Eckpositionen, die Peter Brödner in seinem Bericht "Fabrik 2000" als den technozentrischen und den anthropozentrischen Entwicklungspfad bezeichnet hat: Der eine geht von einer Produktionseinheit aus, die in all ihren Funktionsabläufen und ihren technischen Einzelkomponenten total vernetzt und automatisiert ist, so daß Menschen darin letztendlich entbehrlich sind. Der andere Weg sieht überschaubare, untereinander in Verbindung stehende Produktionsinseln vor, die von einer Gruppe von Facharbeitern bedient, gesteuert und gewartet werden. Zukünftige Lösungen für moderne Produktionsstätten werden zwischen diesen skizzierten Pfaden liegen, und die darin verbleibenden Facharbeiter müssen über ein hohes Maß an Kenntnissen, Fähigkeiten, Kreativität und Entscheidungsfähigkeit verfügen, um in diesem komplexen, oberflächlich nicht mehr durchschaubaren System arbeiten und sich darin aktiv behaupten zu können. Das setzt eine umfassende fachliche und berufliche Handlungskompetenz voraus, die auch die Fähigkeit zur beruflichen Weiterentwicklung und die Fähigkeit zur Beurteilung und Mitgestaltung der umgebenden Arbeitswelt mit einschließt.

Lehrer, deren Aufgabe es ist, dieses Qualifikationsprofil angehenden Facharbeitern zu vermitteln, müssen diese Zusammenhänge kennen und reflektieren.

ren. Eine Anleitung dazu ist eine Ausbildung, die nicht fachsystematisch aufgebaut, sondern weitgehend anwendungsbezogen und projektorientiert ausgerichtet ist, damit Strukturen, Methoden und Probleme der von den C-Techniken geprägten Produktionswelt deutlich werden. Damit kommt der Praxis und ihren Orten, wo sie geübt werden kann, also den Labors, besondere Bedeutung zu.

In einem Computer-Labor für die Gewerbelehrer-Ausbildung soll eine vielschichtige Handlungskompetenz entwickelt werden. Da die betriebliche Realität in einem Ausbildungslabor prinzipiell nur modellhaft und ausschnittsweise vorweggenommen werden kann, ist es wesentlich, daß in dem Labor prinzipielle Strukturen und Verfahren der modernen Produktionstechniken nachgebildet werden können und repräsentative Anwendungsgebiete gewählt werden. Die Betrachtung des Gegenstandes Computer selbst ist also nur in seinem Anwendungszusammenhang sinnvoll.

### Auswirkungen auf die Gestaltung von Computer-Labors

Vor diesem Hintergrund läßt sich folgendes Hardware/Software-Konzept für die Einrichtung von Computer-Labors entwickeln. Stellt man zunächst die beiden großen Sachgebiete "Prozeßdatenverarbeitung" und "Anwendersysteme" einander gegenüber, die typische, aber gegensätzliche Aufgabenbereiche in den Produktionstechniken darstellen, und vergleicht deren Anforderungen miteinander, so ergibt sich daraus, daß beide Sachgebiete nur unvollkommen von ein und demselben Computer-System beherrscht werden können.

Die Prozeßdatenverarbeitung, deren Aufgabe die Steuerung, Regelung oder Überwachung technischer Prozesse ist, ist gekennzeichnet durch eine enge zeitliche Bindung an parallel ablaufende Vorgänge über längere Zeiträume hinweg. Die zu verarbeitenden oder zu speichernden Datenmengen sind eher klein. Strenge Anforderungen werden jedoch an das Zeitverhalten des Systems gestellt. Parallel ablaufende Prozesse müssen gleichzeitig bedient werden. Reaktionen auf Ereignisse müssen rechtzeitig erfolgen, d.h. das Computersystem muß Echtzeitfähigkeit besitzen. Weiter muß die Schnittstelle zur Ankopplung des zu steuernden Prozesses leistungsfähig sein, d.h., daß eine große Zahl von digitalen und analogen Signalen bit- oder byteweise programmierbar transferiert werden können muß. Weiter ist für die Prozeßdatenverarbeitung typisch, daß funktional abgetrennte oder untergeordnete Aufgaben durch spezielle abgesetzte Einheiten wie Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) oder Mikrocontroller verwaltet werden können.

Ganz andere Anforderungen an ein Computer-System stellen dagegen viele Anwendersysteme. Unter Anwendersystemen sollen Softwareeinheiten verstanden werden, die dem Anwender oder Benutzer ein effektives Werkzeug an die Hand geben, mit dem er meist menuegeführt und ohne eigene Programmierung standardisierte Verwaltungsaufgaben wie Textverarbeitung, Datenbankverwaltung oder Tabellenkalkulation oder technisch-wissenschaftliche Aufgaben wie Schaltungsanalyse, Simulation und CAD/CAE-Arbeiten durchführen kann. Solche Anwendersysteme verwalten und verarbeiten zwar eine große Menge von Daten, es besteht aber u.a. keine direkte Kopplung an einen Prozeß, die ein besonderes Hardware-Interface oder eine Echtzeitfähigkeit des Computers erfordern würde.

Andere Anwendersysteme dagegen fordern Echtzeitfähigkeit, wenn es sich z.B. um Prozeßidentifikation oder um Steuerungen für Roboter oder CNC-Maschinen handelt.

So sehr anzustreben ist, Mikrocomputer-Labors für die Gewerbelehrer-Ausbildung mit einheitlichen flexiblen Systemen auszustatten, die als multifunktionale Arbeitsplätze allen genannten Hardware- und Software-Bedingungen genügen und für alle realisierbaren Anwendungsaufgaben geeignet bzw. erweiterbar sind, so zeigt sich doch, daß wegen der Ausdifferenziertheit des technischen Angebots diese einheitliche Lösung sich kaum sinnvoll verwirklichen läßt.

Es sollten deshalb hier zwei Lösungswege nebeneinander dargestellt werden, die jeweils eine Schwerpunktsetzung in den angestrebten Ausbildungszielen und -inhalten bedeuten.

### a) Mikrocomputer-Netz für Prozeßdatenverarbeitung

#### Hardware-Anforderungen:

Um die Echtzeit-Fähigkeit des Systems optimal nutzen zu können, ist neben direkten Zeitforderungen, wie hohe Prozessor-Taktfrequenz, Vorhandensein eines Coprozessors oder DMA-Fähigkeit (1MB), der in der Lage ist, Anwenderprogramm und Betriebssystem vollständig zu laden, damit zeitbeanspruchende Plattenzugriffe vermieden werden.

Außer auf hinreichend bemessene Prozeßschnittstellen (Zeitgeber/Zähler-Kanäle, serielle und parallele programmierbare Ein-/Ausgabe-Bausteine) ist auf eine leistungsfähige Interruptstruktur zu achten, bei der bei ausreichender Anzahl der Interruptleitungen die Priorisierung und die Art der Signalankopp-

lung (Flanke, Pegel, Speicherung) noch wählbar sind. (Oft genug sind die meisten Interruptleitungen für rechnerinterne Kontrollfunktionen wie Festplattenzugriff und dgl. verbraucht).

Außerdem muß eine leichte Erweiterbarkeit des Systems durch freie Steckplätze und ein breites Angebot an Steckkarten mit Zusatzfunktionen wie z.B. Analoga-Ein/Ausgabe möglich sein. Das setzt einen standardisierten, verbreiteten und rechnerunabhängigen, internen und parallelen Mikrocomputer-Bus (z.B. MULTIBUS, S-100, VME-Bus, EURO-Bus) voraus.

Gemessen an der Aufgabe des Mikrocomputer-Labors, auch verzweigte Systeme der Prozeßautomatisierung mit Leitreechner und nachgeordneten autonomen Steuerungs- oder Meßeinheiten nachbilden zu können, kommt der Erweiterung des Mikrocomputers um externe "intelligente Knoten" besondere Bedeutung zu (Beispiele: Anschluß von SPS, Ein-Platinen-Computer oder Mikrocontroller mit eigenständigen Aufgaben). Solche abgesetzten Knoten werden über einen standardisierten seriellen Feldbus mit dem Leitreechner gekoppelt (Beispiel: Bitbus – weit verbreitet in der Industrie für Kopplungen bis zu 30 m im Synchronmode bzw. einigen 100 m im selbsttaktenden Mode); I-Bus (Installations-Bus, in der Haussystemtechnik).

Soll mit dem Mikrocomputer ein automatisiertes Meß- und Diagnosesystem aufgebaut werden unter Einbeziehung vorhandener Meß- und Prüfgeräte, bietet sich eine Lösung mit der Kopplung über einen Instrumentations-Bus an. (Verbreitetster Standard ist hier der IEC-Bus, der bitparallel und byteseriell arbeitet.)

#### Software-Anforderungen:

Den für die Hardware-Seite formulierten Anforderungen für Echtzeit-Fähigkeit muß ein adäquates Betriebssystem gegenüberstehen: Ein für Prozeßsteuerungen konzipiertes Echtzeit-Betriebssystem. Ein solches Betriebssystem muß in der Lage sein, zeitlich parallel ablaufende Prozesse, die voneinander unabhängig oder als Teilprozesse voneinander abhängig sind und in denen stochastisch Ereignisse auftreten können, optimal zu verwalten. Solche Anforderungen erfüllt ein Multi-Tasking-Betriebssystem mit einem objektorientierten Aufbau. Hierbei kann für jeden Prozeß oder Teilprozeß eine eigene Task formuliert werden, Synchronisation oder Datenaustausch zwischen den Teilprozessen erfolgt über Semaphoren oder Mailboxen, die wie die Tasks Objekte des Betriebssystems sind. Die in der Hardware angelegte Interruptfähigkeit muß natürlich im Betriebssystem durch Einbeziehung in das Task-Konzept fortgeführt werden. Ein zusätzlicher großer Vorteil eines Multi-Tasking-Betriebssystems ergibt sich, wenn damit auch Mehr-Benutzer-Betrieb

(Multi-User) möglich ist, was besonders in einem Ausbildungs-Labor ein Gewinn ist, da jetzt die Zahl der Arbeitsplätze ein Vielfaches der Computerzahl sein kann.

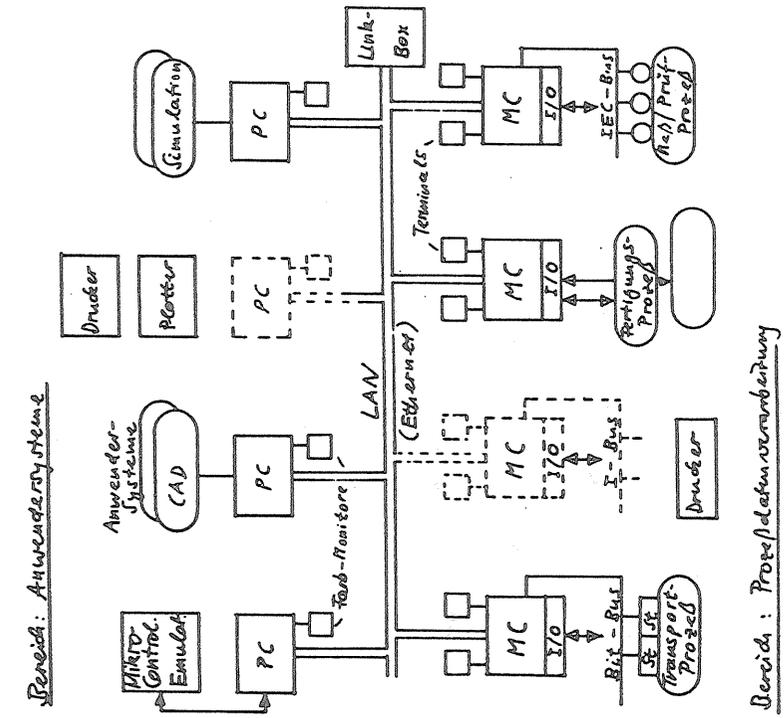
Entscheidet man sich für ein Echtzeit-Multitasking-Betriebssystem, muß man darauf achten, daß darauf höhere problemorientierte Programmiersprachen wie PASCAL oder eine andere, für Echtzeitprogrammierung besser geeignete Programmiersprache wie PEARL, MODULA-2 oder ADA lauffähig sind und auch die Programmentwicklung für nachgeordnete autonome Steuereinheiten (SPS, Mikrocontroller) und für Sonderfälle die Programmierung in Assembler-sprache möglich sind. Mögen auch Echtzeit-Multitasking-Betriebssysteme für die Nachbildung von Prozeßsteuerungen optimal sein, so haben sie doch den Nachteil, daß sie (noch) nicht weit verbreitet sind und daher für sie nur ein kleines Angebot an fertigen Anwendersystemen im Bereich der Prozeßsteuerung oder der Prozeßidentifikation und -simulation besteht.

In vielen Fällen wird sich daher die Forderung stellen, daß neben dem Echtzeit-Betriebssystem noch ein Standard-Betriebssystem für die Anwendersoftware lauffähig sein muß, wie z.B. MS-DOS, für das nach wie vor das umfangreichste und preisgünstigste Software-Angebot besteht. Darauf wird bei der Beschreibung des 2. Lösungsweges noch eingegangen.

Bei der Vernetzung der Mikrocomputersysteme untereinander, sofern sie nur den Zweck hat, Dateien zwischen den Plätzen auszutauschen und nicht die Systeme in einem Prozeßsteuerverbund mit Echtzeitanforderung zu betreiben, empfiehlt sich das CSMA/CD-Verfahren (Carrier Sense Multiple Access / collision detect; Mehrfachzugriff mit Signalabtastung und Kollisionserkennung) das für lokale Netze am weitesten verbreitet ist. Bei diesem Übertragungsverfahren bedient sich jeder Teilnehmer des Busses und zieht sich zurück, wenn eine bereits laufende Übertragung erkannt wird. Damit ist das Zeitverhalten einer Übertragung zwar nicht determiniert; bei Austausch von Dateien ist das aber auch nicht erforderlich. Als typisches Beispiel für einen solchen Bus im lokalen Netz gilt Ethernet, das de facto zu einem Industriestandard geworden ist. Bei der Konfigurierung des Netzes empfiehlt sich eine Form, bei der nicht zwischen dem Server und Consumer unterschieden wird, sondern jeder Teilnehmerplatz Dateien senden und empfangen kann.

Dieser erste hier skizzierte Vorschlag zur Gestaltung eines Mikrocomputer-Labors für die Gewerbelehrer-Ausbildung geht von einer Schwerpunktsetzung in der Ausbildung im Bereich der Prozeßsteuerung mit Echtzeitanforderungen aus. Es wurden Anforderungen an Mikrocomputer und Betriebssysteme dargestellt. Daneben wurde deutlich, daß auch Sorgfalt bei der Wahl der

<p><u>Hardware:</u> System 386-26 Prozessor 80386/87 (25 MHz) 4 MB RAM 85 MB Festplatte 3 1/2" 5 1/4" Floppy-D. VGA, Co-Exp-Monitor 14"</p> <p><u>Software:</u> BS: PC-DOS 3.3 Turbo-Pascal 4.0 od. 5.5 AUTOCAD, EXCEL, dBASE, WORD Mikro-Controller-Emulator</p>	<p><u>Hardware:</u> 618 MHz System 310 ACP, 20 286/87 15 / 2 MB RAM 7-10 MB Festplatte, 5 1/4" ZP I/O: Parallel-Ports Zeitgeber / Zähler Interrupt ADW / DAW (Bit-Bus, I-Bus, IEC-Bus)</p> <p><u>Software:</u> BS: MS-DOS 2.11 RPLX II PASCAL 2.86 PLM 2.86 (Bit-Bus-SW -----) Turbo-Pascal 1.0</p>
---	---



Bussysteme erforderlich ist, die bei der Nachbildung eines verzweigten Prozeßgeschehens zunehmend eigenständige Bedeutung bekommen.

## b) PC-Netz für Anwendersysteme

Sollen in der Ausbildung mehr die Bereiche Kalkulation, Verwaltung, Simulation, Schaltungsanalyse und Entwurf (Anwendersysteme) im Vordergrund stehen, sind PCs (z.B. AT-Standard) besser geeignet wegen des grafikfähigen Bildschirms, auf dem man interaktiv arbeiten kann, und des reichen Peripherieangebots an Ausgabemedien. Wegen der großen zu verwaltenden und zu verarbeitenden Datenmengen ist eine ausreichende Festplattenkapazität (80 MB) bereitzustellen. Auch wenn keine Echtzeitfähigkeit verlangt wird, ist doch eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit anzustreben, die vor allem durch 16- oder 32-bit-Verarbeitungsbreite einen hohen Systemtakt und durch einen mathematischen Coprozessor erreicht wird. Hohe Arbeitsgeschwindigkeit ist vor allem für rechenintensive oder mit Suchalgorithmen arbeitende Programme, wie sie in CAD-Systemen vorkommen, erforderlich.

Die Hauptfrage gilt jedoch dem Betriebssystem: Welches ist geeignet, welches ist zukunftssträftig? Eine Antwort darauf ist schwer zu geben:

**MS-DOS (4.0)**, das Quasi-Standard-Betriebssystem, gilt als veraltet. Zu Nachteilen wie die 640KByte-Speichergrenze oder die eingeschränkten Interrupt-Funktionen kommen aber auch Merkmale hinzu, die in einem Ausbildungslabor schnell zum Nachteil werden können: Es ist nur Ein-Benutzer- und Ein-Task-Betrieb möglich, die Arbeit in einem lokalen Netzwerk ist nur mit kostspieliger Zusatz-Hardware und -Software zu erreichen.

Den Nachteilen gegenüber steht das enorme Angebot an Anwender-Software, das DOS noch eine lange Zukunft sichert.

**OS/2** wird als Nachfolger von MS-DOS gesehen. Dies für die Prozessoren 80286 bis 80486 konzipierte Betriebssystem beherrscht Multitasking, arbeitet damit für viele Anwendungen deutlich schneller. Da aber wie bei MS-DOS nur Ein-Benutzer-Betrieb möglich ist, fehlt ein wünschenswerter Vorteil.

Beide Vorteile, Multi-Tasking- und Multi-User-Fähigkeit, verbindet das alte UNIX-Betriebssystem, dem aus diesem Grund eine Zukunft als Standard-Betriebssystem vorausgesagt wird. Ein weiterer Vorteil, der gerade im Ausbildungsbereich Bedeutung hat, ist die Fähigkeit des UNIX-Systems, definierte Zugangsrechte zum System und Zugriffsrechte zu fremden Dateien vergeben zu können. UNIX setzt im Vergleich zu MS-DOS deutlich leistungsfähigere Rechner voraus: Die Systemsoftware belegt 10 bis 20mal mehr Platz auf der Festplatte, der Arbeitsspeicher muß einige MB umfassen. (Typische UNIX-Systeme haben bis zu 32 MB Arbeitsspeicher und bedienen 5 bis 100 Ar-

beitsplätze). Das Angebot an Anwendersoftware für UNIX ist im Vergleich zu DOS noch klein. Die Entscheidung, UNIX in Ausbildungs-Labors einzusetzen, muß man sorgfältig prüfen. UNIX ist übrigens kein Echtzeit-Betriebssystem (von speziellen Varianten abgesehen), so daß es nicht als Betriebssystem für den ersten genannten Lösungsweg oder als Klammer für beide in Frage kommt.

So wie es bei der zuerst beschriebenen Lösung, dem Prozessorrechner-System, wünschenswert erschien, neben dem Echtzeit-Betriebssystem noch ein Standard-Betriebssystem zu installieren, um Zugang zu Anwendersystemen zu bekommen, können natürlich mit dem PC-System in einem gewissen Umfang auch Prozesse gesteuert werden, z.B. über nachgerüstete Parallel- oder Zeitgeber-Schnittstellen oder über zusätzliche Prozeßsteuereinheiten, die über Busse (IEC, Feldbus) abgekoppelt werden.

Ideal ist das Vorhandensein eines Prozeßrechner- und eines PC-Netzes, die in einer gemeinsamen Netzstruktur miteinander verbunden sind.

Das Konzept zur Gestaltung von Computer-Labors schließt neben der Anzahl geeigneter Computer-Systeme natürlich auch Fragen der Unterrichtsmethode und der Medien mit ein. Bei einem projektorientierten Ansatz, der Planungs-, Arbeits- und Auswertungsphasen im Unterricht vorsieht, müssen theorie- und praxisbezogene Unterrichtsabschnitte sich einander ohne Raumwechsel ablösen können. Einzelarbeit, Gruppenarbeit und Plenum der gesamten Studentengruppe muß in demselben Raum möglich sein. Dieser Raum muß also groß genug sein und sich in mehrere Bereiche teilen, so daß neben Tischen und Stühlen für Plenumsphasen und den Computern mit ihren Software-Arbeitsplätzen genügend Raum für die Aufstellung der zu untersuchenden Prozeßmodelle, für Meß- und Hilfsgeräte und für Hardware-Arbeiten bleibt. Ein solcher integrierter Fachraum sollte schließlich auch die Möglichkeit der Bildschirm-Projektion vorsehen, wie sie sich heute über durchscheinende Displays in Verbindung mit OH-Projektoren anbieten.

## Anwendungsbeispiele

Zum Schluß soll ein kurzer Überblick über mögliche und zum Teil erprobte Anwendungsbeispiele gegeben werden, die Aufgaben im Bereich der Prozeßsteuerung und der Anwendersysteme enthalten.

### Hausssystemtechnik:

Durch den Begriff "Hausssystemtechnik" soll ausgedrückt werden, daß Hei-

zung, Kühlung, Lüftung, Wasserversorgung und Entwässerung eines Hauses sowie die Versorgung mit Informationen als integrierte Aufgabe begriffen werden, was für große Gebäude mit der Gebäudeleit- oder -systemtechnik längst üblich ist. Es stehen Anwendersysteme zur Dimensionierung und Bedarfsberechnung zur Verfügung. Typische Prozeßsteuerungsaufgaben auf diesem Gebiet sind:

- rechnergeführte, energieoptimierte Heizungsregelung
- koordiniertes Zuschalten stromintensiver Geräte zur Vergleichsmessung und Formung des Lastprofils
- Einbindung von Energieeigenerzeugung, wie z.B. Kombination von Sonnenkollektoren und Heizkessel oder photovoltaische Stromerzeugung.

**CNC-Technik:** Die CNC-Technik als Teilgebiet der automatisierten Produktion stellt ebenfalls geeignete Aufgaben für projektorientierten Unterricht. Mit menuegeführten Simulationsprogrammen kann die Kollisionsfreiheit entworfener Fertigungsabläufe überprüft werden. Auf der Seite der Prozeßsteuerung sind Antriebe für Schritt- und Gleichstrommotoren zu entwickeln, Wege, Winkel usw. zu messen und Endlagen und Alarmzustände zu überwachen.

#### Leiterplattenentwurf- und fertigung:

Hier läßt sich sehr gut exemplarisch ein automatisierbarer Fertigungsprozeß untersuchen. Mit geeigneten CAD-Systemen entwickelt man mit einem Grafikeditor das Platinen-Layout und die Bohrdatei, die auf der Prozeßseite als Grundlage für die Steuerung einer x-y-z-Bohrereinrichtung dient.

#### Zusammenfassung

Gewerbelehrer-Ausbildung im Bereich Informationstechnik/Automatisierungstechnik muß sich schwerpunktmäßig an den Anforderungen der modernen, von den C-Techniken geprägten Produktionsmethoden orientieren. Das spiegelt sich auch wider in der Gestaltung von Computer-Laboren für die Ausbildung: Zur Nachbildung von parallel laufenden technischen Prozessen einerseits wird die Fähigkeit zu Echtzeitverarbeitung und Multi-Tasking gefordert, was bislang nur Prozeßrechner leisten können. Andererseits benötigen Anwendersysteme für z.B. CNC-Simulation und Schaltungsentwurf grafikfähige PCs. Der vorliegende Beitrag diskutiert, wie die beiden Richtungen in einem Computernetz zusammengefaßt werden können.

Eckart Pfeiffer ist Hochschullehrer für gewerblich-technische Wissenschaft an der Universität Hamburg.

Peter Schmidt

## Handlungsorientiert — prozeßorientiert — orientierungsorientiert

*Der folgende Beitrag ist die bei Redaktion und Herausgebern sehr willkommene Stellungnahme eines Lesers zu zwei Beiträgen des Schwerpunkts "Schlüsselqualifikationen" von lernen & lehren (Heft 19).*

*Es wäre sehr zu begrüßen, wenn dieses Beispiel ("Dialog")-Schule machen würde.*

*Zum Beitrag selbst:*

*Atemlosigkeit angesichts sich überschlagender Technik- und Didaktikwellen ist nach Auffassung des Autors Resultat einer oberflächlichen und kurzschlüssigen Orientierung von (Fach-)didaktik an den in immer schnellerem Wandel befindlichen Phänomenen und Strukturen der Arbeitswelt. Die notwendige Distanz hierzu ermöglicht eine (Rück-)besinnung auf den Bildungsbegriff mit seiner im Gegensatz zum Qualifikationsbegriff gegebenen Möglichkeit, die zum Weltverständnis notwendigen Prinzipien zu gewinnen. (Red.)*

Im Faust antwortet Mephisto auf den schüchternen Einwurf des Schülers:

"Doch ein Begriff muß bei dem Worte sein":

*"Schon gut! Nur muß man sich nicht allzu ängstlich quälen;  
Denn eben wo Begriffe fehlen,  
Da stellt ein Wort zur rechten Zeit sich ein.  
Mit Worten läßt sich trefflich streiten,  
Mit Worten ein System bereiten,  
An Worte läßt sich trefflich glauben,  
Von einem Wort läßt sich kein Jota rauben."*

Als Ausbilder und Lehrer im beruflichen Schulwesen fällt es zunehmend schwerer, neben der sich überschlagenden Technologiewelle auch noch die Didaktikwellen, die damit schritthalten wollen, zu verkraften, geschweige denn, sie zu legitimieren. Nun stellt ohne Frage die Geschwindigkeit, mit der neue Themen in die Berufsausbildung drängen, eine umfangreiche und schwierige Aufgabe für die Berufspädagogik dar. Die gegenwärtige Diskussion dieser Problematik und ihre pädagogische Antwort — ich beziehe mich hier auf die beiden Aufsätze von Geißler und Rauner in l&l 19 — reagiert jedoch in unzulänglicher Weise auf diese Herausforderung.

Der schnelle Wechsel von an industriellen Handlungsvollzügen orientierten didaktischen Modellen ist nicht ausreichend, um den Anspruch auf eine Beur-

teilung und Gestaltung der beruflichen Praxis zu legitimieren. Dabei geht vor allem die notwendige Distanz verloren, die jeglicher Reflexion der Realität eigen sein muß. Es gilt im Gegenteil, den Begriff, der bei den Worten sein soll, zu entwickeln, damit die didaktischen Modelle der Berufspädagogik auf sicherem Boden stehen. Wenn auch die Produktionsweise sich so rasch ändert, so sind die damit verbundenen Probleme höchstens in ihrem Ausmaß, nicht aber in ihrer Qualität neu. Und so erwartet man als Lehrer zu Recht, daß die Berufspädagogik hier Grundsätze entwickelt, die über den Tag hinaus Gültigkeit besitzen, und diese auch offensiv vertritt.

Geißler und Rauner versuchen in ihren Darstellungen, Perspektiven einer zeitgemäßen Berufspädagogik aufzureißen, indem sie auf Distanz zu dem bisher die Diskussion beherrschenden Qualifikationsbegriff gehen. So zutreffend die Kritik in einigen ihrer Bewertungen der "Schlüsselqualifikation", so unzulänglich und fragwürdig ist sie in wesentlichen Punkten ihrer Argumentation. Sie führt deshalb in ihren pauschalen Aussagen zu Fehlurteilen und ist nicht in der Lage, zwischen positiven und negativen Momenten des Qualifikationsbegriffs zu unterscheiden. Insofern trifft sie daher der Vorwurf — den sie zu Recht dem Konzept der Schlüsselqualifikationen macht — ideologisch zu sein, selbst, indem sie ein ebenso falsches Bewußtsein erzeugt.

Interessant ist in diesem Zusammenhang, daß zwar sporadisch doch periodisch wiederkehrend der in der Berufspädagogik im allgemeinen so ungeliebte Bildungsbegriff als fundamentale didaktische Kategorie zu Ehren kommt und zwar besonders in Zeiten der Neuorientierung, die ja notwendigerweise auch immer solche der Orientierungslosigkeit sind. Diese unvermittelte Hinwendung zur Bildung, um Erscheinungen des berufspädagogischen Alltags zu beschreiben, ist sicher keine Begründung des Bildungsbegriffes, aber ein deutlicher empirischer Hinweis auf seine Unverzichtbarkeit in der Erklärung und Bewertung didaktischer Kategorien. Im Sinne dieser Position, des Hervorhebens und Festhaltens an diesem Begriff als dem zentralen, ihr eigenen Moment, welches die Berufspädagogik in die bildungspolitische Debatte um Sinn und Zweck der Berufsausbildung einbringen kann, sind die folgenden Überlegungen zu verstehen.

Geißler geht in seiner Kritik, wie schon angedeutet, von einem knapp umrissenen "Bildungskonzept" aus. Richtig wird hier die Differenz zu dem Qualifikationsbegriff herausgearbeitet, welcher den Menschen auf den Verwertungsaspekt seiner Arbeitskraft beschränke, wohingegen der Bildungsbegriff der Autonomie des Menschen und der Humanität verpflichtet sei. Allerdings ist das hier formulierte Konzept nicht tragfähig genug, um die weitreichenden Schlüsse zu begründen, und so wechseln richtige und falsche, schlüssige und widersprüchliche Aussagen einander ab.

1. Es werden Behauptungen aufgestellt, die dort neue Fragen und Probleme aufwerfen, wo sie vorgeben, die Antwort zu besitzen. So wird z.B. in These 3 als zynisch kritisiert, daß aus dem Schlüsselqualifikationskonzept folge, den sich orientierenden Jugendlichen zu raten, erst einmal nichts Bestimmtes zu werden, um nicht in ihrer Flexibilität eingeschränkt zu sein. Fällt unter diesen Vorschlag aber nicht gerade der Rat, Abitur zu machen, und ist dies nicht auch heute der wirkungsvollste Schlüssel für Karriere, Einkommen und gesellschaftliches Ansehen?

Die Qualifikationen "Fähigkeit zum lebenslangen Lernen, zur raschen Umstellung, Anpassungsflexibilität, Lernen des Lernens", werden in These 2 als problematisch abgelehnt, weil sie den Anpassungsdruck erhöhten und der Arbeitnehmer dadurch unselbständig und immer in der Rolle des Schülers sei. Ist schon die pauschale Identifizierung der Rolle des Lernenden mit dem Zustand der Unselbständigkeit eine gewagte gedankliche Konstruktion, so ist die Bedeutung pädagogischer Zielformulierungen zweifellos überschätzt, wenn man ihnen einen wesentlichen Beitrag zu dem Anpassungsdruck zutraut. Wiewohl richtig ist, daß der unkritische Gebrauch solcher Begriffe diesen inhumanen Zustand verschleiert.

Zuzustimmen ist der Aussage, daß die Qualifikationsmerkmale nicht immer glücklich formuliert und zum Teil auch falsch gewählt sind, wie bei dem zu recht in Zweifel gezogenen Beispiel der "Leistungsfreude".

Im Verlauf der Argumentation wird aber der Eindruck erweckt, daß die Qualifikationen vollständig "losgelöst von der konkreten Auseinandersetzung mit Personen und Materialien" erfolgen könnten. Dies ist natürlich undenkbar und entspricht auch nicht der Realität des Unterrichts. Dort hat der fachliche Inhalt nach wie vor die absolute Priorität, welche durch die Fachsystematik, die Forderungen der Rahmenlehrpläne und die Prüfungsmodalitäten gleichsam erzwungen wird.

Überlegungen zu den auch "extrafunktionalen Qualifikationen" genannten Aspekten werden dagegen allenfalls im Zusammenhang mit der Wahl der Sozial- und Aktionsformen des Unterrichts angestellt.

2. Bedenklich aber werden Geißlers Äußerungen, wenn sie mit dem Hinweis auf das anzustrebende Bildungskonzept Wesenselemente desselben ablehnen, nur weil sie auch dem kritisierten Qualifikationskonzept angehören. Gemeint ist hier die allgemeine Ablehnung von Abstraktionen und Generalisierungen. Diese Tendenz wird in Rauners Beitrag "Schlüsselqualifikationen und 'neue' Fabrik" noch zugespitzt mit der Bemerkung, daß Prinzip-Wissen nicht mehr gefragt sei. Hier muß grundsätzlich widersprochen werden. Wenn in der Tradition der Aufklärung Bildung als die Fähigkeit, sich ohne fremde Hilfe seines Verstandes zu bedienen, bestimmt ist, so ist die Autonomie des Men-

schen untrennbar mit dem Verstehen seiner Lebenszusammenhänge verknüpft und diese nicht zuletzt mit dem Durchschauen seiner gesellschaftlichen Existenz. Wenn auf der anderen Seite das Prinzip-Wissen, welches auf den Ausgangspunkt, die Voraussetzung, die "erste Ursache", das, woraus etwas wird oder erkannt wird, zielt, dann ist es verwunderlich, wieso ausgerechnet die Fähigkeit zur Abstraktion in einer am "Bildungskonzept" festhaltenden Darstellung als überflüssig bezeichnet wird.

Die Fähigkeit zur Verwendung abstrakter und generalisierender Formulierungen gehört zwar offensichtlich zur Qualifikation der Autoren, die falsche Prämisse, daß das Prinzipien-Wissen unter dem Bildungsaspekt überflüssig sei, führt aber konsequenterweise zu weiteren Ungereimtheiten und Widersprüchen in der Darstellung.

Geißler setzt den abstrakten und generalisierbaren Bildungsinhalten das Eigene des konkreten Subjektes entgegen und fordert, es sollten sich die Umstände ändern, damit der Mensch werden könne, was er sei. Zweifellos ist die Aussage richtig, daß in der pädagogischen Zwecksetzung des Unterrichts das einzelne Subjekt die zentrale Stellung einnehmen muß. Es bleibt jedoch im Dunkeln, wer die Umstände wie ändert und vor allem kraft welcher Fähigkeiten das konkrete Subjekt dazu in der Lage sein soll angesichts der Tatsache, daß die die Lebensumstände des Einzelnen determinierenden "Umstände" in der Gestalt arbeitsteiliger Produktion nun einmal abstrakten und generalisierbaren Prinzipien unterliegen und nur über diese verstanden werden können.

Es wäre noch einiges zu der absoluten Konzentration auf das Eigene des konkreten Subjektes zu bemerken. Im Zusammenhang dieser Darstellung soll hier nur so viel festgestellt werden, daß sich aus dieser Vorstellung wegen des Fehlens eines objektiven, außerhalb des Individuums liegenden Sachverhaltes weder die Spezialqualifikation noch die Schlüsselqualifikation noch überhaupt irgend eine konkrete Bestimmung eines Lerninhaltes herausholen läßt. Sie verweist eher auf so allgemeine Dinge wie Wünsche und Befindlichkeiten und fällt daher selbst unter das Verdikt ihres Autors, unverbindlich zu sein.

Wo liegt nun aber die Ursache für die Unklarheiten, Mißverständnisse und Halbwahrheiten in pädagogischen Aussagen, die nicht nur hinsichtlich der hier genannten Arbeiten zu beklagen sind?

Offensichtlich im undifferenzierten Gebrauch der Begriffe im allgemeinen und in einem nicht hinreichend präzisierten Bildungsbegriff im besonderen.

Wenn Geißler schreibt, daß abstrakte und generalisierbare Begriffe losgelöst von der konkreten Anforderung und der konkreten Situation seien, so ist das

zunächst ohne Einschränkung zu akzeptieren, denn das liegt im Wesen der Abstraktion. Aus seinen weiteren Aussagen geht aber hervor, daß er die Abstraktion mit Inhaltsleere gleichsetzt. Er verwendet hier den falschen Begriff und sieht nicht, daß im Gegenteil die Abstraktion von der Wahrnehmung zur Allgemeinvorstellung (dem Begriff) die wesentlichen Bestimmungen herausarbeitet und das Denken auf diese zentralen Merkmale konzentriert. Wenn er also in den von ihm aufgeführten Formulierungen zur Schlüsselqualifikation nur leere Worthülsen und Phrasen findet, so ist das zwar zum großen Teil zutreffend, aber nicht deshalb, weil sie Abstracta sind, sondern Ergebnis einer unzulänglichen Abstraktion. Darum sind sie nur noch reine Formelemente, von jeglichem Inhalt losgelöste Spielmarken. Der Abstraktion fehlt die hinreichend präzisierte Vorstellung des Allgemeinen, auf das hin zu abstrahieren wäre und deshalb auch die organisierte gegenständliche Anschauung. Aus ersterem allein wären dann aber die Kriterien zu gewinnen, welche Merkmale der Wahrnehmung für die Begriffsbildung wesentlich und welche überflüssig sind. Gerade aber auf das Festhalten an dieser Differenz kommt es in der Bildungstheorie an.

In diesem Sinne ist eine fundierte Kritik des Qualifikationsbegriffs nur möglich vor dem Hintergrund eines begründeten Gegenbegriffs, für den bestimmt ist, welche seiner Elemente konstitutiv und welche kontingent sind, und der dem Denken einen Gegenstand vorgibt.

Die konstitutiven Elemente des Bildungsbegriffs, Abstraktionsfähigkeit und Prinzip-Wissen zu verteidigen, gebietet nicht nur die Jahrtausende alte Tradition, sondern auch das gesicherte Wissen um ihre Unverzichtbarkeit bei jeglicher Theoriebildung.

Es gibt ja gerade auch in I&I insbesondere in den Beiträgen von Adolph zu naturwissenschaftlichen Begriffen und Prinzipien (z.B. zum Spannungsbegriff) zahlreiche positive Beispiele, welchen Beitrag zur individuellen Autonomie und folglich auch Handlungsfähigkeit das Durchschauen der Zusammenhänge liefert, wie es das Denken des Menschen befördert.

Noch überzeugender findet sich diese Tatsache in den Schilderungen ihres Gegensatzes, in der Hilflosigkeit und Abhängigkeit, die das Nichtverstehen mit sich bringen. Es zeigt sich in diesen Arbeiten beispielhaft, wie eine schlüssige Abstraktion durch den jeweiligen Gegenstand hindurch erfolgen und das Denken sich an ihm abarbeiten muß. Dies gelingt um so treffender, je konkreter der jeweilige Sachverhalt in seinen Merkmalen und je klarer die Einheit der Wesensmerkmale im übergeordneten Prinzip sich fassen läßt. Ist hier die allgemeine Gesetzmäßigkeit erkannt, so sind die Unklarheiten und Mißverständnisse beseitigt, und die Erkenntnis bewegt sich auf einer neuen, höheren Ebene und sichert dem, der sie besitzt, ein größeres Verständnis zu-

nächst seiner beruflich-fachlichen Umgebung und macht ihn so — und zwar nur unter dieser Bedingung — auch handlungsfähiger, indem sie erst einmal die Voraussetzung für rationales Handeln schafft.

Sicher wäre es die schiere Utopie, zum Ziel zu erheben, daß in der Schule alle Prinzipien unserer vielgestaltigen Welt zu erlernen seien. Diese Vorstellung ist schon anhand der Frage, ob es für jeden Autofahrer zwingend sei, die Mechanik des Motors und die Chemie des Treibstoffes zu kennen, verneint worden. Es ist aber auf der anderen Seite unstrittig, daß der, der Motorhaube und Motor öffnet, sieht wie der Antrieb funktioniert, er versteht es aber nicht. Ein weitgehendes Verständnis ist erst dann möglich, wenn die zugrundeliegenden physikalischen Theorien bekannt sind. Deutlich wird die Differenz zwischen Sehen und Verstehen, wenn der reibungslose Ablauf der Maschine aussetzt und eine Reparatur gefordert ist. Es wird dann nur der auf diesem Gebiet Gebildete auch der Handlungsfähige sein. Folgt man diesen Postulaten, so stellt sich die von Geißler und Rauner verneinte Frage, ob die grundlegenden Prinzipien gelehrt werden sollen, in dieser radikalen Form überhaupt nicht. Man kann dann sicher noch darüber streiten, welches Prinzipwissen in welcher Altersstufe, in welchem Fach in der verfügbaren Zeit vermittelt werden kann. Notwendig vorausgesetzt ist aber, diese Fähigkeit zur Abstraktion und Generalisierung im Sinne des Verstehens der Lebenszusammenhänge als grundlegend zu akzeptieren. Denn spätestens seit Aristoteles ist unstrittig, daß "der Erfahrene weiser als diejenigen, die nur eine Wahrnehmung machen, der Künstler weiser als die Erfahrenen, der Baumeister weiser als der Handwerker, und die denkenden Wissenschaften enthalten mehr Weisheit als die handelnden."

Es wäre ebenso vermessen, im Sinne einer mechanistischen und bornierten Auffassung zu erwarten, daß die weitaus komplexeren berufspädagogischen Fragestellungen sich auf die gleiche leicht überschaubare Weise lösen ließen wie fachsystematische Probleme der Elektrotechnik. Aber gerade weil die Klassifizierung und Abgrenzung der Vorstellungsinhalte ungleich schwerer und kein geregelttes Verfahren angeben, wie dies zu bewerkstelligen ist, bringt es die Pädagogik nicht weiter, ständig neue Konzepte aus der Tasche zu ziehen. Es muß entsprechend sorgfältig an der Explikation eines Bildungsbegriffs gearbeitet werden, der über die Konzentration auf das Individuum hinaus die Gegenstände seiner Umgebung mit einbezieht, denn "gebildet wird man nicht durch das, was man 'aus sich selbst' macht, sondern einzig in der Hingabe an die Sache, in der intellektuellen Arbeit sowohl wie in der ihrer selbst bewußten Praxis" (Horkheimer). Das bedeutet aber, daß dieser Bezug auf einen Gegenstand, der in objektiver Form außerhalb und unabhängig von dem sich damit beschäftigenden Individuum vorliegt, notwendig ist, damit das

Denken nicht im Formalen stecken bleibt. Dieses Vorhandensein eines objektiven Sachverhaltes außerhalb des Menschen ist für den Begriff der Erkenntnis konstitutiv, denn eine Erkenntnis über einen Gegenstand, der dem menschlichen Denken und Handeln nichts Eigenständiges entgegensetzt, sondern von diesem beliebig zu erzeugen und formen ist, ergibt keinen Sinn. Diese wechselseitige Bedingtheit wird aber idealtypisch gerade in dem Prozeß der Abstraktion von der unmittelbaren Sinneswahrnehmung über die Vorstellung und die Erfahrung bis hin zur Theorie und zur Gesetzmäßigkeit als der Einheit und der organisierenden Zusammenfassung aller darunter gefaßten Einzelphänomene geleistet.

Hier liegen nun auch die Möglichkeiten einer Fachdidaktik mit ihrem unmittelbaren fachwissenschaftlichen Bezug, der damit die Aufgabe zufiele, in diesem Bereich der Berufspädagogik einen wichtigen Beitrag zu dieser Hingabe an die Sache zu leisten, indem sie im Sinne der oben erwähnten Beispiele aus I&I die Entwicklung weiter vorantreibt. Ihre Aufgabenstellung, fachwissenschaftliche Inhalte unter erziehungswissenschaftlichen Vorgaben zu vermitteln, führt über die Verpflichtung gegenüber der Fachsystematik zu unmittelbarer Gemeinsamkeit mit der betrieblichen Berufspraxis. Wenn es auf diesem Gebiet gelingt, überzeugende Beispiele für die Möglichkeiten und die Bedeutung eines Unterrichts vorzuweisen, der über die Vermittlung der Prinzipien den fachlichen Zusammenhang transparent macht, dann wird damit sicher der Einfluß der Berufspädagogik auf die Berufsausbildung insgesamt gestärkt.

Zu diesem Zwecke wäre zunächst einmal eine Sichtung bereits existierender fachdidaktischer und allgemeinpädagogischer Arbeiten unter dem Gesichtspunkt angezeigt, welchen Beitrag sie zum Verhältnis von Denken, Gegenstand, Bildung und Lernen leisten können und wie sie auf die gegenwärtige technologische Herausforderung der Pädagogik zu beziehen sind. Schon heute und "vor Ort" fallen die wichtigen curricularen und didaktischen Entscheidungen, ohne daß im Rahmen der institutionalisierten Wissenschaft eine Absicherung erfolgt, weil die Bedeutung dieses Fachbereiches offensichtlich nicht erkannt und entsprechend gewürdigt wird. Die wichtige Rolle, die der Fachdidaktik im Rahmen der Berufspädagogik stattdessen zuzuweisen ist, sollte von dieser als Chance begriffen werden, denn wie immer mühsam und anstrengend das Unterfangen einer fundierten Begriffsbildung in der Pädagogik sein mag, so ist eine Alternative nicht denkbar. Die Berufspädagogik braucht nicht so sehr den raschen Wechsel von auf Produktionsabläufe fixierte Bindestrichorientierungen, sondern eine gründliche Neubesinnung auf

das, was sie darüber hinaus sein muß, will sie den Anspruch auf die Gestaltung der beruflichen Praxis einlösen.

Peter Schmidt ist Berufsschullehrer und wohnt in 6101 Messel.

### Antworten der Autoren Rauner und Geissler

#### „Fachdidaktik“ ist keine Fachdidaktik

Zu den kritischen und interessanten Anmerkungen und Anregungen von Schmidt in lernen & lehren Heft 19 möchte ich lediglich den Aspekt Fachdidaktik kurz aufgreifen.

Eine „Fach“-didaktik setzt offenbar voraus, daß dessen Inhalte in Lehrinhalte zu transformieren sind. Das Dilemma der Fachdidaktik Elektrotechnik ist, daß dieses Fach — die „berufliche Fachrichtung Elektrotechnik“ — zwar dem Namen nach als wissenschaftliches universitäres Fach nur in wenigen Ausnahmefällen eingerichtet wurde. Doch auch in diesen Fällen steht die wissenschaftliche Entfaltung des Faches, etwa auf dem Niveau etablierter Wissenschaftsdisziplinen, noch aus. Damit fehlt der Fachdidaktik ein wesentlicher Gegenstand, nämlich das korrespondierende Fach. Die Fachdidaktik Elektrotechnik ist in der universitären Lehrerbildung auf „korrespondierende“ Ingenieurwissenschaften verwiesen — das erste Mißverständnis — und hat dabei die reale Elektrotechnik aus dem Auge verloren — das zweite Mißverständnis. Die ingenieurwissenschaftliche Disziplin Elektrotechnik befaßt sich mit der inneren Logik des Technischen und nicht mit der Elektrotechnik als unauflösbarem Zusammenhang des technisch Möglichen und des sozial Wünschbaren. Eine Bildung aber, der es um das begreifende Erkennen (K. Holzkamp) und die Befähigung zur Mitgestaltung von Arbeit und Technik geht, darf Technik als einen Gegenstand gewerblich-technischer Bildung nicht auf die naturwissenschaftlichen Grundlagen und technischen Prinzipien reduzieren. Damit wäre Technik sowohl der Kritik als auch der Gestaltung entzogen.

Ausführlicher habe ich dies in meinem Gutachten für das Landesinstitut für Schule und Weiterbildung „Elektrotechnik Grundbildung“ (Soest 1987, 2. Aufl.) dargestellt. — *Felix Rauner*

Ich erkenne Herrn Schmidts Stellungnahme zu meinem Beitrag als gute Ergänzung an. Er hat völlig recht. — *Karlheinz Geissler*

Walter Lehrl

## Arbeitskreis Automatisierungstechnik

### Zielsetzungen des Arbeitskreises

Der Arbeitskreis versteht sich als Informations- und Diskussionsforum mit Schwerpunkt für die unterrichtliche Umsetzung der Automatisierungstechnik (beschränkt auf die Bereiche Handhabungstechnik/verkettete Fertigungssysteme) in den Berufsfeldern Metall- und Elektrotechnik. Der Schwerpunkt der Überlegungen liegt auf der beruflichen Erstausbildung, andere berufliche Schulformen werden aber auch mit einbezogen.

Es werden Unterrichtskonzepte und Unterrichtseinheiten zur Automatisierungstechnik vor dem Hintergrund der Entwicklung von Arbeit und Technik in den Betrieben ausgetauscht und diskutiert, sowie Überlegungen zu berufsfeldübergreifenden Unterrichtseinheiten für die Berufsfelder Metall- und Elektrotechnik präzisiert mit dem Ziel, einen „Ideenpool“ zu schaffen. Besonderes Kennzeichen des Arbeitskreises ist die gemeinsame Beteiligung der beiden Berufsfelder Metall- und Elektrotechnik.<sup>1</sup>

### Zum Namen des Arbeitskreises

Als Name wurde „Arbeitskreis Automatisierungstechnik“ gewählt, wobei hier der Umfang der Automatisierungstechnik auf die Bereiche Handhabungstechnik/verkettete Fertigungssysteme (einschließlich der Robotertechnik) eingeschränkt wurde.

<sup>1</sup> Mitglieder des Arbeitskreises: Die Länder sind im Arbeitskreis durch im Schnitt 2 Kollegen (je einer Fachrichtung Metall- u. Elektrotechnik) vertreten, die in die unterrichtliche Umsetzung eingebunden sind. Welche Personen zur Zeit aus den einzelnen Ländern im Arbeitskreis mitarbeiten, teile ich auf Anfrage gerne mit. Walter Lehrl, Universität Bremen, Fachbereich 11, Institut Technik und Bildung, Postfach 330440, 2800 Bremen 33, Tel.: 0421/2380929; FAX: 0421/2380910.

## Das Zustandekommen des Arbeitskreises

Bei der Vorstellung des Modellversuchs "Roboter als CIM-Komponenten in der beruflichen Bildung"<sup>2</sup> im Schulzentrum Vegesack in Bremen-Nord im Rahmen der überregionalen Fachtagung "Modellversuche zu neuen Technologien an gewerblich-technischen beruflichen Schulen" vom 8.11. bis 11.11.1988 in Bremen zeigte es sich, daß in vielen Schulen und Lehrerfortbildungsinstitutionen im Bundesgebiet über Robotertechnik als Gegenstand schulischer Berufsbildung nachgedacht bzw. dazu Unterricht entwickelt wird. Dabei entstand der Eindruck, daß kein oder nur ein geringer Informationsaustausch zwischen den verschiedenen Schulen bzw. Lehrerfortbildungsinstitutionen stattfindet und infolgedessen "das Rad überall neu erfunden wird".

Auf Anregung der wissenschaftlichen Begleitung des genannten Modellversuchs vereinbarten Kollegen aus einigen Ländern, einen Arbeitskreis einzurichten, um dieses Informationsdefizit abzubauen.

## Bisherige Arbeit des Arbeitskreises: vier Tagungen

Auf der ersten Tagung stellte Bayern zum einen seine Schulversuche vor, und zum anderen berichteten Kollegen aus ihren Ländern über den Stand der curricularen Arbeiten zur Umsetzung der Robotertechnik im Unterricht.<sup>3</sup>

In Bayern werden unterschiedliche Unterrichtskonzeptionen für die (Teilzeit-) Berufsschule erprobt. In Bad Aibling steht — letztlich — eine umfangreichere Montageaufgabe im Mittelpunkt, in Kempten werden mehrere Aufgabenstellungen erprobt. In Bad Aibling wird ein großer Industrieroboter mit Werkzeugwechsleinrichtung, in Kempten werden mehrere kleinere Roboter eingesetzt. An beiden Lernorten werden der Aufbau des Roboters, die Programmierung und robotergestützte Montage thematisiert. In Bad Aibling werden zudem auch Fragen des Werkzeugwechsels behandelt, während in Kempten besonderer Wert auf die Schüleraktivität an den Geräten gelegt wird.

<sup>2</sup> Ein Kurzbericht zu diesem Modellversuch ist in *lernen & lehren*, Heft 17 (1990), S. 77, erschienen.

<sup>3</sup> Tagungsband: "Robotertechnik in der Erstausbildung — Herausforderung für die beruflichen Schulen. Bad Aibling, 24.4.-26.4.1989." Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung / Universität Bremen, Institut Technik und Bildung, (Hrsg.) München, 1990. Bezugsadresse: Alfred Hintermaier, Offsetdruckerei + Verlag, Edlingerplatz 4, 8000 München 90, Telefon 089/6515545. 85 Seiten, DIN-A4, broschiert, 24,80 DM

Auf der zweiten Tagung stellte Baden-Württemberg den landesweiten Modellversuch "Handhabungstechnik" vor, der an zehn Schulen stattfand.<sup>4</sup> Im Rahmen dieses Modellversuchs wurde zum einen ein Vorschlag für eine 15-stündige Lehrplaneinheit Handhabungstechnik in der Teilzeitberufsschule erarbeitet sowie eine vierstufige Ausstattungsempfehlung vorgelegt. Für die Lehrerfortbildung werden vier sogenannte "Module" erstellt und erprobt.

Das in Friedrichshafen (Claude-Dornier-Schule) eingerichtete Labor für Handhabungstechnik enthält u. a. drei Skara-Industrieroboter sowie zwei kleinere Roboter; es wird sowohl in der beruflichen Erstausbildung (15 h je Klasse) als auch in beruflichen Vollzeitschulformen genutzt (z.B.: Techniker, zwischen 44 und 100 h je Klasse).

In der (Teilzeit-)Berufsschule liegt der Schwerpunkt des Unterrichts — bedingt durch die knappe Zeit — auf der Programmierung des Roboters für eine Werkstückhandhabung. Die Aufgabenstellung "Entnahme eines Werkstücks aus einem Magazin und Ablegen auf einem Förderband" bildet dabei den Rahmen.

Was unter den Grundlagen der Robotertechnik verstanden werden könnte, hat Herr Petersen von der Gesamthochschule Kassel ausgeführt. Basis für seine Überlegungen sind die Erkenntnisse, die er aus der Entwicklung einer Weiterbildungskonzeption "Grundlagen der Robotertechnik" für einen Automobilhersteller gewonnen hat. Zentrale Aussage seines Beitrags ist, daß sich ein Curriculum zur Robotertechnik an den Tätigkeiten der Facharbeiter orientieren sollte und daß daher die Programmierung nur einer von vielen grundlegenden Aspekten der Robotertechnik sein kann.

Auf der dritten Tagung in Nordrhein-Westfalen wurden im Rahmen des Modellversuchs "Regionale Erprobung eines Aus- und Weiterbildungskonzeptes für werkstatorientierte rechnergestützte Fertigungsverfahren" verschiedene Konzepte präsentiert, in denen die Handhabungstechnik in unterschiedlicher

<sup>4</sup> Tagungsband: "Tagung des Arbeitskreises Automatisierungstechnik an der Claude-Dornier-Schule in Friedrichshafen am 4.10. bis 6.10.1989. Tagungsband. Herausgeber: Lehl, W.: Institut Technik und Bildung, Universität Bremen, Fachbereich 11, und Merkel, W.: Claude-Dornier-Schule, Friedrichshafen. Bremen: 1990.

Weise als integraler Bestandteil z.B. eines flexiblen Fertigungssystems behandelt wird.<sup>5</sup>

Gemäß der Zielsetzung des Modellversuchs liegt ein Schwerpunkt auf der Weiterbildung, den Technikerschulen. In den entsprechend umfangreichen Konzeptionen ist die Programmierung des Roboters und — teilweise — der Peripherie von zentraler Bedeutung. Ein Beispiel:

In Detmold wird in den Unterrichtskonzepten zur Handhabungstechnik u.a. besonders die Förderung der Sozialkompetenz angestrebt. An einer vierteiligen Fertigungsanlage (Roboter und drei Bearbeitungsstationen) wird in arbeitsteiliger Gruppenarbeit das Zusammenwirken der Einzelkomponenten zu einer komplexen Fertigungsanlage angestrebt. Daß die Robotertechnik bereits im ersten Ausbildungsjahr im Rahmen der informationstechnischen Grundbildung ein didaktisch wertvolles Gerät sein kann, wird an der Kollegscheule und Fachschule für Technik in Löhne gezeigt.

Im Mittelpunkt der vierten Tagung in Hessen (Kassel) stand die Reflexion und Diskussion der bisher vorgestellten Konzepte sowie die Weiterführung grundlegender Überlegungen.<sup>6</sup> Interessierende Fragestellungen waren: Welche Ziele werden verfolgt, welche Inhalte werden thematisiert, welche Fachraumkonzepte wurden entwickelt, welche Schulformen sind beteiligt, welche didaktisch-methodischen Konzepte werden angestrebt, welche Einsatzgebiete von Industrierobotern wurden für den Unterricht ausgewählt, und welche Formen der Einbindung in die Lehrpläne wurden gewählt?

Wichtigste Ergebnisse des Vergleichs: Die Programmierung des Roboters nimmt in den meisten Konzepten großen bis übergewichtigen Raum ein, wobei die Montage das am häufigsten eingesetzte Fertigungsverfahren darstellt.

5 Tagungsband: Modellversuch "Regionale Erprobung eines Aus- und Weiterbildungskonzeptes für werkstatorientierte rechnergestützte Fertigungsverfahren". Tagungsband zur Überregionalen Fachtagung in Verbindung mit dem Arbeitskreis Automatisierungstechnik vom 21.5.1990 bis 23.5.1990 in Nordrhein-Westfalen. Herausgeber: Geschäftsstelle des Modellversuchs beim Regierungspräsidenten in Detmold. Detmold, 1990. Bezugsadresse: Geschäftsstelle beim Regierungspräsidenten in Detmold, Postfach 5, 4930 Detmold.

6 Tagungsband: "Tagung des Arbeitskreises Automatisierungstechnik in Kassel vom 5.11. bis 7.11.1990." Tagungsband. Herausgeber: Lehl, W.: Institut Technik und Bildung, Abt. Berufspädagogik/Elektrotechnik, Universität Bremen, und Petersen, W.: Gesamthochschule Kassel, FB 15, Wilhelmshöher Allee 73, Kassel.

An den meisten Standorten übernehmen die weiterführenden berufsbildenden Schulen (Techniker etc.) eine Vorreiterrolle.

#### Fragen zu den weiterführenden Überlegungen:

- Was sind die Grundlagen der Robotertechnik/Automatisierungstechnik? Welche Ziele lassen sich formulieren?
- Wie lassen sich die Intentionen der Neuordnung im Unterricht zur Robotertechnik/Automatisierungstechnik umsetzen? (Welche Konzepte helfen die Kluft zwischen Komplexität der Materie und knapper Zeit schließen?)
- Welche Ausstattungen und welche Fachraumkonzepte sind notwendig (und realisierbar)?
- Welche lernorganisatorischen Voraussetzungen müssen geschaffen werden?
- Wie läßt sich die als notwendig erscheinende Zusammenarbeit der Berufsfelder Metall- und Elektrotechnik konkretisieren?

Wegen der von vielen Teilnehmern bemängelten Diskrepanz zwischen den allgemeinen Zielen in den Vorworten und den Zielen im Hauptteil der meisten Lehrpläne, lag es nahe, sich auch mit Fragen der Curriculumsentwicklung — zumindest auf einer pragmatischen Ebene — zu beschäftigen. Angestrebt wird ein Ideenpool, von dem die Teilnehmer für ihre eigene Arbeit profitieren können. Dabei wurde deutlich, daß es nicht ausreicht, sich nur von den Fachwissenschaften leiten zu lassen, sondern daß auch die Tätigkeiten der Adressaten mit in die Überlegungen einzubeziehen sind. Daß hier gerade der einzelne Lehrer überfordert ist, steht außer Frage.

Wie sich diese Tätigkeits- und Adressatenorientierung auch in Unterrichtskonzepten niederschlagen könnte, wurde an Hand des Konzepts der "fünf didaktisch-methodischen Strukturebenen" aufgezeigt: Erfahrungs-, Beobachtungs- und Erscheinungsebene; Bedeutungs-, Sinn- und Zweckebene; System- und Technologieebene; Naturwissenschaftlich-technische Erklärungsebene; Praxis- und Tätigkeitsebene.<sup>7</sup>

Welche Ziele und Inhalte im Rahmen der Automatisierungstechnik verfolgt werden können, wurde am Projekt "Bau eines Plotters" aufgezeigt, das zur Zeit in Kassel realisiert wird.

Bisher kristallisierten sich folgende Ergebnisse heraus: Zwar wird die Automatisierung als die Schnittmenge zwischen Elektrotechnik und Metalltechnik verstanden, dennoch ergeben sich in vielfältiger Hinsicht unterschiedliche

7 Dieses Konzept wurde von Petersen entwickelt und ist in den Tagungsbänden Friedrichshafen und Kassel dokumentiert.

Auffassungen, nicht nur zwischen den Vertretern der Elektrotechnik, die mehr die steuerungsspezifischen Fragen in den Mittelpunkt stellen, und den Vertretern der Metalltechnik, die sich mehr am Fertigungsprozeß orientieren. Ob schwerpunktmäßig prozeßspezifische Fragen (Montageprobleme etc.) oder Fragen der Prozeßsteuerung aufgegriffen, ob die Automatisierungstechnik im Sinne des Spiralcurriculums bereits in der Grundstufe angesprochen, ob nur rechnergestützte Automatisierungstechniken oder auch konventionelle, ob und in welchem Umfang die Informationsabläufe und die Organisationsstrukturen einer Fertigungsstätte zum Gegenstand gemacht werden sollen, waren weitere-kontrovers diskutierte Punkte.

---

Walter Lehl ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut Technik und Bildung, Universität Bremen.

Helmut Ulmer

## Bericht über die Fachtagung Elektrotechnik

*Dieser Bericht sollte eigentlich in I & I 21 erscheinen, mußte aber leider aus Platzgründen verschoben werden. (Red.)*

Die "Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik eV." richtet ihre Fachtagung Elektrotechnik normalerweise im Rahmen der "Hochschultage Berufliche Bildung" aus. Da in diesem Jahr die Hochschultage aus aktuellem Anlaß nach Magdeburg verlegt wurden, fand die Fachtagung Elektrotechnik, getrennt von den Hochschultagen, in dem ursprünglich vorgesehenen Tagungsort Stuttgart am 20. und 21. September 1990 statt.

Gastgeber war hier die Werner-Siemens-Schule; ihr Schulleiter, Herr OStD H. Werner hatte mit seinem Team die Veranstaltung vorzüglich organisiert, so daß sie in einer angenehmen Atmosphäre unter Einbeziehung der Schulpraxis die Tagung effizient durchgeführt werden konnte.

Die Veranstaltung wurde durch den Vorsitzenden der Bundesarbeitsgemeinschaft, Herrn Dr. Eicker, eröffnet. Im Anschluß daran stellte Herr Prof. Dr. Gronwald, Uni Bremen, das Motto der Veranstaltung "Umsetzung der pädagogischen Ziele der Neuordnung in Betrieb und Schule" vor. Da dieses Thema sowohl die Bildungspraktiker, d.h. Lehrer und Ausbilder, als auch die Bildungstheoretiker und -planer anspricht, war eine rege Teilnahme von kompetenten Leuten unterschiedlichster Provenienz zu verzeichnen.

Wurde bei den vorausgegangenen Fachtagungen meist noch hypothetisch die Neuordnung der Elektroberufe diskutiert, so lagen zwischenzeitlich die ersten Erfahrungen in Schule und Ausbildungsbetrieb vor.

Regelungstechnisch formuliert könnte man diese Erfahrungen so zusammenfassen, daß die neuen Sollwertvorgaben (neue Qualifikationsanforderungen, neue Lehrpläne) von den Lehrern registriert und überwiegend akzeptiert worden sind; gleichzeitig greifen tradierte und neuartige Störgrößen an der Regelstrecke an. Da jedoch die Optimierung der Regelung noch nicht abgeschlossen ist, lassen sich Einschwingvorgänge mit großen Tot- und Verzögerungszeiten registrieren. Diese Zeiten wurden auf mehrere Jahre eingeschätzt. Insbesondere die Interpretation der KMK-Rahmenlehrpläne sowie deren Modifizierung zu Landesplänen führt in den Augen vieler Lehrer entwe-

der zu einer nicht zu bewältigenden Flut von Lernzielen und -inhalten oder zu einer oberflächlichen dilettantischen Allroundausbildung, die letztlich nicht die gewünschte Handlungskompetenz vermittelt.

Über Möglichkeiten zur Erreichung dieses Bildungszieles — Handlungskompetenz — berichtete Herr H. Ihlenfeldt, IPTS, Kiel. Durch die Förderung schüleraktiver Lernformen soll insbesondere Zielbewußtsein, Reflexionsfähigkeit und Verantwortungsbewußtsein des Schülers bzw. des Auszubildenden intensiviert werden. Dies setzt jedoch auch eine Änderung des Lehrerverhaltens voraus; die "Schnittstelle" Lehrer-Schüler darf nicht nur durch fachbezogene Inhalte definiert werden, sondern muß vielmehr auf die zwischenmenschliche Ebene gehoben werden. Damit jedoch Qualifikationen wie Kommunikationsfähigkeit, Kooperationsbereitschaft, Verantwortungsbewußtsein, Selbständigkeit, Kritikfähigkeit usw. dem Schüler als wesentliche Schlüsselqualifikationen vermittelt werden können, müssen Lehrer und Ausbilder diese selbst erst beherrschen.

Als wesentliche Methode zur Vermittlung dieser über die reine Fachkompetenz hinausgehenden Qualifikationen wird weiterhin die handlungsorientierte Methode, z.B. in Form von Projekten, angesehen.

Frau P. Rode berichtete über das Projekt "Gurtbandförderer", das an der DMT-Bergberufsschule in Nordrhein-Westfalen durchgeführt wird. Dieses Projekt, das zur Erstellung eines sehr informativen Modells führte, zeichnet sich vor allem durch seinen fach- und berufsfeldübergreifenden Ansatz aus, da es sowohl für Elektro- als auch Metallberufe verwendbar ist.

Die Funktion und Herstellung dieses Modells, das bestimmte technische und organisatorische Gegebenheiten voraussetzt, führte zu grundsätzlichen Diskussionen über projektorientierten Unterricht, wie sie bereits in den vergangenen Jahren anlässlich der Hochschultage oder anderer überregionaler Tagungen stattfanden. Vor allem demjenigen Lehrer, der gänzlich in die Unterrichtsarbeit eingebunden ist, stellt sich hierbei die Frage, ob diese meist groß angelegten, idealtypisch ausgewählten Projekte, die in einem besonderen pädagogischen Freiraum durchgeführt wurden, ohne weiteres flächendeckend und auf Dauer in allen Schulen möglich sind. Vor diesem Hintergrund fand der Beitrag von Herrn D. Zastrow, Werner-von-Siemens-Schule, Mannheim, besondere Beachtung. Am Unterrichtsbeispiel "Ampelsteuerung" wurde demonstriert, wie unter Realbedingungen in einer Berufsschule handlungsorientiert unterrichtet werden kann. Mittels kleiner, leicht überschaubarer Projekte wird die Schülerselbständigkeit systematisch in den Phasen Planen, Durchführen, Kontrollieren und insbesondere Reflektieren bewirkt.

Weitere Beiträge zum Handlungslernen boten Herr Dr. Lübben, Berufsbildende Schule 4, Hannover, mit dem Thema "Protokolle — erkenntnisleitend im Unterricht von Kommunikationselektronikern" sowie Frau P. Nootz, Stiftung Berufliche Bildung, Hamburg, mit dem Thema "Vermittlung von Schlüsselqualifikationen in der Elektrotechnikweiterbildung — am Beispiel der Projektarbeit".

Vertreter der Klöckner Stahl GmbH sowie der Universität Paderborn erläuterten "Kooperative und kontinuierliche Selbstqualifizierung der Ausbilder in der elektrotechnischen Berufsausbildung"; ein Modellversuch, bei dem Ausbilder und Lehrer in regelmäßigen Besprechungen und Seminaren sich weiterqualifizieren und kooperieren.

Eine von Lehrern der Gewerbeschule 10, Hamburg, professionell erstellte Tonbildschau trug den Titel "Vermittlung von Schlüsselqualifikationen am Beispiel 'MG-gesteuerte Elbtunnelüberwachung". Die technische Perfektion bei Gestaltung und Präsentation sowie die Weckung von Emotionen beim Betrachten sollte sowohl für die Unterrichtsarbeit in der Schule motivierend wirken als auch in der Öffentlichkeitsarbeit das aktuelle Selbstverständnis der Berufsschule verdeutlichen.

Die Fachtagung endete mit einer Podiumsdiskussion unter Beteiligung der Herren Prof. Dr. Adolph, Seminarleiter Köln, Dipl.-Ing. Kornmann, Ausbildungsleiter, SEL, Stuttgart, RSchR Schmittner, Oberschulamt Stuttgart, Azubi Jäger, Stuttgart; die Moderation übernahm Herr Dr. Eicker, Vorsitzender der Bundesarbeitsgemeinschaft und Schulleiter, Bremen.

Entsprechend dem Motto der Fachtagung war die Ausgangsfrage für die Diskussion "Wie können die pädagogischen Ziele der Neuordnung in den Ausbildungsbetrieben und in den Berufsschulen realisiert werden?"

Dabei zeigte sich, daß im Bereich der Lehrplanerstellung, Lehrer- und Ausbilderweiterbildung, Schulverwaltung und -organisation sowie der fachdidaktischen Forschung erhebliche Anstrengungen unternommen worden sind. Gleichzeitig wurde deutlich, daß diese Aktivitäten noch keineswegs bis zum Hauptbetroffenen, dem Schüler, durchgedrungen sind; auch die Aussagen des Auszubildenden zeigten, daß die "neue Qualität" des Unterrichts noch keineswegs die Normalform geworden ist.

Gerade im Detail sind noch viele Probleme zu lösen, wie z.B. Lehrerausbildung, Lehrereinsatz, Laborausstattungen, Zusammenarbeit mit den Betrieben, Form und Inhalt der Abschlußprüfungen, Aktualisierung des Wissens-

standes der Lehrer, Definition der Grenze zwischen beruflicher Erst- und Weiterbildung und anderes mehr.

Insgesamt zeigte sich die Fachtagung als ein wichtiger Bestandteil der Berufsbildung im Fachbereich Elektrotechnik. Durch den bundesweiten Vergleich über den aktuellen Stand der schulischen und betrieblichen Berufsbildung ergaben sich für alle Teilnehmer neue Anregungen und Kontakte, die letztlich dem angestrebten Ziel, Neuordnung der Elektroberufe, zugute kommen.

---

Helmut Ulmer ist Landesvertreter der BAG im Saarland.

### Projektgruppe MCA

## Ergebnisse des Modellversuchs "Berufsspezifische Anwendungen der Mikrocomputertechnik im Berufsfeld Elektrotechnik" (MCA Hessen)

Im Modellversuch MCA ist unter Beteiligung von drei hessischen Schulen (Oskar-von-Miller-Schule in Kassel, Gewerbliche Schulen des Lahn-Dill-Kreises in Dillenburg, Heinrich-Emanuel-Merck-Schule in Darmstadt) sowie mehrerer wissenschaftlicher Institute (Institut Technik und Bildung (ITB) an der Universität Bremen, Institut für gewerblich-technische Wissenschaften an der Universität Hamburg, BFZ Essen, Technikerschule Weilburg) ein Ausbildungskonzept für elektrotechnische Berufe entwickelt worden, welches den Stand der Forschung in den Bereichen der Arbeits-, Technik- und Qualifikationsentwicklung aufgenommen und auf die Ebene einer prospektiven schulischen Berufsausbildung transferiert hat.

Die Ergebnisse des Modellversuchs lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

**1. Der Wandel der Facharbeit und die Qualifikationsentwicklung im Berufsfeld Elektrotechnik erfordern ein Ausbildungskonzept, bei dem — im Unterschied zu einer fachsystematischen Orientierung — die handlungsorientierte Bearbeitung von Aufgabenstellungen im Mittelpunkt steht.**

Qualifikationen im Bereich der MC-Anwendungen können nach dem traditionellen Verfahren fachsystematischer Lehre nicht mehr berufs- und praxisrelevant vermittelt werden. Der Grund dafür liegt zum einen in der Komplexität soziotechnischer Arbeitssysteme — das Zusammenwirken unterschiedlicher Verfahren, Technologien und Arbeitssysteme kennzeichnet den systemischen Charakter von rechnergestützter Arbeit und Technik, der im Rahmen fachsystematisch orientierter Ausbildung kaum adäquat zu behandeln ist.

Dies bedeutet zum andern, daß sich arbeitsprozeßbezogene Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten im Rahmen der Elektrotechnikfacharbeit gewandelt haben: Aufgaben im Bereich der MC-Anwendungen sind durch eine Verknüpfung unterschiedlicher Systemebenen der Fabrik gekennzeichnet — Kenntnisse im Bereich technischer Komponenten und Elemente sind damit ebenso angesprochen wie Qualifikationen auf der Ebene von Maschinen und Anla-

gen sowie der gesamtbetrieblichen Organisation von Informations- und Materialflüssen.

Diese komplexen technologischen und arbeitsbezogenen Sachverhalte konnten im Modellversuch MCA über ein Konzept handlungsorientierten Lernens auf die Ebene der Berufsausbildung übersetzt werden. Die entwickelten Aufgabenstellungen repräsentieren nicht nur die genannten technologischen Bezugspunkte. Sie zeigen auch die Möglichkeiten handlungsorientierten Unterrichts, Selbständigkeit und Eigeninitiative der Schüler durch die Beteiligung an der Planung der Aufgabenstellung und Durchführung zu fördern.

Damit ist ein entscheidender Beitrag dazu geleistet worden, Tätigkeiten in sekundären Prozeßbereichen der automatisierten oder rechnergestützten Produktion als Handlungsfelder für industrielle oder handwerkliche Facharbeit zu erhalten. Das vom Modellversuch MCA entwickelte Ausbildungskonzept stützt die Tradition bundesdeutscher Arbeits- und Ausbildungspraxis, in produktionsbegleitenden Tätigkeitsbereichen auf die Kompetenz gut ausgebildeter Facharbeiter zu setzen und hierfür nicht vorrangig — wie in anderen Industriekulturen durchaus üblich — semi-akademisch ausgebildete Fachkräfte einzusetzen.

**2. Die Gestaltungsspielräume für die Entwicklung von Arbeit und Technik werden zunehmend größer — Berufspädagogen und Auszubildende sind herausgefordert, Arbeit und Technik als Moment sozialer Zukunft mitzugestalten.**

Tempo und Qualität technischer Innovationen in der Produktion zeigen überdeutlich, daß der Weg der Anpassungsqualifizierung in eine Sackgasse führt. Vor allem im Bereich der Software-Entwicklung und -Implementation gibt es zunehmend Bestrebungen, benutzerorientierte Gesichtspunkte bei der Technikentwicklung zu berücksichtigen. Aber die Fähigkeit, in Prozessen der Technikgestaltung kompetent zu partizipieren, ist bislang in der beruflichen Bildung kaum gefördert worden.

Der Modellversuch MCA hat hier wesentliche Impulse für eine prospektive Konzeption von Berufsausbildung geliefert. Der aufgabenorientierte Gruppenunterricht hat den Schülern Lern- und Handlungsmöglichkeiten eröffnet, die sowohl Selbständigkeit und Eigeninitiative bei der Bearbeitung von Aufgabenstellungen befördert als auch wichtige Impulse zur Entwicklung eines adäquaten Verständnisses von Arbeit und Technik gegeben haben.

Die Planung, Realisierung, Präsentation, Dokumentation und Bewertung unterschiedlicher technischer Lösungen durch die Schüler kann als ein grund-

gender Schritt in Richtung eines Ausbildungskonzepts gewertet werden, welches Schüler nicht nur zum Begreifen und Handhaben komplexer technischer Systeme befähigt, sondern auch dazu beiträgt, Arbeit und Technik als Moment sozialer Zukunft mitzugestalten.

### **3. Empfehlung: Einrichtung von integrierten Fachräumen!**

Wesentliches Kennzeichen der entwickelten Fachraumkonzeption ist die Herstellung eines begründeten Zusammenhangs zwischen

- Bildungszielen/pädagogischen Leitideen (Mitgestaltung von Arbeit und Technik, Schule und Unterricht),
- technischen Systemebenen (z.B. Gesamtsystemebene, Anlagen-, Komponenten- und Elementenebene),
- Tätigkeitsbereichen realer Facharbeit (z.B. Analyse und Bewertung des Gesamtsystems, Inbetriebnahme, Bedienung, Kontrolle, Fehlersuche, Anpassung von Hard- und Software etc.),
- Handlungskompetenzebenen (berufliche und gesellschaftliche, allgemein fachliche, fachrichtungsspezifische und gegenstandsbezogene Handlungskompetenz)

und den entwickelten Kriterien zur Fachraumgestaltung einschließlich konkreter Vorschläge zur Ausstattung eines integrierten Fachraums. Bemerkenswert an diesem Konzept ist der Versuch, pädagogische und technische Anforderungen an einen integrierten Fachraum — einschließlich eines modularen automatisierten Produktionssystems als Unterrichtsgegenstand — in Einklang zu bringen. Das MCA-Konzept ist im vierten Sachbericht des Modellversuchs detailliert beschrieben (vgl. MCA 1990).

**4. Das Bildungskonzept des Modellversuchs MCA reicht durch die Integration von Qualifizierung und Bildung über das hinaus, was betriebliche Ausbildung prinzipiell leisten kann.**

Die Modellversuchsergebnisse machen deutlich, daß mit dem Nachdenken über die Organisation der dualen Ausbildung auch die alte Arbeitsteilung zwischen Theorie und Praxis zur Disposition steht. Eine solche Aufgabenteilung ist in bezug auf die Teilung der Lehrerarbeit in Theorie- und Praxisunterricht (bzw. Theorie- und Praxislehrer) neu zu durchdenken. Sie ist aber auch für die Lernorte im dualen Ausbildungssystem überholt. Eine solche Arbeitsteilung kann wegen der Notwendigkeit, Theorie und Praxis im Rahmen des Unterrichts zu integrieren, nicht mehr die Grundlage für die Abstimmung zwischen den beiden Lernorten bilden. Zukünftig wird der Aspekt einer projektbezogenen Kooperation und Abstimmung zwischen Betrieb und Schule sicher an Bedeutung gewinnen.

5. Die Ergebnisse des Modellversuchs MCA zeigen, daß Modellversuche ein wichtiges Moment zur Entwicklung von Lehrplänen sein können — und zwar nicht nur zur Ausgestaltung, sondern zur permanenten Weiterentwicklung über die bestehenden Ordnungsmittel hinaus.

Bei dem zeitlichen Zusammentreffen zwischen Lehrplanentwicklung und Modellversuch kam dem Modellversuch exemplarisch die Funktion der formativen Evaluation der Lehrplanentwicklung zu: Die neuen Inhalte und Ziele sowie ihre lehrplanmäßige Organisation konnten fortlaufend vor dem Hintergrund der neuen Unterrichtspraxis, wie sie im Modellversuch zu entwickeln war, reflektiert werden.

Da die Gestaltung von Unterrichtspraxis durch die notwendige Einbeziehung aller didaktischen Variablen einerseits systematisch über die Lehrplanarbeit hinausreicht und andererseits der Lehrplan eine Grundlage der Unterrichtsgestaltung ist, konnte sich hier ein sehr fruchtbares Zusammenspiel ergeben.

Die detaillierte Beschreibung aller Ergebnisse — einschließlich Fachraumkonzeption, modularem Produktionssystem, Evaluationsbericht und Unterrichtsbeispielen — ist im Abschlußbericht des Modellversuchs MCA enthalten. Der Abschlußbericht ist unter folgender Adresse zu beziehen:

Geschäftsstelle MCA  
Oskar-von-Miller-Schule  
Weserstr. 7  
3500 Kassel

*Martin Fischer ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut Technik und Bildung, Universität Bremen.*

## Rezensionen

V. von der Heide/F. J. Hölken: *Steuerungstechnik für Metallberufe*. Dümmier Verlag, Bonn 1990. 4. Auflage. 120 S., DM 19,80

Das Arbeitsbuch enthält Arbeitsblätter für technologische Übungen in den Bereichen Pneumatik, Elektrotechnik, Elektropneumatik und speicherprogrammierbare Steuerungen. Praxisnahe Problemstellungen der Steuerungstechnik werden durch ein Technologieschema, weiteren Informationen und Arbeitsaufträgen zu Aufgabenblättern erweitert. Auf Arbeitsbögen können unvollständige Schalt- oder Funktionspläne durch die Lernenden in Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit vervollständigt bzw. weiterentwickelt und anschließend in die (Labor-)Praxis umgesetzt wie auch erprobt werden. Am Ende eines Kapitels werden grundlegende Hinweise zu der jeweiligen Technik gegeben.

Die Arbeitsblätter sind geräteunabhängig gestaltet und können in Verbindung mit den Komponenten der gängigen Ausbildungsmittelhersteller eingesetzt werden.

Im weiteren gibt es auch einen Lösungsband, in dem methodisch-didaktische Fragen des Fachs Steuerungstechnik thematisiert und lösungs- und geräte-technische Hinweise zu den Aufgaben gegeben werden.

Die Arbeitsblätter können für die Erst-, Fort- und Weiterbildung in Steuerungstechnik im Berufsfeld Metalltechnik in Verbindung mit einem Laborunterricht eingesetzt werden.

*Reiner Schlausch*

Werner Lorbeer/Dietrich Werner: *Wie funktionieren Roboter?* B.G. Teubner, Stuttgart 1987. ISBN 3-519-12531-5, 144 S.

Die Thematik "Industrieroboter" stellt einen Bereich von beträchtlicher Komplexität dar. Mit dem Buch "Wie funktionieren Roboter?" beschränken sich die Verfasser sinnvollerweise auf die Untersuchung und Darstellung von Teilproblemen der Roboter-Physik, -Mathematik und -Informatik.

Nach der Einführung, mit der — in anschaulicher Weise — Prinzipielles zum Einsatz und zur Konstruktion von Robotern erklärt wird, folgt ein zweites Kapitel "Grundprinzipien der Robotersteuerung". Es enthält die Bereiche Mecha-

nik, Koordinationssysteme und Transformation, Roboterbewegung und Steuerungsarten sowie Programmierung.

Im dritten Kapitel werden die Roboterprogrammierung und die Programmiersprachen erklärt, im vierten ein Robotermodell und seine Steuerung dargestellt.

In zwei weiteren Abschnitten befassen sich die Autoren mit "Programmierprojekten für Roboter" sowie dem Leistungsteil und der Steuerelektronik. Mit dem vierten und sechsten Kapitel werden vor allem Hobby-Programmierer angesprochen.

Wer sich davon leiten läßt, daß das Buch besonders im Einführungskapitel z.T. hohen Aufforderungscharakter hat, sehr gut lesbar geschrieben und durch Bilder ansprechend veranschaulicht ist, darf nicht daraus schließen, ebenso leicht das Fachgebiet erfassen zu können. Der Nachvollzug der folgenden Abschnitte setzt erweitertes Grundwissen in Geometrie (Additionstheoreme) voraus, um die gestrafft dargestellten Rechengänge und Ableitungen zu den Transformationen mit Gewinn erfassen zu können.

Verwendet man das Buch als Lehrer zur Information und zur fachlichen Vorbereitung, so können hieraus viele Anregungen für die Unterrichtsarbeit mit Technikern gewonnen werden.

*Jörg-Peter Pahl*

**Udo Bleimann, Dieter Dippel, Günter Turetschek, Klaus W. Wente: Betriebsinformatik. Informationsverarbeitungssysteme in Unternehmen und Verwaltungen. Reihe Hanser Studienbücher, 283 Seiten, 96 Bilder. Carl Hanser Verlag, München 1989. DM 38,-. ISBN 3-446-15639-9**

Das Buch leistet eine verständliche Einführung in die Betriebsinformatik und die Informationsverarbeitungssysteme zur Unterstützung betrieblicher Aufgaben, wie Führung, Planung/Disposition, Organisation, Rechnungsführung, Kontrolle und Auftragsabwicklung.

Besonders interessant für Pädagogen ist die projektorientierte Vorgehensweise der Autoren. Anhand dreier Praxisbeispiele

- Einführung eines computergestützten Materialwirtschaftssystems in einem mittelständischen Industriebetrieb,
- Integration von Einzelfunktionen mit Hilfe eines Bürokommunikationssystems in einer Ingenieursgesellschaft,

- Einführung eines computergestützten Verwaltungssystems in einer Hochschule und
- eines durchgängigen Projektes "Verbesserung der Betriebsstruktur und -abläufe eines Autohauses"

wird dem Leser das Gebiet der Betriebsinformatik erschlossen. Der Prozeßgedanke der Darstellung setzt sich bewußt von dem Großteil sonstiger Veröffentlichungen zum Thema ab, in denen ein eher fachsystematischer Ansatz gewählt wurde.

Das Buch ist trotz des projektorientierten Ansatzes modular aufgebaut und enthält die Teile

- Einführung und Leitfaden,
- Analyse der betrieblichen Ausgangssituation,
- Planung und Konzepterstellung.
- Realisierung,
- Systemeinsatz.

*Ewald Drescher*

### **Mikroprozessoren im Produktionsbetrieb**

#### *Ein Unterrichtsfilm*

Der Film zeigt den Einsatz rechnergestützter Systeme in unterschiedlichen Betriebsabteilungen bei der Herstellung von Motorrädern. Vom Auftragseingang über die Arbeitsvorbereitung, Fertigung, Montage und Qualitätskontrolle bis hin zum Versand werden die eingesetzten Mikroprozessorsysteme in den spezifischen Ausführungsformen vorgestellt. Gezeigt wird der durchgängige Datenverbund aller — z.T. durch ein automatisiertes Transportsystem miteinander verbundener — Betriebsbereiche, der die Lieferzeiten, Auftragsdurchlaufzeiten und Kosten für die Lagerhaltung minimiert und eine "just-in-time" Fertigung ermöglicht.

Die Bereiche Fertigung und Montage werden ausführlich thematisiert. Exemplarisch werden traditionelle Fertigungsverfahren wie z.B. das Schutzgas-schweißen von Hand und das durch einen Roboter automatisierte Schweißen der Motorradrahmen oder die Herstellung von Wellen an einer konventionellen und einer numerisch gesteuerten Drehmaschine gegenübergestellt. In diesem Zusammenhang wird auf das veränderte Qualifikationsprofil der (zukünftigen) Facharbeiter hingewiesen, die diese und andere hochautomatisierten Fertigungseinrichtungen programmieren, bedienen, überwachen, instandhalten und warten.

Aufnahmen aus der Ausbildungswerkstatt verweisen auf eine veränderte Ausbildung in den industriellen Metall- und Elektroberufen, die den zukünftigen Facharbeiter auf die veränderte Anforderungsstruktur hin fachlich und personal qualifizieren soll.

Neben den technischen, ökonomischen und qualifikatorischen Aspekten im Zusammenhang mit einer modernen Produktionsstätte wird auch die Mitgestaltung der Arbeitsorganisation durch qualifizierte Mitarbeiter — nicht nur aus dem Planungs- sondern auch aus dem Produktionsbereich — zum Thema gemacht, da insbesondere moderne Produktionsanlagen für unterschiedliche Formen der Arbeitsorganisation offen sind.

Der Film ist für eine Einführung in die Automatisierungstechnik innerhalb der Erstausbildung in den Berufsfeldern Metall- und Elektrotechnik geeignet.

Der 16 mm-Film, mit einer Laufzeit von 18 Minuten, kann über die Landes-, Kreis- und Stadtbildstelle unter der Signatur 32 120 entliehen oder zum Preis von 550,- DM beim Institut für Film und Bild, Bavaria-Film-Platz 3, 8022 Grünwald, bezogen werden.

*Manfred Hoppe*

### Kompressionsmessung bei Otto- und Dieselmotoren

#### Ein Unterrichtsfilm

Dieser für den Unterricht in Berufsschulen konzipierte Film thematisiert die Kompressionsmessung bei Verbrennungsmotoren. In logischer Reihenfolge und klar gegliedertem Aufbau behandelt der Film alle wesentlichen Aspekte.

Im Mittelpunkt steht die Messung mit einem herkömmlichen Kompressionsdruckschreiber, wobei Aspekte wie "Gerätefunktion", "Auswahlkriterien", "Auswertung" und "Fehlereinkreisung" logisch verknüpft werden mit der praktischen Durchführung der Kompressionsmessung. Darüber hinaus zeigt der Film den Einsatz eines modernen Elektroniktesters zur Kompressionsbeurteilung sowie die Durchführung eines Druckverlusttests. Ein Stück Praxis wird also in die Schule geholt.

Dabei wird vielleicht auch mancher Berufsschullehrer selbst noch Neues dazulernen, wie z.B. die strikte Einhaltung vorgeschriebener Sicherheitsmaßnahmen oder den Einsatz moderner Multitester zur elektronischen Kompressionsmessung.

Am Rande sei angemerkt, daß es eventuell wünschenswert wäre, eine klare Unterscheidung der Messungen bei Otto- und Dieselmotoren vorzunehmen. Mit diesem Film, den mitgelieferten Arbeitsblättern und Informationsmaterialien hat der Lehrer die Möglichkeit, seinen Unterricht medial und inhaltlich zu bereichern.

Bezugsquelle: HATEE-Film, Barbarossaweg 4, D-2123 St. Dionys, Tel. 04133-7406. Preis: DM 95,-, VHS-Kassette inkl. Arbeits-/Infoblätter und OHP-Folie.

*Jörg-Peter Pahl*

## Mitteilungen

### Umweltschutz in der beruflichen Bildung

#### Hauptausschuß des Bundesinstituts für Berufsbildung beschließt:

"1. Um die Belange des Umweltschutzes in der beruflichen Bildung stärker zur Geltung zu bringen, ist dieser in Zukunft bei der Entwicklung von anerkannten Ausbildungsordnungen berufsspezifisch zu berücksichtigen.

Deshalb ist bereits im Antragsgespräch beim zuständigen Fachminister in Form eines eigenständigen neuen Eckwertes "7. Umweltschutz" die Relevanz des Berufes für diesen Sektor darzulegen. Darüber hinaus ist der Katalog der fachlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten für den Beruf um einen Katalog von integrativ zu vermittelnden Umweltschutz-Qualifikationen zu erweitern.

2. Die Bundesregierung wird aufgefordert, zur Realisierung dieses Beschlusses alle notwendigen Schritte einzuleiten."

*BIBB, 7.2.1991*

### Gering Qualifizierte haben wenig Chancen

Köln — Der Arbeitsmarkt für Männer und Frauen mit geringer Qualifikation wird infolge des industriellen Strukturwandels bis zum Jahr 2000 "um gut 40 Prozent schrumpfen". Diese Schätzzahl hat das Institut der deutschen Wirtschaft (IW) in Köln veröffentlicht. "Nur noch jeder fünfte Arbeitsplatz wird sich im Jahr 2000 für Mitarbeiter ohne berufliche Ausbildung eignen", meinte das unternehmerische Institut.

Nach Darstellung des IW braucht die deutsche Wirtschaft eine steigende Zahl von ausgebildeten Mitarbeitern sowie eine durch ständige Weiterbildung erhöhte Qualifikation der Facharbeiter. "Denn bis zur Jahrtausendwende werden für etwa 1,3 Millionen Arbeitnehmer mit betrieblicher Ausbildung neue Arbeitsplätze vor allem in den Bereichen Disposition, Management sowie in Forschung und Technik entstehen". Fast drei Fünftel der Beschäftigten würden dann über eine duale Ausbildung verfügen. Aber auch für Akademiker werde sich der Arbeitsmarkt erweitern — allein im Dienstleistungsbereich um 800.000 zusätzliche Arbeitsplätze.

IDW 1/1991

#### **Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Metalltechnik e.V. gegründet**

Im Dezember 1990 wurde analog zu der bereits bestehenden Bundesarbeitsgemeinschaft Elektrotechnik nun auch ein entsprechender Rahmen für die Metalltechnik in Form der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Metalltechnik e.V. geschaffen. Initiiert wurde diese Vereinsgründung auf der Mitgliederversammlung der Fachgruppe Metalltechnik im Rahmen der Hochschultage Berufliche Bildung am 3. Oktober 1990 in Magdeburg (siehe I & I 21).

Die Bundesarbeitsgemeinschaft stellt sich zur Aufgabe, berufliche Bildungspraxis im Berufsfeld Metalltechnik weiterzuentwickeln. Als Sprachorgan und Diskussionsmedium dient dafür die Zeitschrift "lernen & lehren". Damit wird den Mitgliedern der Bundesarbeitsgemeinschaft ein regelmäßiger Informationsdienst bereitgestellt, der über aktuelle Entwicklungen im Berufsfeld informiert, Materialien für den Unterricht und Ausbildung bereitstellt sowie jeweils ein Schwerpunktthema aus der Metalltechnik, der Elektrotechnik oder berufsfeldübergreifend diskutiert.

Darüber hinaus wird die Bundesarbeitsgemeinschaft Metalltechnik sozusagen als traditionelle Aufgabe im zweijährigen Turnus die Fachtagung Metalltechnik im Rahmen der Hochschultage Berufliche Bildung gestalten sowie im Verlauf der Konstituierung der Arbeitsgemeinschaft zunehmend anfallende Aufgaben zur Weiterentwicklung der Beruflichen Bildungspraxis Metalltechnik übernehmen.

Als Organisationsstruktur wird die dezentrale Einrichtung von Landesverbänden angestrebt. Ansprechpartner sind bereits in Schleswig-Holstein (Manfred Marwede, Bildungsministerium Kiel), Hamburg (Peter Schwartau, Gewerbe-

schule Maschinenbau) und Bremen (Dieter Hasselhof, Schulzentrum Im Holter Feld) vorhanden.

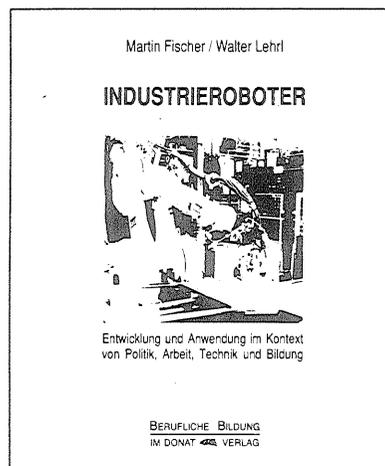
Angesprochen mit der Bundesarbeitsgemeinschaft werden alle in der Berufsbildungspraxis Metalltechnik Tätigen, wie z.B. Lehrer/-innen, Ausbilder/-innen, Hochschullehrer/-innen, Behördenvertreter/-innen.

**Wir bieten Ihnen an, Mitglied in der Bundesarbeitsgemeinschaft Metalltechnik zu werden.** Der Jahresbeitrag beträgt 41,60 DM, darin enthalten ist der Bezug der Zeitschrift "lernen und lehren" (4 Hefte pro Jahr). Gemeinnützigkeit ist beantragt, sodaß der Mitgliedsbeitrag (und damit auch der Bezug der Zeitschrift) für Sie steuerlich absetzbar sein wird.

Eine Beitrittserklärung finden Sie im angehängten Formblatt.

## SCHRIFTENREIHE BERUFLICHE BILDUNG

In der "Schriftenreihe Berufliche Bildung" erscheinen Darstellungen und Abhandlungen, die sich mit dem Wandel von Technik und Facharbeit beschäftigen. Gegenstand der Veröffentlichungen sind die vielfältigen Wechselbeziehungen von Arbeit, Technik und Bildung. Die Schriftenreihe stellt sich den Fragen nach dem Verhältnis von Bildungszielen und Qualifikationsanforderungen, allgemeiner und beruflicher Bildung sowie von Erstausbildung und beruflicher Fort- und Weiterbildung.



Band 11:  
Martin Fischer / Walter Lehl:  
**Industrieroboter**  
248 S., 153 Abb., 28,- DM,  
ISBN 3-924444-53-6

Der Industrieroboter als wesentlicher Baustein flexibler Automatisierung hat nicht nur in die Fabrikhallen Einzug gehalten, sondern auch in die Zentren der Aus- und Weiterbildung. Für die große Zahl derjenigen, die sich mit der Robotertechnik und ihrer Einführung in die industrielle Praxis als Ingenieure, Arbeitsgestalter, Lehrer und Ausbilder, aber auch als betriebliche Entscheidungsträger und Betriebsräte befassen, ist aktuelles Zusammenhangs- und Überblickswissen unverzichtbar. Der vorliegende Band, der über 150 Abbildungen enthält, schließt diese Lücke in vorzüglicher Weise.



Band 12:  
Felix Rauner / Herbert Zeymer:  
**Auto und Beruf**  
193 S., 84 Abb., 24,80 DM,  
ISBN 3-924444-54-4

"Auto und Beruf" geht u.a. folgenden Fragen nach: Wie verkräftet das Kfz-Handwerk den ihm auferlegten technischen Wandel? Ist die klassische Kfz-Werkstatt in der Fehlerdiagnose noch der hochkomplexen Technik gewachsen? Ist die berufliche Erstausbildung im Kfz-Handwerk überflüssig geworden? Stellen Expertensysteme und Selbstdiagnose einen Ausweg dar? Und: Haben sich die Kundendienstschulen der Kfz-Hersteller etwa zur eigentlichen "Berufsschule" entwickelt? Wie oft muß ein Kfz-Handwerker "seinen" Beruf neu erlernen? Antworten werden gegeben, die selbst Fachleute noch überraschen.

## SCHRIFTENREIHE BERUFLICHE BILDUNG

Die Schriftenreihe befaßt sich mit der berufsförmigen Organisation von Arbeit als vermittelnder Größe zwischen Technik und Bildung und als Bezugspunkt für die Gestaltung beruflicher Bildungsinhalte. Sie setzt sich mit unbewältigten Themen der Berufspädagogik auseinander und möchte den notwendigen Dialog zwischen Berufspädagogen aus Wissenschaft und Praxis fördern. Die Präsentation ist anschaulich und erfolgt in einer nicht nur für Fachleute lesbaren Sprache.

### Bisher erschienen:

Band 1:  
Heinz-H. Erbe / Manfred Hoppe (Hrsg.)

**Berufliche Grundbildung und Probleme des Übergangs in die Fachstufe Metalltechnik**  
112 S., 15,-DM (vergriffen)

Band 2:  
Wolf Martin / Felix Rauner (Hrsg.)

**Mikroelektronik und berufliche Qualifikation**  
122 S., 15,- DM (vergriffen)

Band 3:  
Gottfried Adolph  
**Fachtheorie Verstehen**  
139 S., 15,- DM (vergriffen)

Band 4:  
Projektgruppe  
Handlungslernen (Hrsg.)  
**Handlungslernen**  
251 S., 15,- DM (vergriffen)

Band 5: Manfred Hoppe / Heinz H. Erbe (Hrsg.)  
**Neue Qualifikationen – Alte Berufe?**  
235 S., 15,- DM

Band 6:  
Wolf Martin / Felix Rauner (Hrsg.)  
**Mikroelektronik in der Berufsbildungspraxis**  
175 S., 15,- DM

Band 7:  
Manfred Hoppe / Heinz H. Erbe (Hrsg.)  
**Rechnergestützte Facharbeit**  
282 S., 15,- DM

Band 8:  
Wolfhard Horn (Hrsg.)  
**Elektrotechnik und Bildung**  
218 S., 15,- DM

Band 9:  
Jörg-Peter Pahl / Heinz-Dieter Schulz (Hrsg.)  
**Lernen nach der Neuordnung**  
272 S., 15,- DM

Band 10:  
Felix Rauner (Hrsg.)  
**CAD: Wandel der Konstruktionsarbeit und Berufsbildung**  
248 S., 40 Abb., 28,- DM

Band 11:  
Martin Fischer / Walter Lehl  
**Industrieroboter**  
248 S., 153 Abb., 28,- DM

Band 12:  
Felix Rauner / Herbert Zeymer  
**Auto und Beruf**  
193 S., 84 Abb., ca. 24,80 DM

# SCHRIFTENREIHE BERUFLICHE BILDUNG

## In Vorbereitung:



Jutta Schwarzkopf: **Frauen lernen Mikrocomputertechnik** (= Schriftenreihe Berufliche Bildung, Bd.13)  
Frauenspezifische Einführungen in die Computertechnik gelten vielen als Lösung der Beschäftigungsprobleme von Frauen. Welche Wege begangen werden, damit solche Kurse zum Erfolg führen, und welche grundsätzlichen Probleme mit einem frauenspezifischen Zugang zur Computertechnik verbunden sind, beleuchtet dieses Buch anhand internationaler Beispiele und theoretischer Erörterungen.

Hiermit bestelle ich fest:

- Band 11: Martin Fischer / Walter Lehl: Industrieroboter  
248 S., 152 Abb., 28,- DM, ISBN 3-924444-53-6
- Band 12: Felix Rauner / Herbert Zeymer: Auto und Beruf  
193 S., 84 Abb., 24,80 DM, ISBN 3-924444-54-4
- Band 13: Jutta Schwarzkopf (Hrsg.): Frauen lernen Mikrocomputertechnik  
ISBN 3-924444-55-2
- Band

Zu beziehen durch jede Buchhandlung oder direkt beim  
DONAT VERLAG  
Brandenweg 6  
D-2800 Bremen 33

Name: \_\_\_\_\_  
Straße: \_\_\_\_\_  
PLZ/Ort: \_\_\_\_\_  
Datum: \_\_\_\_\_  
Unterschrift: \_\_\_\_\_

## Beitrittserklärung

Ich bitte um Aufnahme in die Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Metalltechnik e.V. Es entsteht mir damit ein Jahresbeitrag von DM 36,-(einschließlich der Bezugskosten für die Zeitschrift 'lernen & lehren' plus der Versandkosten für die Zeitschrift von z. Zt. 5,60 DM, insgesamt also ein Betrag von z. Zt. 41,60 DM.) Den Gesamtbetrag überweise ich auf das Konto der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Metalltechnik e.V., Konto Nr. 1 626 258 bei der Sparkasse in Bremen (BLZ 290 501 01).

Name: . . . . . Vorname: . . . . .  
Anschrift: . . . . .  
Datum: \_\_\_\_\_ Unterschrift: . . . . .

## Ermächtigung zum Einzug des Beitrags mittels Lastschrift:

Hiermit ermächtige ich die Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Metalltechnik e.V. widerruflich, den von mir zu zahlenden Beitrag einschließlich der Bezugskosten für die Zeitschrift 'lernen & lehren' plus der Versandkosten für die Zeitschrift bei Fälligkeit zu Lasten meines Girokontos mittels Lastschrift einzuziehen.

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: . . . . .

Absenden an: Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Metalltechnik e.V., Geschäftsstelle: Schulzentrum Im Holter Feld, Im Holter Feld 24, 2800 Bremen 44

**Bestellung**

(Bitte deutlich schreiben)

Ich möchte die Reihe 'lernen & lehren' beziehen. Der Bezugspreis für vier Hefte beträgt DM 43,60 incl. Verpackung und Versand (von z.Zt.) DM 5,60.

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

**Bestellung**

Ich bestelle das Einzelheft Nr.: \_\_\_\_\_ zum Preis von DM 11,- incl. Verpackung und Versand (von z.Zt.) DM 1,-

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

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

Anschrift:.....

**Garantie:** Diese Bestellung kann innerhalb von 10 Tagen schriftlich beim Donat Verlag widerrufen werden. Zur Wahrung der Widerrufsfrist genügt die Absendung innerhalb dieser 10 Tage (Poststempel). Die Kenntnisnahme dieses Hinweises wird durch die nachfolgende Unterschrift bestätigt.

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

Absenden an: Donat Verlag, Brandenweg 6, 2800 Bremen 33

**Beitrittserklärung**

(Bitte deutlich schreiben)

Ich bitte um Aufnahme in die Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik e.V. Es entsteht mir ein Jahresbeitrag von z.Zt. 41,60 DM. Darin enthalten ist der Bezug der Zeitschrift 'lernen & lehren'. Den Gesamtbetrag überweise ich auf das Konto der Bundesarbeitsgemeinschaft e.V., Konto-Nr. 103 8314 bei der Sparkasse in Bremen (BLZ 290 501 01).

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

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

Anschrift:.....

**Garantie:** Diese Beitrittserklärung kann innerhalb von 10 Tagen schriftlich bei der Bundesarbeitsgemeinschaft für Elektrotechnik e.V. widerrufen werden. Zur Wahrung der Widerrufsfrist genügt die Absendung innerhalb dieser 10 Tage (Poststempel). Die Kenntnisnahme dieses Hinweises wird durch die nachfolgende Unterschrift bestätigt:

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

**Einzugsermächtigung**

Hiermit ermächtige ich die Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in den Fachrichtung Elektrotechnik e.V., den jeweils fälligen Jahresbeitrag von meinem Konto einzuziehen.

Konto-Nr.: ..... Sparkasse/Bank: .....

BLZ: .....

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

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

Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik e.V., Geschäftsstelle, Berufsschule für Elektrotechnik, An der Weserbahn 4-5, 2800 Bremen 1

**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 38,-

**(4 Hefte) zuzügl. Versandkosten (Einzelheft DM 10,-)**

---

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:

- 8: Facharbeit und Ausbildung
- 11: Eine Berufsschule in München
- 12: Kunst für Elektrotechniker
- 13: Berufsbildung in der „Dritten Welt“
- 15: Automation in der Produktion
- 16: Neuordnung im Handwerk
- 18: Grundbildung
- 19: Schlüsselqualifikationen
- 20: Berufsbildung in der DDR

---

Von den Abonnenten der Zeitschrift „lernen & lehren“ haben sich allein über 500 in der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik e. V. zusammengeschlossen.

Auch Sie können Mitglied in der Bundesarbeitsgemeinschaft werden. Sie erhalten dann „lernen & lehren“ **zum ermäßigten Bezugspreis.**

Mit dem beigefügten Bestellschein können Sie „lernen & lehren“ bestellen und Mitglied der Bundesarbeitsgemeinschaft werden.



Donat Verlag, Brandenweg 6, 2800 Bremen 33  
Telefon (0421) 27 48 86