
lehren & lernen

Berufsfeld Elektrotechnik

BundesArbeitsGemeinschaft für Berufsbildung
in der Fachrichtung Elektrotechnik

Facharbeit: Blick
über die Grenzen

u.a.:

Fachlehrgang Microcomputer

Neue Technologien und Facharbeit

8

lehren & lernen Berufsfeld Elektrotechnik

BundesArbeitsGemeinschaft für Berufsbildung
in der Fachrichtung Elektrotechnik

Impressum lehren & lernen

lehren & lernen erscheint vierteljährlich in Zusammenarbeit mit der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufspädagogik der Fachrichtung Elektrotechnik in der Bundesarbeitsgemeinschaft Hochschultage BERUFLICHE BILDUNG.

Herausgeber: Gottfried Adolph, Friedhelm Eicker, Detlef Gronwald, Felix Rauner

Redaktion: Jörg Henschen

Verantwortlich für dieses Heft: Friedhelm Eicker

Redaktionsadresse: Universität Bremen
Fachbereich 11
z. Hd. Jörg Henschen
Tel. 0421 - 218 2430
Postfach 33 04 40
2800 Bremen 33

Alle schriftlichen Beiträge und Leserbriefe bitte an die obenstehende Adresse.

Herstellung: Wolfgang Schiesches

Vertrieb: Universität Bremen
Druckschriftenlager
Herrn K. Dossow / Tel. 0421 - 218 2769
Postfach 33 04 40
2800 Bremen 33

Bei Vertriebsfragen (z. B. Adressenänderungen) den Schriftwechsel bitte stets an das Druckschriftenlager, unter Angabe Ihrer Versandnummer, richten.

Vertriebsnummer: ZE 24 (wichtig bei Nachbestellungen)

Unkostenbeitrag: Mitglieder der Bundesarbeitsgemeinschaft erhalten lehren & lernen zum ermäßigten Bezugspreis von DM 32,- für 4 Hefte (incl. Verpackung und Versand)
Nichtmitglieder zahlen DM 8,- pro Heft, hinzu kommen die Kosten für Verpackung und Versand.

Bremen 1986

ISSN 0176-0157

Facharbeit: Blick
über die Grenzen

u.a.:

Fachlehrgang Microcomputer

Neue Technologien und Facharbeit

8

	<u>Seite</u>
<u>In diesem Heft</u>	
Editorial	5
- Thema und Aufbau von Heft 8	
Unterricht und Ausbildung	
- Unterrichtsbeispiele in Digitaltechnik Wilhelm Koch	8
- Fachlehrgang Mikrocomputer. Aus- und Weiterbildung am Heinz-Piest-Institut Hans-Jobst Siedler	31
Forum	
- Flexibilisierung der Produktion. Arbeitszeit, Arbeitsplätze, Aus- und Weiterbildung. Wolfgang Coy	42
- Werkstatt oder Arbeitsvorbereitung? Programmierung von CNC-Werkzeugma- schinen. Henning Genschow	51
- Überlegungen zu einer Technik-Didaktik Aufgezeigt am Beispiel der neuen Tech- nologie "CNC-Werkzeugmaschine". Pahl/Vermehr	67
Berichte	
- Innovation und Qualifikation. Neue Technologien und Facharbeit in der Maschinen- und Elektrobaubauindustrie. Balmer/Gonon/Straumann	86
Kurzrezension	
- Rechnergestützte Facharbeit Manfred Hoppe/Heinz Erbe	94

	<u>Seite</u>
Mitteilungen der Bundesarbeitsge- meinschaft	
Bericht über die Veranstaltungen und die Mitgliederversammlung der Bundesarbeits- gemeinschaft bei den 'Hochschultagen Be- rufliche Bildung' in Essen.	97
Neue Sprecher und Landesvertreter	99
Autorenverzeichnis	101
Redaktioneller Hinweis	102

Im Betrieb der Zukunft kann die Facharbeit an alle Elektriker weitergreifende und höhere Anforderungen stellen. Begünstigt durch die Mikroelektronik wird die Elektrotechnik wahrscheinlich immer mehr die klassischen Techniksektoren durchdringen. Beispielsweise kann die Wartung und Instandhaltung flexibler automatisierter Fertigungssysteme ein wesentlicher Inhalt der zukünftigen Elektro-Facharbeit sein. Dieses gilt sicherlich nicht nur für den neuen "Industrieelektroniker". Vermutlich werden zukünftig alle Elektriker über mehr fachliche Kenntnisse aus vielen Disziplinen verfügen müssen (des Maschinenbaus, der Informatik, der Betriebswissenschaft ...), mit Rechnern umgehen müssen usw. Aufgeworfen sind damit die Fragen: Wie wird sich die Elektro-Facharbeit im einzelnen entwickeln? Wie sieht eine Ausbildung aus, die für eine kompetente Elektro-Facharbeit qualifiziert? Wie reagieren Handwerk und Industrie auf die prognostizierte Entwicklung? Usw.

Der Schwerpunkt des Heftes ist im Forum zu finden. Hier wird ein Blick über die Grenzen geworfen, hin auf jene Arbeitsbereiche, mit denen der Elektriker in Zukunft konfrontiert sein wird, z. B. mit der Installation, Wartung, Reparatur usw. einer CNC-Maschine.

In der Rubrik Ausbildung und Unterricht beschreibt Wilhelm Koch Unterrichtsbeispiele in Digitaltechnik, die sich nicht durch die übliche Fachsystematik, sondern durch Problemorientierung auszeichnen. Ausnahmsweise übersteigt dieser Beitrag die übliche Länge, damit die Vorgehensweise verständlich bleibt.

Hans-Jobst Siedler stellt den vom Heinz-Piast-Institut für Handwerkstechnik entwickelten Lehrgang "Mikrocomputer" vor.

Im Forum wird in der gebotenen Breite das Schwerpunktthema diskutiert:

Wolfgang Coy thematisiert Anforderungen neuer Technologien an die berufliche Bildung und Weiterbildung an den Beispielen CNC-Werkzeugmaschinen, Industrieroboter und Flexible Fertigung.

Henning Genschow nimmt die aktuelle Diskussion über "Werkstattprogrammierung contra AV-Programmierung" zum Anlaß, über zukünftige CNC-Werkzeugmaschinen und Roboterkonzepte nachzudenken.

Jörg-Peter Pahl und Bernd Vermehr diskutieren didaktische Ansätze zur Qualifikationsentwicklung im Zusammenhang mit neuen Technologien und stellen ein eigenes Konzept vor.

In der Rubrik Berichte wird auf eine Schweizer Untersuchung hingewiesen, in der die Betroffenheit von Arbeitern durch neue Technologien thematisiert ist. In der Kurzrezension wird das Buch "Rechnergestützte Facharbeit", herausgegeben von Heinz Erbe und Manfred Hoppe, vorgestellt.

In den Mitteilungen berichtet W. Horn über die Veranstaltungen und die Mitgliederversammlung der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufspädagogen der Fachrichtung Elektrotechnik auf den Hochschultagen Berufliche Bildung in Essen.

Unterricht und Ausbildung

Wilhelm Koch

Anstatt "Längs des Systems": Technisch-konstruktives Handeln

- Unterrichtsbeispiele in Digitaltechnik -

Erstmal die Grundlagen beherrschen - dann kommt das Interessante. Nach dieser weit verbreiteten Methode wird schon seit Jahrhunderten Unterricht gemacht - und die Lehrer wundern sich, daß die Schüler so wenig motiviert sind. Wilhelm Koch beschreibt in seinen Unterrichtsbeispielen einen anderen, keineswegs neuen Weg. Anstelle eines sonst üblichen fachsystematischen Aufbaus, der zum Lernen "auf Vorrat" führt, geht Koch von einer konkreten Problemsituation aus (Ausfallanzeige von Lüftungsmotoren in einem Straßentunnel) und erarbeitet mit seinen Schülern Schritt für Schritt die Lösung. Sein Ziel ist es dabei, intelligentes technisches Handeln zum strukturierenden Prinzip der Lernorganisation zu machen. (Red.)

Ansprüche an einen doppelqualifizierenden Lehrgang in digitaler Steuerungstechnik

Den Zielen einer Kollegschule entsprechend sind unsere Lehrgänge in Digitaltechnik doppelqualifizierend angelegt. Sie sollen einerseits eine solide berufliche Handlungskompetenz vermitteln und andererseits eine allgemeine Studierfähigkeit bewirken.

Sucht man nach curricularen Vorgaben für die Konstruktion solcher Lehrgänge, so fällt zunächst auf, daß veröffentlichte Lehrgänge in Digitaltechnik durchweg fachsystematisch aufgebaut sind. Sie beginnen meist mit der Darstellung der Zahlensysteme, behandeln die verschiedenen Codes, brechen diese Inhalte abrupt ab und gehen zur Darstellung der Grundverknüpfungen und ihrer Erweiterungen über. Die logischen Schaltzeichen und Schaltpläne und die Stromlaufpläne werden durch entsprechende Wahrheitstabellen und schaltalgebraische Gleichungen ergänzt. Auf die Systematik der Verknüpfungs-

glieder folgt dann die Systematik der Kippstufen. Daran schließen sich Halb- und Volladdierer an, usw. Häufig erscheinen ausführliche Analysen von Schaltungen in ganz spezieller Technik. Sie sind wegen ihrer speziellen Technik meist bei Drucklegung nicht mehr aktuell.

In solch fachsystematisch strukturierten Lehrgängen beginnt man, wie im traditionellen Mathematik- oder Physikunterricht der allgemeinbildenden Schulen, von Anfang an "auf Vorrat" zu lernen. Man erfährt nach dem Prinzip vom (scheinbar) Einfachen zum (scheinbar) Schwierigen sehr viel von dem, was es alles gibt, aber kaum etwas davon, wozu das gut ist, und gar nichts davon, aus welchen konkreten technischen Problemstellungen heraus das alles genau so, wie es ist, entstanden ist. Man erfährt viele Einzelheiten - aufzählend, begriffssystematisch geordnet -, erfährt aber nicht, welche Bedeutung das jeweilig isolierte Einzelelement im Gesamtsystem technischer Problemlösungen hat.

Aber konkrete Technik realisiert sich als problemorientiertes Handeln in komplexen Zusammenhängen. In diesem Handeln sind aufzählende Ordnungen (wie z. B. Arten und Unterarten von Dioden, Transistoren ect.) relativ bedeutungslos. Als Ergebnis von Erfahrungen sind solche Ordnungen wichtig - als curriculares Ordnungsprinzip sind sie wertlos. Das Lernen "auf Vorrat" vergeudet wegen seiner relativen Wirkungslosigkeit im Hinblick auf das Erreichen einer intelligenten Handlungskompetenz Zeit und Energie (Martin Wagenschein hat in vielen Veröffentlichungen das immer wieder aufgezeigt).

Intelligente technische Handlungskompetenz stützt sich auf die Fähigkeit zum systematischen analytischen Denken. Eine technische Handlung beginnt - wenn es keine automatisierte Routinehandlung ist - mit einer Problemsituation. Ob ein Fehler in einer Anlage oder einem Gerät auftritt oder ob eine konkrete Aufgabe zu erfüllen ist, stets beginnt das analytische Denken mit dem Erfassen einer Problemsituation und dem Ziel der exakten Problemformulierung. Je genauer das

Problem definiert ist, umso sachgerechter können die Lösungsversuche sein, die im nächsten Schritt des Denkens hypothetisch erarbeitet werden. In dieser Phase geht das zunächst intuitive Denken in das sich systematischer Ordnungsmittel bedienende Denken über.

Das eben Gesagte kann am Beispiel der Fehlerbeseitigung oder einer konkreten Aufgabenstellung verdeutlicht werden. Tritt an einem Gerät zum Beispiel ein Fehler auf, so beginnt das Denken mit der Frage: Welcher Fehler ist das und unter welchen Bedingungen tritt er auf? Im nächsten Schritt folgt eine Vermutung: Wenn unter dieser Bedingung dieser Fehler auftritt, dann müßte dieses Teil dafür verantwortlich sein. Diese Vermutung muß geprüft werden. Dazu benötigt man ... Oder, wenn gefordert wird, daß der Ausfall eines Motors an einer bestimmten Stelle angezeigt wird, beginnt das Denken mit der Frage: Was genau soll angezeigt werden? Der Ausfall der Betriebsspannung? Das Ansprechen der Schutzeinrichtung? Das Auflösen des Geräteschalters? Oder das mechanische Stillstehen des Motors? Wenn das hinreichend geklärt ist, entsteht im Denken allmählich der Stromlaufplan ...

In beiden Beispielen ergibt sich als nächster Denkschritt das Abfragen der "vorhandenen Technik" nach der Bereitstellung der geforderten Mittel.

Im Fehlerfall: Womit kann geprüft werden, ob ...

Im Aufgabenfall: Gibt es Schalter, die ansprechen, wenn ein Motor stillsteht? Wie funktionieren sie? Gibt es Alternativen, usw.?

Wenn im Unterricht eine intelligente Handlungskompetenz bewirkt werden soll, dann muß intelligentes technisches Handeln zum strukturierenden Prinzip der Lernorganisation werden.

Übertragen wir das bisher Gesagte auf den Bereich der digitalen Steuerung, und streben wir hier als Qualifikation an, daß der Lernende am Ende des Lehrganges fähig ist, für real gestellte Probleme intelligente, d. h. sach- und bedingungs-

gerechte Lösungen zu finden, dann ergibt sich folgendes Handlungs- und Entscheidungsfeld, in dem sich die einzelnen Unterrichtseinheiten mit je wechselnden Schwerpunkten bewegen müssen.

1. Systemplanung

1.1. Analyse des gestellten Problems Formulierung des Problems

1.2. Festlegung der Systemorganisation (Darstellung im Blockdiagramm)

- zentrale oder dezentrale Steuerung
- größerer Aufwand auf der Hard- ("IC-Grab") oder Softwareseite
- festverdrahtete Steuerung
- speicherprogrammierbare Steuerung
- Steuerung durch Mikroprozessoren

1.3. Aufteilung der Anlage in einzelne Teile

1.4. Festlegung der Randbedingungen

1.5. Erstellung der Gerätespezifikation

1.6. Aufbau und Organisation der Geräte (Darstellung im Blockschaltbild)

- Aufbau und Adressierung der Befehle
- Datensicherung
- Funktionsprüfung

2. Geräteentwicklung

2.1. Funktioneller Schaltungsentwurf

- intuitive Entwicklung
- systematische Entwurfsverfahren
 - o Flußdiagramm
 - o Karnaugh-Veitsch Diagramm
 - o Schaltalgebra
 - o Impulsdiagramm
- Funktioneller Entwurf von Verknüpfungsschaltungen
- Funktioneller Entwurf von Folgeschaltungen

2.2. Umsetzung des Logikplans in den elektrischen Schaltplan

- Grundsaltungen, Übergangsschaltungen
- Bauelementeeigenschaften
- Störeinflüsse (extern + intern)
- Maßnahmen zur Störsicherheit
- dynamische Probleme (max. Taktfrequenz, Laufzeit, etc.)

2.3. Mechanischer Aufbau der Geräte

- Anordnung der steckbaren Einheiten im Baugruppenträger bzw. der einzelnen Baugruppen bei einem Einplatinengerät
- Umsetzung des elektrischen Schaltplans in den Bau-schaltplan

2.4. Erstellung von Verdrahtungsunterlagen

- Busprinzip
- Lötverbindungen, Wrapverbindungen, Quetschverbindungen

3. Inbetriebnahme und Prüfung von Prototypen

- Prüfgeräte
- Prüfprogramme

Erstes Unterrichtsbeispiel:

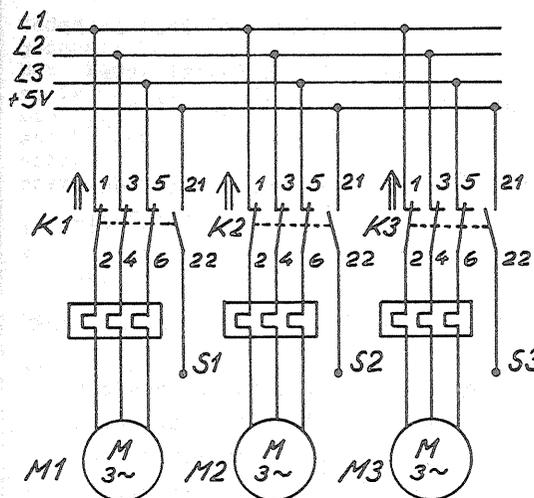
Systematische Analyse einer Aufgabensituation

In der ersten Unterrichtseinheit soll für den Lernenden aus der Schwierigkeit einer Problemanalyse der produktive Wert der systematischen Analysemittel: Funktionstabelle, Schaltalgebra und Flußdiagramm erfahrbar werden. Gleichzeitig sollen sich die Schüler diese Analysemittel in ihrer eigenen "Binnenstruktur" aneignen.

Da alle Schüler eine abgeschlossene Ausbildung in einem Elektroberuf haben, können sie folgende Aufgabenstellung bewältigen:

Straßentunnel müssen mit Frischluft versorgt werden. Fallen die Lüftermotoren aus, so entsteht wegen des giftigen Kohlenmonoxydgases eine unmittelbare Gefahr. (Kohlenmonoxyd ist mit den Sinnen nicht wahrnehmbar!) Die effektive Überwachung der Lüftermotoren ist also notwendig.

Gegeben sei eine Anlage mit 3 Lüftermotoren.



Der Betriebszustand eines jeden Motors wird durch je einen Schalter gemeldet. Fällt ein Motor aus, so gibt der zugehörige Schalter das Signal 1 (+5 V): S1, S2, S3.

Sie sollen nun für jede der folgenden Bedingungen je eine Lösung finden.

Durch eine Blinkleuchte (H1) wird Alarm gegeben,

1. wenn ein Motor ausfällt,
2. nur wenn zwei Motoren ausfallen,
3. immer wenn zwei Motoren ausfallen.

Stellen Sie Ihre Lösungen entweder als Funktionsplan mit logischen Symbolen oder als Stromlaufplan mit elektrotechnischen Symbolen (Relais-technik) dar.

Didaktischer Kommentar:

Schwierigkeiten ergeben sich in der Analyse der Schaltbedingungen. Das entspricht technischer Realität. Bevor eine Lösung versucht wird, müssen die Bedingungen exakt definiert werden. (Was trifft denn nun genau: Alarm wird gegeben, wenn ein Motor ausfällt? Heißt das auch, wenn 2 oder alle Motoren ausfallen?) Ergebnis dieser ersten Phase: Wir

benötigen exakte Darstellungsmittel, die eindeutig erkennen lassen, bei welcher Bedingung die Störmeldung erfolgen soll.

Die Schüler erhalten die Information, daß die Funktionstabelle ein solches Instrument ist, durch das Informationsblatt 1 (S. 15).

Die sinnvollen Ordnungskriterien der Funktionstabelle können Anlaß sein, die Schüler über das Zahlensystem der Dualzahlen zu informieren.

Lösung der Teilaufgabe: Funktionstabelle

Die Aufgabe auf dem Informationsblatt wird zunächst von den Schülern begonnen. Aus Unklarheiten und Widersprüchen ergibt sich ein Unterrichtsgespräch. Der Lehrer begibt sich dabei in die Rolle dessen, der die Lüfteranlage (als Nicht-Fachmann für Elektronik) in Auftrag gibt. Die Schüler übernehmen den Part des Entwicklers, dessen schwierigste Aufgabe es in der Realität immer ist, zunächst einmal abzuklären, was der "Kunde" überhaupt will.

Ergebnis des Unterrichtsgesprächs ist die exakte Festlegung des Kundenauftrages in der Tabelle, z.B.:

Bedingung: 1. 2. 3.

Zeile	S1	S2	S3	H1	H1	H1
0	0	0	0			
1	0	0	1	1		
2	0	1	0	1		
3	0	1	1		1	1
4	1	0	0	1		
5	1	0	1		1	1
6	1	1	0		1	1
7	1	1	1			1

Digitaltechnik	Systematische Entwurfshilfsmittel <u>Funktionstabelle</u>	Inform.blatt Blatt: 1
----------------	--	--------------------------

Information:

Jedes schaltungstechnische Problem kann "intuitiv", d.h. durch gedankliches Durchspielen einzelner Möglichkeiten, gelöst werden. Bei komplexen Schaltungen übersieht man bei dieser Vorgehensweise leicht eine Möglichkeit bzw. schätzt eine falsch ein. Die Funktionstabelle (Wahrheitstabelle, Wahrheitstafel) hilft solche Fehler zu vermeiden. Die Funktionstabelle stellt die Übersetzung der verbal formulierten Problemstellung in ein einheitliches Schema dar; sie erfüllt zwei Funktionen:

1. Sie erfaßt alle denkbaren Kombinationen der Eingangsvariablen
2. Sie legt die meist verbal gestellte Aufgabenstellung eindeutig fest.

Wesentliche Merkmale

1. Die Zeilen der Funktionstabelle stellen keine logische Abfolge der Schritte dar, sondern sie zählen lediglich alle denkbaren Eingangskombinationen auf; und zwar unabhängig davon, ob die einzelnen Kombinationen für die gestellte Aufgabe einen Sinn geben oder nicht.
2. Es ist zwar nicht notwendig, aber sehr sinnvoll, die einzelnen Zeilen der Funktionstabelle entsprechend dem Dualcode zu ordnen: die letzte Variable ändert sich jedesmal, die vorletzte jedes zweite Mal, die drittletzte jedes vierte Mal, u.s.w., siehe unten. Man kann dann sehr leicht kontrollieren, ob man eine Möglichkeit ausgelassen hat.

Aufgabe:

Erstellen Sie zu den drei Bedingungen der Lüftersteuerung (S.26) die Funktionstabelle.

Bedingungen 1 2 3

Zeile	S1	S2	S3	H1	H1	H1
0	0	0	0			
1	0	0	1			
2	0	1	0			
3	0	1	1			
4	1	0	0			
5	1	0	1			
6	1	1	0			
7	1	1	1			

Die nächsten Schwierigkeiten ergeben sich bei der Umsetzung des in der Tabelle beschriebenen Sachverhaltes in reale Technik. Wie geht man am besten vor? Kann man geeignete Schaltungsmaßnahmen durch geschicktes Kombinieren aus der Funktionstabelle "herauslesen"? Diese intuitive Lösung führt sicher bei einfachen und übersichtlichen Strukturen schnell zum Ziel, setzt aber einige Erfahrung voraus. Diese Methode bietet eine gute Trainingsmöglichkeit, Strukturen zu erkennen, ohne sich von Beginn an einem "blinden" Algorithmus zu unterziehen. Bei mangelnder Erfahrung und bei komplexeren Strukturen führt dieser Weg aber nicht weiter. Ergebnis dieser zweiten Phase: Wir benötigen Hilfsmittel, die auch bei komplexen Verknüpfungsbedingungen eine Umsetzung der in der Funktionstabelle beschriebenen Sachverhalte in die Funktionsgleichung ermöglichen.

Die Schüler erhalten über das Informationsblatt 2 (S.17) die Information, daß die Schaltalgebra Mittel zur systematischen Umwandlung anbietet.

Lösung der Teilaufgabe: Funktionsgleichungen:

Bedingung 1: $H1 = (\overline{S1} \wedge \overline{S2} \wedge S3) \vee (\overline{S1} \wedge S2 \wedge \overline{S3}) \vee (S1 \wedge \overline{S2} \wedge \overline{S3})$

Bedingung 2: $H1 = (\overline{S1} \wedge S2 \wedge S3) \vee (S1 \wedge \overline{S2} \wedge S3) \vee (S1 \wedge S2 \wedge \overline{S3})$

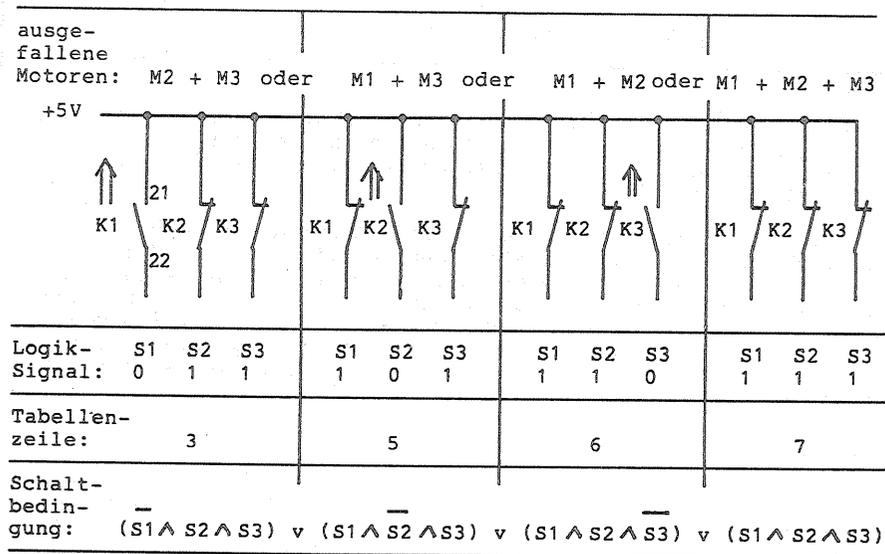
Bedingung 3: $H1 = (\overline{S1} \wedge S2 \wedge S3) \vee (S1 \wedge \overline{S2} \wedge S3) \vee (S1 \wedge S2 \wedge \overline{S3}) \vee (S1 \wedge S2 \wedge S3)$

Didaktischer Kommentar

Nachdem die Schüler (mit Hilfe des Lehrers) ein erstes Verständnis des Booleschen Formalismus gewonnen haben, wird die Bedingung 3 als eine technisch vernünftige Lösung favorisiert.

Ihre technische Realisierung wird jetzt weiter verfolgt. Dazu muß die Schaltsituation noch einmal klargestellt werden. Im Fehlerfall soll H1 bei folgenden Motorschutz - Schaltzuständen betätigt werden:

Digitaltechnik	Systematische Entwurfshilfsmittel: Funktionsgleichung in "Disjunktiver Normalform"	Inform.blatt Blatt: 2						
<p><u>Information:</u> Die Problemstellung ist in die Funktionstabelle "übersetzt", d.h. die logische Verknüpfung zwischen allen Eingangsvariablen (z.B. S1, S2, S3) einerseits und der Ausgangsvariablen (H1) andererseits ist vollständig erfaßt.</p> <p>Zum Entwurf der zugehörigen Schaltung muß nun der in der Tabelle beschriebene Sachverhalt in eine faßbare mathematische Form, eine Boolesche Gleichung, umgeformt werden. Hierfür gibt es zwei Möglichkeiten: das Aufstellen der disjunktiven und der konjunktiven Normalform. In den folgenden Übungen wird - um Verwirrungen zu vermeiden - nur mit der disjunktiven Normalform gearbeitet. Alle Gesetzmäßigkeiten lassen sich später leicht auf die konjunktive Normalform übertragen.</p> <p><u>Disjunktive Normalform</u></p> <p>Bei der disjunktiven Normalform werden alle Eingangsvariablen (X1, X2, ..., Xn) mit "und" verknüpft, bei deren Kombination die Ausgangsvariable f(X1, X2, ..., Xn) den Wert "1" annimmt. Man nennt die einzelnen "und- Verknüpfungen" auch Minterme.</p> <p><u>Das bedeutet für die Vorgehensweise zur Aufstellung der Funktionsgleichung:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Es werden nur die Zeilen der Funktionstabelle betrachtet, in der die Ausgangsvariable (Schaltfunktion) den logischen Wert "1" annimmt. 2. Alle Eingangsvariablen dieser Zeile, sowohl die negierten als auch die nicht negierten, werden undmäßig verknüpft (Vollkonjunktionen, weil alle Eingangsvariablen vorhanden sind). 3. Alle unter 2. erfaßten Vollkonjunktionen werden odermäßig (Disjunktion) verknüpft. <p><u>Operationszeichen:</u></p> <table border="0"> <tr> <td>1. Und - Verknüpfung (Konjunktion)</td> <td>$c1 = a \wedge b$</td> </tr> <tr> <td>2. Oder - Verknüpfung (Disjunktion)</td> <td>$c2 = a \vee b$</td> </tr> <tr> <td>3. Negation (Inversion)</td> <td>$c3 = \overline{a}$</td> </tr> </table> <p><u>Aufgaben</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vervollständigen Sie die zu Bedingung 1 der Lüftersteuerung (Informationsblatt 1) begonnene disjunktive Normalform der Funktionsgleichung: $H1 = (\overline{S1} \wedge \overline{S2} \wedge S3) \vee$ 2. Stellen Sie jeweils für die Bedingungen 2 und 3 der Lüftersteuerung die Funktionsgleichung in disjunktiver Normalform auf. 			1. Und - Verknüpfung (Konjunktion)	$c1 = a \wedge b$	2. Oder - Verknüpfung (Disjunktion)	$c2 = a \vee b$	3. Negation (Inversion)	$c3 = \overline{a}$
1. Und - Verknüpfung (Konjunktion)	$c1 = a \wedge b$							
2. Oder - Verknüpfung (Disjunktion)	$c2 = a \vee b$							
3. Negation (Inversion)	$c3 = \overline{a}$							



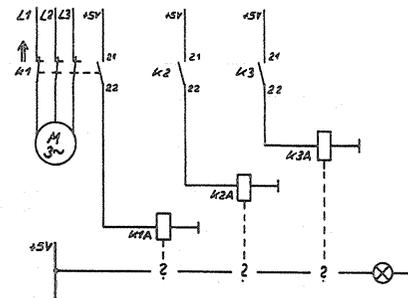
Aus zwei Gründen wird an dieser Stelle eine Lösung in Relais-technik bevorzugt:

1. Die Schüler beherrschen die Relais-technik so, daß sie die Aufgabe bewältigen können;
2. Die Lösung kann mit Hilfe eines Kontaktplanes erarbeitet werden.

Die Arbeit mit dem Kontaktplan ist für die Lernenden sehr wichtig. In ihm vergegenständlicht sich gewissermaßen die Logik der Booleschen Algorithmen. Vor dem Einschleifen formaler und "blinder" Formalismen, ohne die später kein systematischer Schaltungsentwurf möglich ist, wird der Lernende zunächst eine ihn befriedigende Durchschaubarkeit seines "mathematischen Hantierens" gewinnen.

Lösung der Teilaufgabe: Schaltungsentwurf mittels Relais-technik.

Konkret stellt sich die Aufgabe, für die einzelnen Schaltbedingungen je eine Relaisschaltung zu finden, die zum Alarm, d. h. zum Leuchten der Lampe H1 führt:



Entsprechend den 4 verschiedenen Schaltbedingungen, die zum Alarm führen, müßte jedes der 3 Relais K1A - K3A einen Kontaktsatz mit 4 Kontakten haben.

Didaktischer Kommentar

Bei der Konkretisierung der Schaltung mittels Relais-technik wird ein Problem besonders deutlich, das unabhängig von der Art der zu verwendenden Bauteile beim Übergang vom logischen Plan zum elektrischen Stromlaufplan auftritt: das Zuordnungsproblem zwischen den logischen Signalen S1 - S3 und den zugehörigen Relaiskontakten, deren Schaltzustände das Leuchten der Signallampe H1 bewirken.

Den logischen Signalen S1 - S3 können die beiden Zustände

S1 = 1: es liegt eine Spannung von + 5 V an

S1 = 0: es liegt keine Spannung an

zugeordnet werden.

Was bedeutet das aber für ein Relais?

- Relais angezogen: ja/nein?
- Arbeitskontakt betätigt: ja/nein?
- Ruhekontakt betätigt: ja/nein?

Das Beziehungsproblem muß mit den Schülern ausführlich diskutiert werden.

Während die endgültige Steuerschaltung - wie in der Technik üblich - jeweils für den Ruhezustand, d. h. für den Nicht-Alarmzustand gezeichnet wird, wird im folgenden zur Verdeutlichung des Problems zunächst jeweils der Arbeitszustand, d. h. der eingeschaltete Alarmzustand, dargestellt.

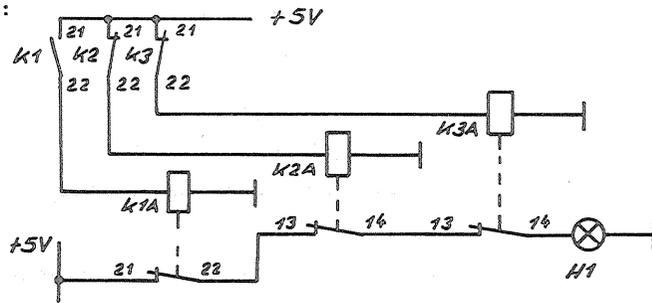
Schaltbedingung:

1. $\overline{S1} \wedge S2 \wedge S3$

M2 und M3
ausgefallen:

Schließer:

Öffner:



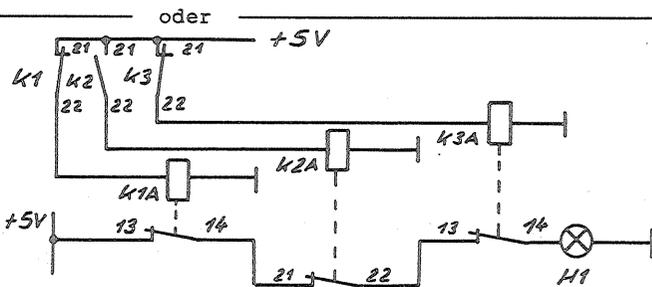
S1: S1 = 0 S2: S2 = 1 S3: S3 = 1
K1A = 0 K2A = 1 K3A = 1

2. $S1 \wedge \overline{S2} \wedge S3$

M1 und M3
ausgefallen:

Schließer:

Öffner:



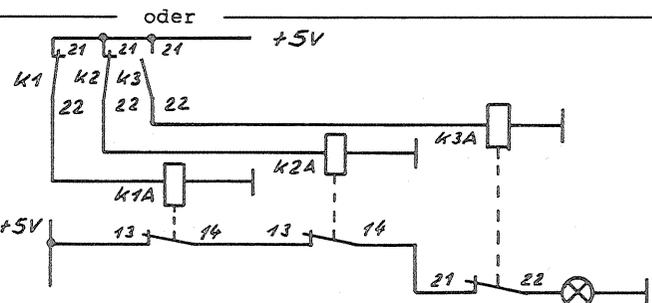
S1: S1 = 1 S2: S2 = 0 S3: S3 = 1
K1A = 1 K2A = 0 K3A = 1

3. $S1 \wedge S2 \wedge \overline{S3}$

M1 und M2
ausgefallen:

Schließer:

Öffner:



S1: S1 = 1 S2: S2 = 1 S3: S3 = 0
K1A = 1 K2A = 1 K3A = 0

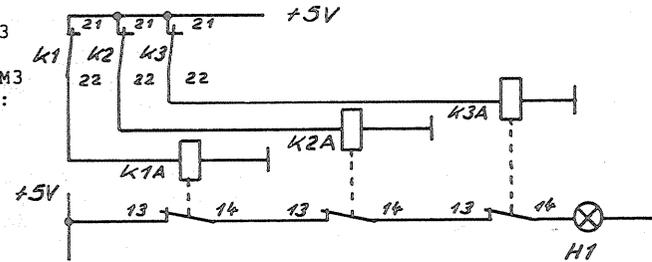
oder

4. $S1 \wedge S2 \wedge S3$

M1, M2, und M3
ausgefallen:

Schließer:

Öffner:



S1: S1 = 1 S2: S2 = 1 S3: S3 = 1
K1A = 1 K2A = 1 K3A = 1

Die Schaltungen zeigen folgende Zuordnungen:

Motor ausgefallen: $\rightarrow S1 = 1 \rightarrow K1A = 1$ (Relais angezogen)

Motor in Betrieb: $\rightarrow S1 = 0 \rightarrow K1A = 0$ (Relais abgefallen)

Wegen der besseren Vergleichbarkeit mit der Funktionstabelle und den weiteren Teillösungen mit IC's werden im folgenden die Kontakte weiterhin mit dem Variablen Namen S1 - S3 bezeichnet.

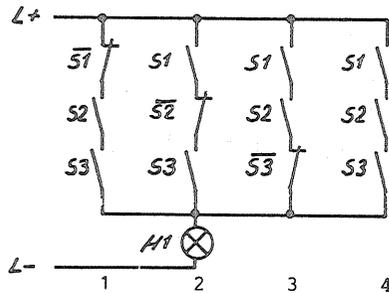
Damit gelten folgende Festlegungen:

Eine Steuerschaltung wird stets für den Ruhezustand, d. h. den nicht betätigten Zustand, gezeichnet. Das bedeutet in positiver Logik:

1. Wird einer Variablen der Wert "1" zugewiesen ($S = 1$), dann wird das symbolisch durch einen Arbeitskontakt (Schließer) dargestellt.
2. Wird einer Variablen der Wert "0" zugewiesen ($S = 0$), dann wird das symbolisch durch einen Ruhekontakt (Öffner) dargestellt.

Anhand der Funktionstabelle bzw. der Funktionsgleichung ergibt sich für Bedingung 3 folgender Kontaktplan:

Bild 1:



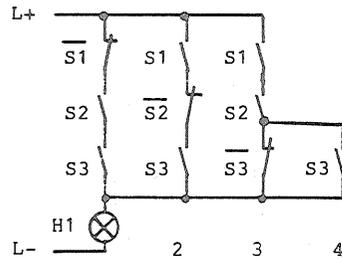
1. Vereinfachung:

Zusammenfassung von S1 u. S2 in Strompfad 3 u. 4

Man erkennt auf den ersten Blick, daß die beiden Reihenschaltungen von S1 und S2 in den Strompfaden 3 und 4 identisch sind, sie können durch eine ersetzt werden.

Strompfade

Bild 2:

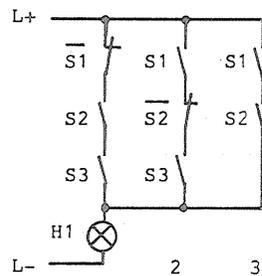


2. Vereinfachung:

Zusammenfassung von S3 u. S3 in Strompfad 3 u. 4

Die Parallelschaltung des Schließers S3 mit dem Öffner S3 kann durch eine Drahtbrücke ersetzt werden, da diese Bedingung immer erfüllt ist.

Bild 3:

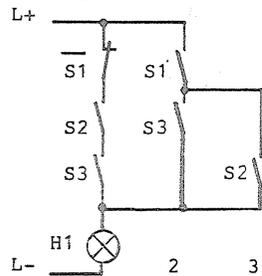


3. Vereinfachung:

Elimination von S2-bar in Strompfad 2

Vergleicht man die Strompfade 2 und 3 miteinander, erkennt man, daß, wenn S1 und S2 betätigt sind, die Bedingung erfüllt ist, aber auch dann, wenn S1 und S3 betätigt sind; der Kontakt S2-bar in Strompfad 2 hat keine Bedeutung.

Bild 4:

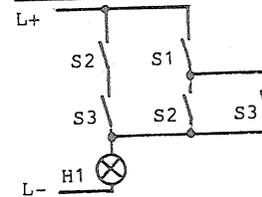


4. Vereinfachung:

Elimination von S1 in Strompfad 1

Wenn S1 und zugleich einer der anderen Kontakte S2 oder S3 betätigt ist, ist die Bedingung erfüllt; wenn aber S1 nicht betätigt ist, zugleich aber S2 und S3 betätigt sind, ist die Schaltbedingung auch erfüllt. Der Kontakt S1 im Strompfad 1 hat daher keine Bedeutung, er kann entfallen.

Bild 5:



Als endgültige Schaltung ergibt sich:

Statt ursprünglich 12 Kontakten werden nur 5 benötigt.

Didaktischer Kommentar

Die Vereinfachungen wurden intuitiv aufgrund struktureller Betrachtungen durchgeführt. Jeder Schritt ist anhand des Kontaktplanes "einsichtig" nachvollziehbar. Das gleiche Ergebnis liefern auch die formalen Verfahren, allerdings nicht auf der "einsichtigen Ebene". Der Kontaktplan der Relais-technik ist allerdings nur dann sinnvoll im Unterricht einzusetzen, wenn die Schüler aufgrund ihrer Berufsausbildung über Kenntnisse der Relais- und Schütztechnik verfügen.

Lösung mittels Flußdiagrammtechnik

Ein etwas formaleres - aber im Hinblick auf die Durchschaubarkeit des Handelns sehr wirksames - Instrument ist das aus der Datentechnik bekannte Flußdiagramm. Es ist sicher ungewöhnlich, dieses Instrument zur Analyse und Entwicklung digitaler Systeme einzusetzen. In meiner Erfahrung als Entwicklungsingenieur und später als Lehrer hat es sich aber als ein sehr brauchbares Instrument erwiesen.

Mit Hilfe dieser Technik läßt sich jedes Schaltungsproblem erfassen, beschreiben und in einer festgefügt Struktur darstellen, vergleichbar mit dem Schienen- und Weichennetz einer Bahn; für jede logische Kombination der Funktionstabelle läßt sich ein eindeutig festlegbarer "Weg" im Flußdiagramm aufzeigen.

Die Grundinformationen erhalten die Schüler wieder über Informationsblätter 3, 4, 5 (S. 25 - 27).

Die Vereinfachungsschritte werden im folgenden mit denen der Relais-technik von den vorhergehenden Seiten verglichen:

1. und 2. Vereinfachung

Zusammenfassung von S1, S2 sowie S3, $\overline{S3}$ in Zeilen 6 u. 7 der Funktionstabelle:

Beide Vereinfachungen ergeben sich hier zwangsläufig durch die überflüssige Abfrage S3 (Blatt 4).

3. Vereinfachung

Elimination von S2 in Zeile 5 der Funktionstabelle: In dem vereinfachten Flußdiagramm (Blatt 5) führen drei verschiedene "Wege" zu dem Alarmsignal H1 = 1:

- 1. Weg S1: ja und S2: ja =: $S1 \wedge S2$
- 2. Weg S1: ja und S2: nein und S3: ja =: $S1 \wedge \overline{S2} \wedge S3$
- 3. Weg S1: nein und S2: ja und S3: ja =: $\overline{S1} \wedge S2 \wedge S3$

Der 1. und 2. "Weg" haben die Abfrage S1 gemeinsam, sie lassen sich zusammenfassen: $S1 \wedge ((S2 \vee (\overline{S2} \wedge S3)))$. Auch hier kann man aufgrund der Struktur erkennen, entweder $S1 \wedge S2$ oder $S1 \wedge S3$ führt zum Ziel; die Variable $\overline{S2}$ hat keine Bedeutung.

4. Vereinfachung

Elimination von S1 in Zeile 3 der Funktionstabelle: Entsprechend der Vereinfachung im Kontaktplan (vorhergehende Seite) erkennt man auch anhand der Struktur des Flußdiagramms die folgende Vereinfachung: Die "Wege" 1 und 2 sagen, wenn $S1 = 1$ und zugleich entweder $S2 = 1$ oder $S3 = 1$ ist, ist die Alarmbedingung erfüllt, wenn aber $S1 = 0$, dann ist die Bedingung auch erfüllt, wenn $S2 = 1$ und zugleich $S3 = 1$ ist; auch hier erkennt man, die Variable S1 ist ohne Bedeutung. Es ergibt sich damit folgende vereinfachte Funktionsgleichung:

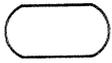
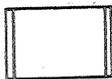
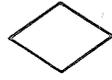
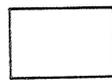
$$H1 = (S1 \wedge S2) \vee (S1 \wedge S3) \vee (S2 \wedge S3) =$$

$$S1 \wedge (S2 \vee S3) \vee (S2 \wedge S3) = (S1 \wedge (S2 \vee S3))$$

Digitaltechnik	Systematische Entwurfshilfsmittel <u>Flußdiagramm</u>	Inform.blatt Blatt 3
----------------	--	-------------------------

Information

Das aus der Datenverarbeitung bekannte Flußdiagramm kann als systematisches Vereinfachungshilfsmittel genutzt werden. Dabei haben sich folgende Symbole bei der Entwicklung digitaler Systeme als zweckmäßig erwiesen:

	Grenzstelle Beginn / Ende		Unterprogramm
	Eingabe Ausgabe		Entscheidung
	allgemeine Operation		Übergangsstelle

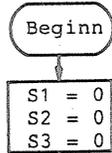
Funktionen des Flußdiagramms

1. Es dient als Vereinfachungshilfsmittel
2. Es gestattet die geschlossene Beschreibung eines digitalen Systems, und zwar eines Systems, das sowohl Verknüpfungsschaltungen als auch Speicher- und Folgeschaltungen (Zähler, etc.) enthält.

Wesentliche Merkmale des Flußdiagramms

1. In dem Flußdiagramm werden nur logische aber keine zeitlichen Folgen dargestellt.
2. Das, was sich ereignet, wird jeweils in ein Operationskästchen geschrieben, z.B. ein Schalter wird geschlossen ($S = 1$), ein Signal liegt an ($A = 1$), eine Signallampe leuchtet ($H = 1$). Jedes Operationskästchen hat nur einen Ausgang.
3. In den Entscheidungsrauten wird nur abgefragt, ob z.B. ein Schalter geschlossen ist oder ein Signal anliegt. Jede Raute hat zwei Ausgänge (ja /nein); jeder Ausgang muß belegt werden. Dadurch ergeben sich, falls keine Grenzstelle erreicht wird, in sich geschlossene Schleifen.
4. Jedes in sich geschlossene Diagramm kann man vergleichen mit einem Weichennetzwerk bei einer Bahn. In Abhängigkeit von den gestellten Weichen nimmt der Zug seinen Weg. Entsprechend kann man das Flußdiagramm aufgrund der eingetretenen Signale in Gedanken solange auf einer geschlossenen Schleife immer wieder durchlaufen - das bedeutet, der momentane Zustand der Schaltung bleibt bestehen, - bis eine Änderung bei den Eingangssignalen erfolgt.

Prinzipielle Vorgehensweise beim Entwurf eines Flußdiagramms
am Beispiel der Lüftersteuerung, Bedingung 3:



Zunächst ist es sinnvoll, die Anfangsbedingungen festzulegen.

Wenn alle Ventilatoren in Betrieb sind, leuchtet die Kontrolllampe H1 nicht.

Eine Änderung kann erst eintreten, wenn sich eine Eingangsvariable ändert, d.h. wenn ein Signal S1 oder S2 oder S3 oder auch mehrere zugleich anliegen. Solange würde man in Gedanken an dieser Stelle des Flußdiagramms anhalten.

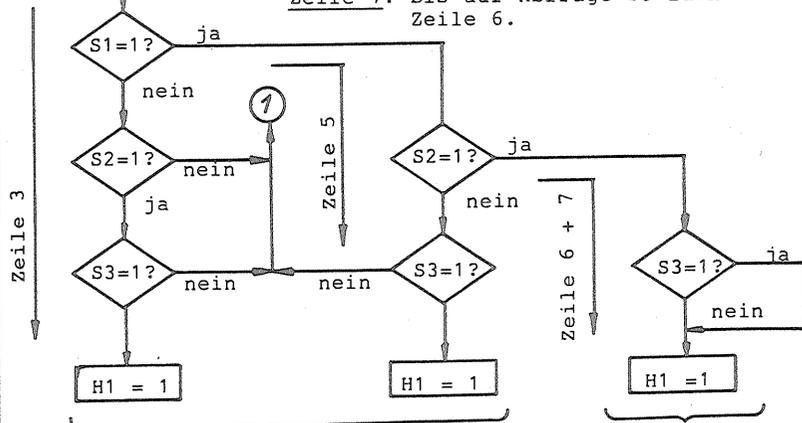
Sobald sich eine Eingangsvariable oder mehrere ändern, werden die Signale in Gedanken abgefragt. Am besten geht man jetzt zeilenweise entsprechend der Funktionstabelle vor, und zwar nimmt man nur die Zeilen, in denen die Ausgangsvariable gleich "1" ist. Bei Anschluß aller ja/nein - Entscheidungen ergeben sich dann die anderen Zeilen zwangsläufig.

Zeile 3: Es gibt Alarm, wenn S1=0 und zugleich S2=1 und S3=1 ist.

Zeile 5: Es gibt auch Alarm, wenn S1=1 und zugleich S2=0 und S3=1 ist.

Zeile 6: Es gibt auch Alarm, wenn S1=1 und zugleich S2=1 und S3=0 ist.

Zeile 7: Bis auf Abfrage S3 identisch mit Zeile 6.



Beide Abfragen (S3=1) führen sowohl beim ja- als auch beim nein- Ausgang zum selben Ergebnis; sie können in einer Abfrage zusammengefaßt werden.

Da sowohl der ja- als auch der nein- Ausgang zum Alarm führt, ist die Abfrage überflüssig.

Das Flußdiagramm zeigt zwei Vereinfachungsmöglichkeiten:

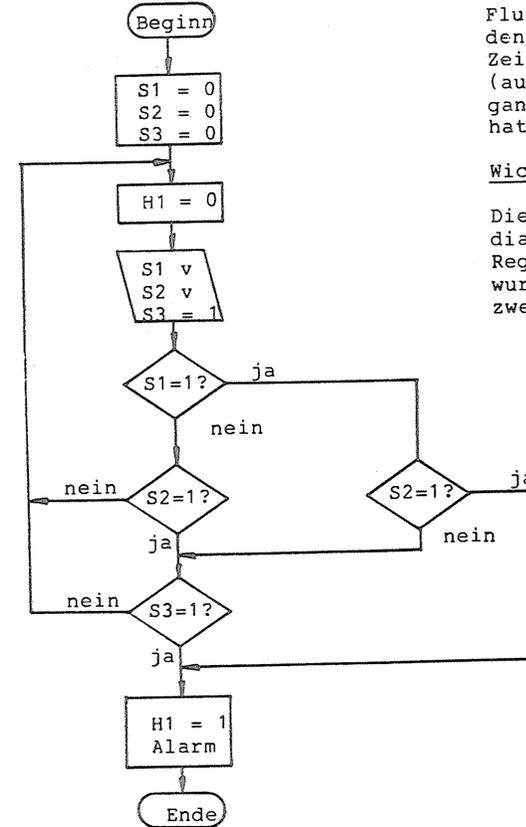
1. Überflüssige Abfragen

Die Abfrage S3 bei den Zeilen 6 und 7 ist überflüssig; in diesem einfachen Beispiel ist das auch direkt aus der Funktionstabelle ersichtlich.

2. Doppeltgenutzte Abfragen

Die Zeilen 3 und 5 führen beide zu der gleichen Abfrage S3, d.h. sowohl beide ja- als auch beide nein- Aussagen führen jeweils zum selben Ergebnis. (Vorsicht, wenn weitere Abfragen folgen!) Beide Abfragen können zu einer zusammengefaßt werden.

Vereinfachtes Flußdiagramm



Überprüfung des Flußdiagramms

Nach Fertigstellung kann das Flußdiagramm überprüft werden, indem man Zeile für Zeile der Funktionstabelle (auch die, in denen die Ausgangsvariable den Wert "0" hat) durchspielt.

Wichtiger Hinweis

Die kürzeste Form des Flußdiagramms ergibt sich in der Regel nicht beim ersten Entwurf. Also nicht direkt verzweifeln!

Lösung mittels Schaltalgebra

Nachdem anhand des Kontaktplanes und des Flußdiagramms anschaulich geklärt ist, welche Vereinfachungen bei der 3. Bedingung vorgenommen werden können, wird die formale Lösung eingeführt. Es gilt, die disjunktive Normalform der 3. Bedingung mit Hilfe der Gesetze der Schaltalgebra zu vereinfachen:

$$H1 = (\overline{S1} \wedge S2 \wedge S3) \vee (S1 \wedge \overline{S2} \wedge S3) \vee (S1 \wedge S2 \wedge \overline{S3}) \vee (S1 \wedge S2 \wedge S3)$$

Die einzelnen Vereinfachungsschritte werden zunächst analog zu denen der Relaisschaltung vorgenommen. Dieser Weg ist zwar umständlicher, hilft jedoch dem Schüler, wie bereits erwähnt, sein "mathematisches Hantieren" zu durchschauen. Die 4 Konjunktionen der Funktionsgleichung entsprechen in der Reihenfolge den 4 Strompfaden der Relaisschaltung.

1. Vereinfachung

Zusammenfassung der Variablen S1 und S2 in der 3. und 4. Konjunktion: Ein Vergleich mit der Relaisschaltung (Bild 1, S. 12) zeigt, entsprechend der Reihenschaltung der Kontakte S1 und S2 in den Strompfaden 3 und 4 können die Variablen S1 und S2 der beiden letzten Konjunktionen ausgeklammert werden:

$$(S1 \wedge S2 \wedge \overline{S3}) \vee (S1 \wedge S2 \wedge S3) = (S1 \wedge S2) \wedge (S3 \vee \overline{S3}) \quad \text{Distributivgesetz}$$

Die sich ergebende Funktionsgleichung

$$H1 = (\overline{S1} \wedge S2 \wedge S3) \vee (S1 \wedge \overline{S2} \wedge S3) \vee ((S1 \wedge S2) \wedge (S3 \vee \overline{S3}))$$

entspricht dem Kontaktplan nach Bild 2.

2. Vereinfachung

Zusammenfassung der Variablen S3 und $\overline{S3}$: Bei der Parallelschaltung eines Öffners mit einem Schließer ist die Schaltbedingung immer erfüllt:

$$S3 \vee \overline{S3} = 1$$

Komplementgesetz

Die bisher vereinfachte Funktionsgleichung $H1 = (\overline{S1} \wedge S2 \wedge S3) \vee (S1 \wedge \overline{S2} \wedge S3) \vee (S1 \wedge S2)$ entspricht dem Kontaktplan nach Bild 3.

3. Vereinfachung

Elimination der Variablen S2. Die den beiden letzten Konjunktionen gemeinsame Variable S1 wird ausgeklammert.

$$\begin{aligned} H1 &= (\overline{S1} \wedge S2 \wedge S3) \vee (S1 \wedge \overline{S2} \wedge S3) \vee (S1 \wedge S2) && \text{Distributivgesetz} \\ &= (\overline{S1} \wedge S2 \wedge S3) \vee (S1 \wedge ((\overline{S2} \wedge S3) \vee S2)) \\ &= (\overline{S1} \wedge S2 \wedge S3) \vee (S1 \wedge ((\overline{S2} \vee S2) \wedge (S2 \vee S3))) && \text{Komplementgesetz} \\ &= (\overline{S1} \wedge S2 \wedge S3) \vee (S1 \wedge (S2 \vee S3)) \end{aligned}$$

Die sich ergebende Funktionsgleichung entspricht dem Kontaktplan nach Bild 4:

$$H1 = (\overline{S1} \wedge S2 \wedge S3) \vee (S1 \wedge (S2 \vee S3))$$

4. Vereinfachung

Elimination der Variablen S1:

$$\begin{aligned} H1 &= (\overline{S1} \wedge S2 \wedge S3) \vee (S1 \wedge (S2 \vee S3)) && \text{Distributivgesetz} \\ &= (\overline{S1} \vee S1) \wedge (S2 \vee S1) \wedge (S3 \vee S1) \wedge (S2 \vee S3) && \text{Komplementgesetz} \\ &= (S2 \vee S1) \wedge (S3 \vee S1) \wedge (S2 \vee S3) \\ &= (S1 \vee (S2 \wedge S3)) \wedge (S2 \vee S3) && \text{Distributivgesetz} \\ &= (S1 \wedge (S2 \vee S3)) \vee (S2 \wedge S3 \wedge (S2 \vee S3)) && \text{Absorptionsgesetz} \\ &= (S1 \wedge (S2 \vee S3)) \vee (S2 \wedge S3) \end{aligned}$$

Diese Funktionsgleichung entspricht dem Kontaktplan nach Bild 5.

Bei konsequenter Anwendung der Gesetze der Schaltalgebra ergibt sich diese vereinfachte Version, ausgehend von der

disjunktiven Normalform nach wenigen Umformungen:

$$H1 = (\overline{S1} \wedge S2 \wedge S3) \vee (S1 \wedge \overline{S2} \wedge S3) \vee (S1 \wedge S2 \wedge \overline{S3}) \vee (S1 \wedge S2 \wedge S3)$$

Term: 1 2 3 4

Bei der Anwendung des Distributivgesetzes wird der Term 4 mehrfach verwendet (Erweiterung durch gleiche Terme):

$$H1 = ((S2 \wedge S3) \wedge (\overline{S1} \vee S1)) \vee ((S1 \wedge S3) \wedge (\overline{S2} \vee S2)) \vee ((S1 \wedge S2) \wedge (\overline{S3} \vee S3))$$

Terme: 1 und 4 2 und 4 3 und 4

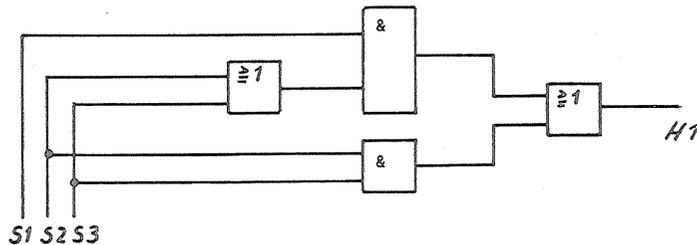
$$H1 = (S2 \wedge S3) \vee (S1 \wedge S3) \vee (S1 \wedge S2)$$

Distributivgesetz

$$H1 = (S2 \wedge S3) \vee (S1 \wedge (S2 \vee S3))$$

Teillösung: Funktionsschaltung

Die vereinfachte Funktionsgleichung führt zu folgender Funktionsschaltung, die in ihrer Struktur der Relaischaltung (Bild 5, S.22) entspricht:



Hans-Jobst Siedler

Der Fachlehrgang "Mikrocomputer"

- Aus- und Weiterbildung am Heinz-Piest-Institut -

Die stürmische Entwicklung der Elektronik in den letzten Jahren bedeutet nicht nur eine Herausforderung für die schulische Berufsbildung, sondern auch für außerschulische, überbetriebliche Aus- und Weiterbildungsstätten, in denen Gesellen, Facharbeiter, Meister und Techniker geschult werden. Der Vorteil solcher Einrichtungen liegt sicherlich in der engen Verzahnung der Ausbildungsinhalte mit den Anforderungen der beruflichen Praxis. Zum Problem kann diese Orientierung allerdings werden, wenn die betrieblichen Erfordernisse zum alleinigen Kriterium für die Entwicklung entsprechender Lehrpläne werden. Wie außerschulische Ausbildungsstätten arbeiten, das soll der folgende Aufsatz an einem konkreten Beispiel illustrieren. (Red.)

Rückblick

Eine der Grundaufgaben des Heinz-Piest-Instituts besteht darin, kleine und mittlere Unternehmen bei der Anpassung an die technische Entwicklung zu unterstützen. Aus dieser Aufgabenstellung heraus ergab sich für das HPI zwangsläufig auch eine Tätigkeit im Bereich der Elektronik. Ausgangspunkt für die Aktivitäten auf dem Gebiet der Elektronikschulung war die Erkenntnis, daß es sich bei der Elektronik um eine überbetriebliche Technik handelt. Sie muß daher artgemäß in die verschiedensten Berufe integriert werden. Dieses kann mit der erforderlichen Flexibilität und in vertretbarer Zeit nur auf dem Wege einer systematischen beruflichen Fortbildung geschehen.

Bereits 1964 veröffentlichte das Heinz-Piest-Institut erste Vorschläge für ein einheitliches, auf die berufliche Praxis ausgerichtetes Elektronik-Schulungsprogramm. 1968 war eine Überarbeitung der Lehrpläne notwendig, um sie der kontinu-

ierlichen Weiterentwicklung anzupassen. Auf der Basis dieses Schulungsprogramms erfolgte im Jahre 1969 die Einführung des Elektronikpasses als einheitliche Teilnahme- und Prüfungsbescheinigung. Das HPI übernahm gleichzeitig die Funktion einer Leitstelle für die bundeseinheitliche, praxisorientierte Elektronikschulung und erarbeitete Richtlinien für die Durchführung der Lehrgänge, die erforderliche technische Ausstattung der Schulungsstätten, die einheitlichen Prüfungen zum Abschluß der Lehrgänge, die Ausgabe des Elektronik-Passes und die Anerkennung von Elektronik-Schulungsstätten.

Anfang 1972 erfolgte eine weitere Anpassung der Lehrpläne an die technische Entwicklung. Die neuesten Bauelemente und Schaltungen der damaligen Entwicklung wurden in das Schulungsprogramm aufgenommen.

Das neue Schulungsprogramm

Eine immer stärkere Miniaturisierung und die Massenfertigung komplexer Bausteine kennzeichnen die stürmische Entwicklung der Elektronik seit den 70er Jahren. Damit ergaben sich aber auch gravierende Folgen für das Elektronik-Schulungsprogramm des HPI. Integrierte Schaltungen mit 100, 1000 oder 10.000 und mehr Funktionseinheiten können in klassischer Weise durch die Beschreibung des Zusammenwirkens von Widerständen, Kondensatoren und Transistoren nicht mehr erfaßt werden. Neue Verfahren wie die Betrachtung einer geschlossenen Wirkungseinheit - auch "Black Box" genannt - sind erforderlich. Verbunden mit dieser Entwicklung ist aber auch das Umorientieren einer ganzen Technikergeneration.

Im Jahre 1977 hat das HPI daher begonnen, diese Erkenntnisse umzusetzen und das bisherige Schulungsprogramm an die neuesten technischen Entwicklungen anzupassen.

Bild 1 zeigt den Aufbau des neuen Schulungsprogramms des HPI.

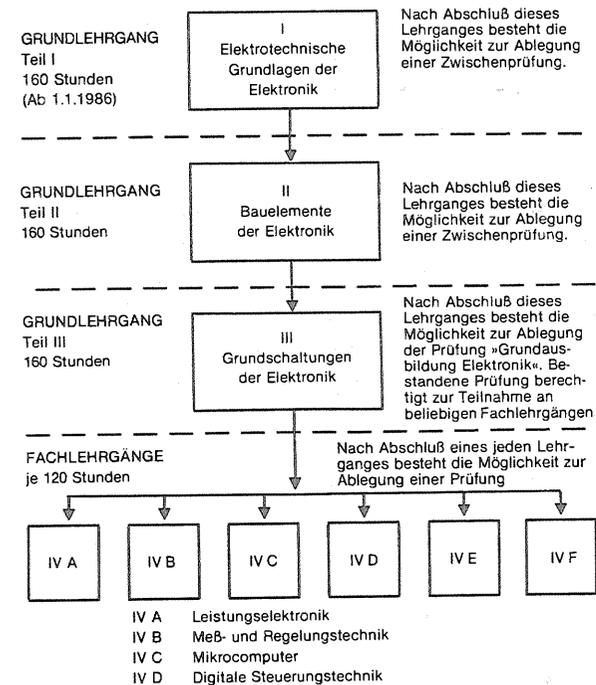


Bild 1: Aufbau des Elektronik-Schulungsprogramms des HPI

Da geeignete Fachbücher für die neuen Elektroniklehrgänge nicht auf dem Markt waren, sah sich das HPI auch gezwungen, eine eigene Fachbuchreihe mit optimal auf die Lehrgänge abgestimmten Lehrinhalten herauszugeben.

Anerkannte Elektronik-Schulungsstätten

Die Anerkennung der Elektronik-Schulungsstätten erfolgt durch die Leitstelle. Im Jahre 1986 ist die Zahl auf 188 angestiegen. Über die Hälfte, nämlich 94 Schulungsstätten werden von Organisationen des Handwerks getragen. Weitere Trä-

ger sind Gewerbeschulen, Technikerschulen (19), Industrie- und Handelskammern (9), Berufsbildungswerke des DGB und der DAG (10), Gemeinnützige Vereine (21), Volkshochschulen (12) und technische Schulen der Bundeswehr (7). In Österreich haben sich 9 Schulungsstätten diesem Programm angeschlossen.

Seit 1969 bis Ende 1985 sind insgesamt 15.121 Lehrgänge nach den Richtlinien und Rahmenlehrplänen des Heinz-Piest-Instituts durchgeführt worden.

In diesen Lehrgängen wurden bis Ende 1985 257.950 Teilnehmer erfolgreich ausgebildet. Bild 2 veranschaulicht die Entwicklung seit 1970. Für das Jahr 1985 sind die Anteile in den Lehrgangsgruppen ausgewiesen. Diese Darstellung zeigt, daß trotz der rasanten technologischen Entwicklung im Bereich der Elektronik, ein hoher Bedarf an Grundausbildung besteht. Nur etwa 50 % der Teilnehmer, die einen Lehrgang III abschließen, setzen ihre Ausbildung mit dem Besuch eines Fachlehrganges fort. Aufgrund der Entwicklung der zurückliegenden Jahre kann aber davon ausgegangen werden, daß dieser Anteil weiter steigen wird.

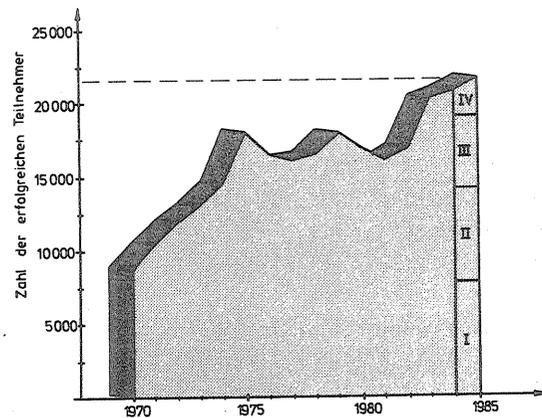


Bild 2: Entwicklung der Teilnehmerzahlen

In Bild 3 sind die prozentualen Anteile unterschiedlicher Berufsgruppen der Lehrgangsteilnehmer dargestellt. Mit 66,9 % bei Gesellen, Facharbeitern und Technikern aus elektrotechnischen Berufen ist hier der Bedarf an Fortbildung besonders hoch.

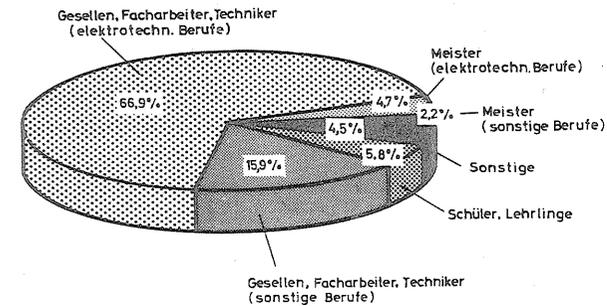


Bild 3: Anteile der Berufsgruppen bei den Lehrgängen

Fachlehrgang IV C "Mikrocomputer"

Der Fachlehrgang Mikrocomputer soll den Teilnehmer in die Lage versetzen, Grundarbeitsweisen von mikroprozessorgesteuerten Systemen verstehen zu können. Hierzu ist in einem bestimmten Umfang auch das Erlernen der Programmierung des Prozessors erforderlich. Das Erarbeiten der Grundlagen soll den Teilnehmer nach Abschluß des Lehrganges befähigen, sich die Grundlagen anderer Prozessortypen selbständig zu erarbeiten oder Schulungsmaßnahmen einschlägiger Hersteller mit Erfolg besuchen zu können.

Der Fachlehrgang ist in mehrere Blöcke gegliedert:

- Zahlensysteme, Mehrbitoperationen, Logik- und Rechenschaltungen
- Datenspeicherbausteine und Datenspeicher

- Mikroprozessorbausteine und Mikroprozessorsysteme
- Grundlagen der Programmierung
- Anwendungen in der Rechen-, Steuerungs- und Meßtechnik.

Im ersten Block werden aus den Grundlagen der Digitaltechnik - wie sie im Lehrgang Grundsaltungen der Elektronik vermittelt werden - Mehrbit-Verknüpfungen und Mehrbit-arithmetische-Operationen entwickelt. Für die Prozesortechnik wichtige Zahlensysteme werden dabei berücksichtigt. Gleichzeitig werden Digitalbausteine vorgestellt, die für eine Schaltungsrealisierung erforderlich sind. Der Schwerpunkt der behandelten Bausteine ist jedoch auf die verwendeten Übungs- und Prüfungsschaltungen ausgerichtet. Theoretisch-praktischer Hauptpunkt in diesem Block ist die arithmetisch-logische Einheit als für Mikroprozessoren wichtigste Funktionsgruppe. Die Nachbildung erfolgt in TTL-Technik. Durch eine entsprechende Auslegung der Übungsschaltung lassen sich bereits an dieser Nachbildung die für Mikroprozessoren typischen Zustandsanzeigen (Flags) untersuchen. Für die im Lehrgang eingesetzte Übungsschaltung Arithmetisch-Logische-Einheit (ALU) ist bei den Zustandsanzeigen Kompatibilität mit der Prozessorfamilie 8080/8085 gegeben. Bild 4 zeigt das Blockschaltbild der Übungsschaltung Arithmetisch-Logische-Einheit.

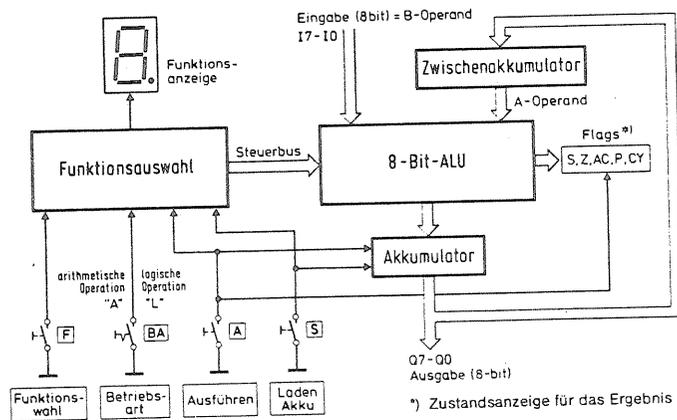


Bild 4: Blockschaltbild der Übungsschaltung Arithmetisch-Logische-Einheit

Die Halbleiterspeicher für Mikroprozessoren werden in einem zweiten Block behandelt. Besonderer Wert wird dabei auf die Kenntnis wichtiger Speicherbausteine aber auch auf das Verständnis für den Aufbau von Halbleiterspeichern gelegt. Erweiterung der Wortbreite, Erweiterung der Anzahl der Speicherplätze und der Aufbau von RAM-EPROM-Speichern sind wichtige Teilgebiete.

Umfangreichster Teil sind die Blöcke Mikroprozessorbausteine und -systeme und Programmierung.

Als Prozessorsystem ist hier die Familie 8080/8085 zugrundegelegt. Diese Entscheidung wurde bereits bei Einführung des Lehrganges 1978 gefällt. Sie ist insbesondere mit der hohen Verbreitung dieser Prozessorfamilie im Bereich der Steuerungstechnik begründet. Bei späteren Überprüfungen der Entscheidung wurde dann der Kontinuität der Schulung und der Kompatibilität der Schulungsgeräte Priorität gegeben.

In den Schulungsstätten befinden sich drei unterschiedliche, jedoch weitgehend kompatible Geräte im Einsatz. Es handelt sich dabei um die Mikrocomputersysteme EZ 80 DIT (Roederstein), Profi 5/50 und Profi 5/50E (Kammerer). Die erstgenannten Geräte basieren noch auf dem Prozessor 8080, während das letztgenannte bereits mit dem Prozessor 8085 aufgebaut ist. Heute sind jedoch nur noch die Geräte Profi 5/50E in Produktion.

Das Lehrgerät Profi 50E ist in ein pultförmiges Gehäuse eingebaut. Die CPU ist ein 8085-Mikroprozessor. Der Arbeitsspeicher ist gegenüber den Vorgängern auf 6 K-Byte erweitert. Für den Festwert-Speicherbereich sind zwei Bausteine von je 8 K-Byte vorgesehen. Die Bedienung erfolgt über 26 Taster. 16 Taster sind für die hexadezimalen Eingaben, 10 für Betriebsfunktionen bestimmt. Die Anzeige besteht aus 8 Siebensegmentanzeigen. Über zwei programmierbare Ein-Ausgabebausteine stehen sechs Ein-Ausgabekanäle je 8 Bit zur Verfügung. Der Einsatz von Ein-Ausgabebausteinen vom Typ 8255 ermöglicht

eine sehr differenzierte Handhabung dieser Ein-Ausgabekanäle. Durch eine spezielle Selektierung ist es möglich, die Ein-Ausgabekanäle des Systems sowohl klassisch über die Ein-Ausgabebene als auch als Speicherplätze (memory mapped) anzusprechen. Als Schnittstellen sind V24 und Centronics vorgesehen. Ein Busstecker gestattet einen weiteren Ausbau. Zahlreiche Unterprogramme ermöglichen anspruchsvollere Anwendungen. Das Übungsgerät Profi 5E ist eine nicht vollständig ausgebauter Platinenversion, die auch als Übungsgerät für häusliche Übungen eingesetzt werden kann. Eine Aufrüstung dieses Gerätes ist möglich. Ein Bausatz ist in Vorbereitung.

Im Block Mikroprozessorbausteine und Mikroprozessorsysteme werden die Grundlagen auch für das Verständnis der Funktion des Schulungsgerätes gelegt. Bereits nach den ersten programmierten Operationen wird auf den Transfer von Informationen in das System und aus dem System eingegangen. Weitere Übungen betreffen Adressierungsarten, Sprungtechnik, Unterprogramme und Interruptverarbeitung. Mit fortschreitender Behandlung des Stoffes werden Beispiele wie Programmierübungen komplexer. Um auch praxisgerechte Übungen in vertretbarem Zeitaufwand behandeln zu können, wird von dem hierfür besonders ausgebauten System von Unterprogrammen Gebrauch gemacht. Vom Teilnehmer wird in der Übungsphase erwartet, daß er sich mit der Umsetzung des Assembler-Codes in die Hexadezimalkodierung vertraut macht. Ein in den Systemen Profi 50 und 50E vorhandener Rückassembler erlaubt eine einfache Prüfung des Übertragungsvorganges.

Feinheiten des Befehlssystems werden angesprochen, jedoch nicht vertieft. Der Teilnehmer am Lehrgang findet Erläuterungen in den Lehrunterlagen, diese Teile werden jedoch übungs-mäßig nicht vertieft. In den Prüfungen bleiben sie unberücksichtigt und auch die Programmieraufgaben der praktischen Prüfung sind ohne derartige programmiertechnische Tricks zu lösen.

Im letzten Block des Lehrganges werden Anwendungen behandelt. In den Lehrunterlagen sind diese Teile so ausführlich dargestellt, daß der Teilnehmer sich die vorgestellten Beispiele selbstständig erarbeiten kann. Für rechentechnische Anwendungen werden Beispiele zur Umwandlung von Zahlen in den unterschiedlichen Systemen behandelt. Auch die im Befehlsvorrat nicht unmittelbar vorhandene Multiplikation ist berücksichtigt. Bei 16-Bit-Zahlen sind zwei unterschiedliche Verfahren erläutert. Für die Steuerungstechnik werden eine Ampelschaltung mit Programmwahl über Schalter, ein Zahlenschloß und eine Ablaufsteuerung diskutiert. Um die Vielseitigkeit möglicher Anwendungen zu veranschaulichen, wurden auch Beispiele aus der Meßtechnik gewählt. Als Beispiele für digitale Meßwertverarbeitung sind eine Prüfschaltung für NAND-ICs und eine Schaltung zur Abfrage von digital dargestellten Meßwerten vorgesehen. Kernpunkt dieses Teils ist jedoch die Übungsschaltung mit dem Analog/Digital - Digital/Analog-Wandler. Hier wird neben den Grundfunktionen mit Wandlern noch eine Temperaturmessung behandelt. Durch Einsatz der Übungsschaltung Datenspeicher kann die Nichtlinearität des Gebers ausgeglichen werden. In diesem Beispiel sind damit wesentliche Grundprinzipien moderner, mikrocomputergesteuerter Meßtechnik vorbereitet. Das Blockschaltbild der Übungsschaltung zeigt Bild 5.

Bei der Auswahl der Anwendungsbeispiele sind charakteristische Beispiele ausgesucht worden. Es ist aber zu berücksichtigen, daß der Zeitraum der Schulungsmaßnahme begrenzt ist. Daher finden sich in den Lehrunterlagen auch nur kurze Hinweise zu dem Umgang mit Schnittstellen. Ihre Behandlung und das Erlernen des Umgangs muß Gegenstand eines ergänzenden Seminars bleiben.

Seit 1978 bis Ende 1985 haben bereits 6.318 Teilnehmer den Fachlehrgang IV C "Mikrocomputer" erfolgreich abgeschlossen.

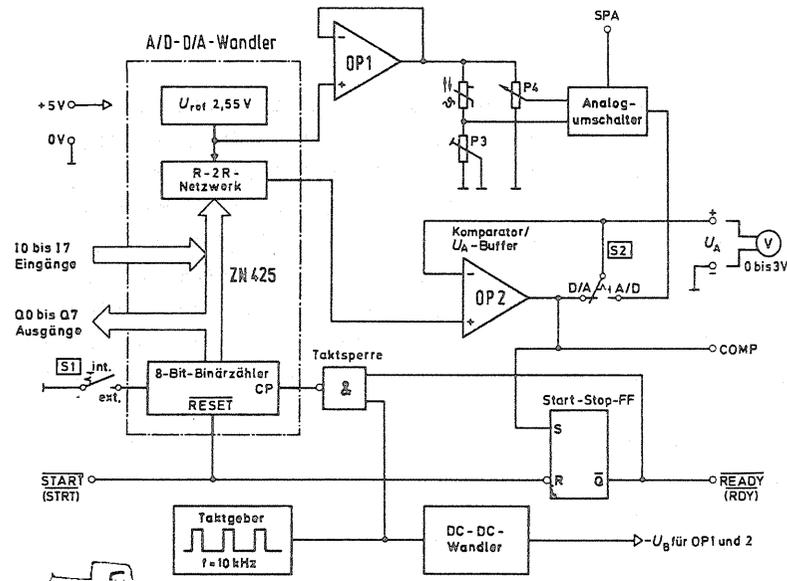


Bild 5: Blockschaltbild der D/A-A/D-Wandler-Übungsschaltung C9-S1

Die hohen Anforderungen an das abstrakte Denkvermögen der Lehrgangsteilnehmer und das große Stoffvolumen in diesem Lehrgang zeigen indessen Auswirkungen auf die Verteilung der Zensuren in den in allen Schulungsstätten vergleichbar durchgeführten Prüfungen (s. Bild 6).

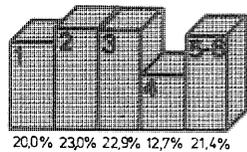


Bild 6: Zensurenverteilung, 1985

Die Bilder 4 und 5 sind mit freundlicher Genehmigung des Pflaum-Verlags dem Band Elektronik IV C "Mikrocomputer" - Lehrbuch der HPI-Fachbuchreihe ELEKTRONIK entnommen.

Wolfgang Coy

Flexibilisierung der Produktion

- Arbeitszeit, Arbeitsplätze, Aus- und Weiterbildung -

Die nicht nur von Unternehmerseite oft zu hörende Behauptung, Arbeitslosigkeit könne nur bei einem entsprechenden Wirtschaftswachstum abgebaut werden, ist nicht neu. Am Beispiel der modernen, maschinisierten Fertigungsprozesse zeigt sich indessen, daß durch Produktivitätssteigerungen Arbeitsplätze vernichtet werden, wenn diese Steigerungen durch den umfassenden Einsatz modernster Technik erreicht werden. Für den Informatiker Wolfgang Coy ist es allerdings nicht zwingend, daß Arbeitsplätze abgebaut werden. Vernichtet wird Arbeitszeit - und die kann und muß zur Weiter- und Fortbildung genutzt werden. (Red.)

Stand der maschinellen Ausrüstung in den Fabriken

Derzeit beginnt eine neue Phase der Maschinerisierung in der Fertigung. Kennzeichen ist der umfassende Einsatz von Informationstechnologie zur Steuerung, Überwachung und Vernetzung von Werkzeugmaschinen. Formal wird diese Phase von der

- Zentralisierung der Information (durch die Vernetzung bei gleichzeitiger Dezentralisierung der Fertigung)
- Automatisierung der Fertigung bei gleichzeitiger Flexibilisierung der Produktionssteuerung
- Qualifizierung der Facharbeit bei gleichzeitiger Dequalifizierung der Mehrheit der Arbeiter (bis hin zur Entlassung)

gekennzeichnet.

Wesentliche maschinelle Kennzeichen dieser Phase sind Computer, rechnergestützte, digital gesteuerte CNC-Werkzeugmaschinen, Industrieroboter, Flexible Fertigungszellen und Flexible Fertigungssysteme. Stichworte für diese "neuen

Technologien" sind:

- CAD/CAM (Computer Aided Design, Computer Aided Manufacturing)
- CAE (Computer Aided Engineering)
- CAP (Computer Aided Planning) und weitere CA... Organisationstechniken.
- CIM (Computer Integrated Manufacturing) als umfassendes Ziel.

Wesentliches organisatorisches Merkmal ist die "roboterge-rechte Konstruktion" der Produkte. Folge dieser Re-Konstruktion ist die Umgestaltung der Arbeitsinhalte, die Reorganisation und letztlich die Vernichtung von Arbeitsplätzen. Da diese Produktion sehr kapitalintensiv ist, verläuft sie über den militärischen Bereich und die Großproduktion nun zu den mittleren und kleinen Betrieben. Typische Beispiele auf den verschiedenen Ebenen sind im Flugzeugbau (erst militärisch, dann zivil), in der Automobilindustrie, der Büromaschinenherstellung und der Schaltplatinenherstellung (vom Entwurf bis zur Verpackung) zu finden.

Die gleiche Automatisierung ist in der Fließproduktion (Petroverarbeitung, chemische Industrie, Lebensmittelindustrie usw.) schon weit fortgeschritten. Auch die Maschinerisierung von Bürotätigkeit und Handel hat gerade erst begonnen.

	Bildschirm- geräte	NC-Maschinen	Industrie- roboter
Vor 1974	12 % 00	18 % 0000	0,1 %
1975-1979	29 % 00000	19 % 0000	3 %
1979-1983	41 % 0000000000	26 % 00000	9 % 00
insgesamt	82 % 0000000000000000	64 % 000000000	12 % 00

Die Automation hat begonnen - Beginn der Einführung neuer Technologien in Prozenten der 983 befragten Betriebe* (Quelle: Maschinen wollen sie - uns Menschen nicht, Hrsg. vom Vorstand der IG Metall, Ffm, 1983 und eigene Berechnungen)

* Die Zahlen geben den prozentualen Anteil an der Gesamt-automation zum Zeitbereich ihrer Einführung an.

Qualifikationserhalt durch Weiterbildung und Anforderungen an die schulische Ausbildung

Durch die Automatisierung werden immer weitere Bereiche der Fertigung erfaßt. Die Qualifikation der Facharbeiter in der Fertigung muß diesem Phänomen durch eine breite, allgemeine technische Ausbildung Rechnung tragen, zu der insbesondere eine allgemeine Qualifikation in den Informationstechnologien gehört. Programmieren und Grundkenntnisse über den Aufbau von Rechnern und automatisierten Fertigungseinrichtungen sind notwendig. Darüber hinaus ist eine permanente Weiterbildung unerläßlich.

Der Einsatz von Industrierobotern zeigt beispielhaft die Übernahme immer weiterer Arbeitsgebiete durch rechnergestützte Maschinen. Wegen dieser enormen Dynamik ist auf Weiterbildung und Fortbildung nicht zu verzichten. Hier liegt auch eine große Chance in einer Arbeitszeitverkürzung, die nicht zu geringerer Präsenzzeit, sondern zu betriebsbezogener Qualifikation benutzt werden kann.

Werkzeughandhabung

Punktschweißen	1560	00000000000000000000000000000000
Bahnschweißen	856	000000000000000000
Beschichten	568	000000000000
Montage	248	00000
Entgräten	22	

Werkstückhandhabung

allgemeine Handhabung und Maschinenbeschickung	792	00000000000000
Werkzeugmaschinenbeschickung	320	000000
Druck- und Spritzguß	132	00
Pressen	121	00
Schmieden	73	0

Die Hälfte der Roboter wird zum Schweißen eingesetzt. Die Haupteinsatzgebiete der Industrieroboter in der BRD, Ende 1983 (Quelle: IPA, Stuttgart). Seitdem hat der Montageanteil stark zugenommen.

Die Automatisierung der Montage

Die Tabelle der derzeitigen Einsatzfälle von Industrierobotern kann irreführend sein, wenn man nicht gleichzeitig die vertikale Verlagerung des Einsatzes von den Großbetrieben zu den mittleren Betrieben ansieht. Die genannten Einsatzfälle aus dem Jahr 1983 beschreiben den Einsatz relativ großer Geräte (Systempreis zwischen 100 TDM und 200 TDM). Mit dem zunehmenden Einsatz von Informationstechnologien wird der Einsatz kleiner Montageroboter ökonomisch interessanter (Systempreis zwischen 25 TDM und 80 TDM). Damit wird die "ungelernte Arbeit" in den unteren Lohngruppen maschinisierbar. Der Effekt auf die Arbeitsplätze wird aufgrund der großen Zahl dieser Arbeitsplätze radikal sein.

Hier entsteht in kurzer Zeit ein gesellschaftliches Problem enormer Dimension, für das derzeit keine Lösungsansätze (außer Aussitzen) sichtbar werden.

Geht man davon aus, daß technologische Arbeitslosigkeit der unteren Lohngruppen (insbesondere Montagearbeit) nicht durch Umsetzung in andere Arbeitsbereiche (welche?) aufgefangen wird, so haben wir eine direkte Koppelung von Produktivitätssteigerung und Arbeitslosigkeit im Bereich der Fabrikarbeit. Die folgende Tabelle zeigt mögliche Steigerungen von Produktivität und die entsprechende Reduktion der Fabrikarbeitszeit

Steigerungsrate	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %
1985	100	100	100	100	100	100
1990	95	90	86	82	77	73
1995	90	82	74	66	60	54
2000	86	74	63	54	46	40
2005	82	67	54	44	36	29

Verschwindet in den nächsten fünfzehn Jahren fast jeder zweite Fabrikarbeitsplatz? - Hochrechnung: Wieviel Prozent der Arbeitszeit bleibt, abhängig von verschiedenen Steigerungsraten der Produktivität durch Automatisierung, erhalten?

Die Hochrechnung der "Rationalisierungsverluste" an Arbeitsplätzen durch Automatisierung in der industriellen Fertigung muß notwendigerweise vereinfachen. Angenommen wird, daß die Ausweitung der Produktion wegen der erreichten Sättigung nicht mehr erheblich sein wird bzw. nur zu Verlagerungen innerhalb der industriellen Sektoren führen wird (im Durchschnitt durch alle Firmen der industriellen Fertigung). Weiter wird angenommen, daß die Steigerung der Produktivität im wesentlichen durch Automatisierung erfolgen wird, da die Intensivierung der Arbeit durch Verlängerung des Arbeitstages und Erhöhung des Arbeitstempos derzeit an die Grenzen menschlicher Leistungsfähigkeiten gestoßen ist. Die angenommenen Steigerungsraten sollen also den "Rationalisierungseffekt", d. h. die Steigerung der Produktivität durch Einsatz von Maschinen und Reorganisation der Arbeitsplätze, messen. Nun ist die Messung der Produktivität eines der lustigsten Kapitel der Volkswirtschaft, in dem kein Konsens der Beteiligten zu erwarten ist, und der Zusammenhang mit der Realität im Detail ist eher locker; die angegebenen Raten dürften aber doch das Spektrum möglicher Entwicklungen angeben. Natürlich ist kaum vorhersehbar, wie weit sich diese Entwicklungen kurzfristig beschleunigen oder verlangsamen werden.

1986 sind in der Bundesrepublik rund 24 Millionen Menschen offiziell als Beschäftigte bekannt, weitere 2,3 Millionen sind als arbeitslos gemeldet. Etwa ein Drittel der Beschäftigten arbeitet in den Fabriken. In den Jahren der sozial-liberalen Koalition von 1972 bis 1983 stieg die Produktivität pro Arbeitsstunde in der metallverarbeitenden Industrie nach Angaben des statistischen Bundesamtes um rund 53 Prozent, also jährlich um durchschnittlich vier Prozent. In anderen Fertigungsbereichen sind die Zahlen ähnlich. Geht man davon aus, daß unter der Wende-Regierung keine niedrigeren durchschnittlichen Steigerungsraten erreicht werden, so wird bis 1990 fast jeder fünfte Fabrikarbeitsplatz (rund zwei Millionen Arbeitsplätze) vernichtet. Bis zum Jahr 2000 wird jeder zweite Fabrikarbeitsplatz verschwinden, das sind mehr

als 4 Millionen Arbeitsplätze. Angesichts der beginnenden Automatisierung der Montagearbeitsplätze sind die Zahlen wohl nicht zu hoch gegriffen, aber selbst eine durchschnittliche jährliche Steigerung um drei Prozent hätte verheerende Folgen für die Zahl der Arbeitsplätze. Wir sind einer Situation erheblich näher gekommen, vor der Norbert Wiener schon 1951 in seinem Buch The human use of human beings gewarnt hat: "Es ist völlig klar, daß die Automaten eine Arbeitslosigkeit verursachen werden, gegen die die gegenwärtige Lage und selbst die Depressionsphase der dreißiger Jahre wie ein liebenswerter Scherz erscheint". Wiener beklagt 1950, daß die industriellen Gesellschaften auf diese Entwicklung politisch unvorbereitet und desinteressiert sind. Daß sie heute viel angemessener reagieren, kann man nicht sagen.

Die Tabelle gibt die Vernichtung der Arbeitszeit an. Dies muß selbstverständlich nicht mit der Vernichtung von Arbeitsplätzen identisch werden. Eine radikale Verkürzung der Arbeitszeit in der Größenordnung der Steigerungsraten der Produktivität kann diese Entwicklung für den Einzelnen mindern oder gar aufheben. Dies gilt zumindest für einige Jahre. Wird nur die wöchentliche Arbeitszeit verändert, so wäre im Jahre 2000 eine 20-Stunden-Woche angemessen. Nun muß die verkürzte Arbeitszeit nicht identisch mit der Zeit der Anwesenheit in der Fabrik sein. Zum Beispiel könnte eine gewisse Zeit zur Weiterqualifikation auf der betrieblichen Ebene benutzt werden oder zur Mibestimmung am Arbeitsplatz - sofern solche Möglichkeiten politisch erkämpft werden. Dennoch wird dies sicher nicht nur eine quantitative, sondern eine radikale qualitative Veränderung der Fabrikarbeit bedeuten. Und da die Fabrikarbeit das Leitfossil der Lohnarbeit ist, werden sich ähnliche Änderungen in den anderen Bereichen der Lohnarbeit zeigen.

Literaturnachweise

- Wolfgang Coy Industrieroboter - Zur Archäologie der zweiten Schöpfung, Rotbuch-Verlag, Berlin, 1985.
- Andre Gorz Wege ins Paradies, Rotbuch-Verlag, Berlin, 1984
- Gerd Grözinger Maschinen essen Arbeitsplätze auf, Arbeitspapier Nr. 48 des Inst. f. VWL der TH Darmstadt, Sept. 1986
- Horst Kern, Michael Schumann Das Ende der Arbeitsteilung? Rationalisierung in der industriellen Produktion: Bestandsaufnahme, Trendbestimmung. Beck, München, 1984.
- Thomas Schmid (Hrsg.) Das Ende der starren Zeit - Vorschläge zur flexiblen Arbeitszeit, Wagenbach-Verlag, Berlin, 1985.
- Norbert Wiener Mensch und Menschmaschine, Ullstein Berlin, 1967.

Henning Genschow

Werkstattprogrammierung und AV-Programmierung von CNC-Werkzeugmaschinen

Ein immer wieder strittiger Punkt bei der Einführung von CNC-Maschinen ist die Frage nach dem Ort der Programmierung: Werkstatt oder Arbeitsvorbereitung? Henning Genschow untersucht diese Frage von der Kostenseite her. Er kommt in seinem Beitrag zu dem Ergebnis, daß die Werkstatt-Programmierung immer dann kostengünstiger ist, wenn die Handeingabe-steuerung angemessen komfortabel und die Werkstückgeometrien nicht zu komplex sind. Darüber hinaus bietet die Werkstatt-Programmierung dem Arbeiter ein höheres Maß an Gestaltungsmöglichkeiten. Genschow befürchtet allerdings, daß die bevorstehende Einführung und weitere Entwicklung der CNC-Technik diese Freiräume wieder einschränkt. (Red.)

Stand der CNC-Technik

Die NC-Technik hat sich heute als Rationalisierungsinstrument im Bereich der Fertigung kleinerer und mittlerer Serien in der Industrie durchgesetzt.

Nach Aussagen einer VDMA-Erhebung waren Mitte 1983 etwa 35.000 NC- und CNC-Werkzeugmaschinen in der Bundesrepublik Deutschland im Einsatz (1). Gerade in den letzten Jahren hat der Bestand sehr stark zugenommen.

Gemessen an dem gesamten Werkzeugmaschinenbestand in der Bundesrepublik von etwa 1,25 Mio Stück liegt der NC-Anteil derzeit bei ca. 3 %. Da immer ein gewisser Prozentsatz sogenannter konventioneller Maschinen bestehen bleiben wird und die gesamte Großserienfertigung als Potential für numerisch gesteuerte Maschinen ausscheidet und darüber hinaus die NC-Maschinen eine zwei- bis vierfach höhere Produktivität gegenüber konventionellen Werkzeugmaschinen aufweisen, kann eine Sättigungsgrenze von etwa 150.000 Einheiten als realistisch angenommen werden (2).

Unter Berücksichtigung der höheren Produktivität sind nach der abgeschlossenen Einführung der NC-Technik etwa 300.000 bis 450.000 Arbeitsplätze betroffen. Gleichzeitig entsteht die Forderung nach der Ausbildung von zusätzlich etwa 100.000 Mitarbeitern.

Die Entwicklung der NC-Technik hat sich schrittweise vollzogen. Die anfänglich verwendeten Radoröhren wurden durch Relais und später durch Transistoren sowie durch integrierte Schaltkreise ersetzt.

Mit der Einführung der Minicomputer erfuhren die numerischen Steuerungen für Werkzeugmaschinen zu Beginn der 70er Jahre eine grundlegende Veränderung. Die Informationsverarbeitung wurde nun durch einen in die Steuerung integrierten Prozeßrechner durchgeführt.

Diese vierte Generation numerischer Steuerungen bezeichnet man daher als Computerized Numerical Control (CNC) (3). Auch die CNC-Steuerungen wurden in der Folgezeit verbessert. Die gesamte Entwicklung war gekennzeichnet durch abnehmenden Platzbedarf und sinkende Kosten bei gleichzeitig zunehmendem Funktionsumfang und erheblich verbessertem Bedienungskomfort.

Die Einführung der CNC-Steuerungen eröffnete dem Anwender neue organisatorische Möglichkeiten und erweiterte seine Handlungsspielräume. Diese sind in erster Linie eine Folge des ständig zunehmenden Funktionsumfanges der Steuerungen. Bei den fest verdrahteten NC-Steuerungen wurde generell an einem externen Platz programmiert und das NC-Programm mit dem Lochstreifen satzweise in die Steuerung eingelesen. Mit den dargestellten zusätzlichen Funktionen der CNC-Steuerungen, und dort insbesondere der CNC-Handeingabesteuerungen, ist eine Programmierung direkt aus der Werkstattzeichnung an der Maschine möglich.

Programmierung von CNC-Werkzeugmaschinen

Die Programmierung direkt an der Maschine mit Hilfe einer Handeingabesteuerung ist nur eine der bestehenden Möglichkeiten. Daneben existieren als weitere Programmiersysteme:

- Manuelle Programmierung,
- Maschinelle Programmierung,
- Transportable Programmiersysteme,
- Integrierte CAD/CAM-Systeme.

Die Bedeutung der Programmierverfahren hat sich infolge der technischen Entwicklung auf dem Steuerungs- und Rechnersektor laufend geändert (Abb. 5) (4). Die manuelle Programmierung ist fast vollständig durch rechnergestützte Verfahren ersetzt worden. Zukünftig werden CAD/CAM-integrierte Programmiersysteme in Verbindung mit DNC-Systemen an Bedeutung gewinnen.

Nach der zitierten Prognose wird etwa ein Drittel der Programmieraufgaben direkt an der Maschine und ein weiteres Drittel an einem Programmierplatz mit eigenem Kleinrechner durchgeführt werden. Das restliche Drittel wird voraussichtlich mit Zugriff auf einen Großrechner gelöst werden. Da sich bei den Kleinrechnern gerade in den letzten Jahren eine erhebliche Steigerung der Leistungsfähigkeit bei gleichzeitig reduzierten Preisen ergeben hat und sich diese Entwicklung bis zur Jahrtausendwende voraussichtlich fortsetzen wird, könnte diese Technik gegenüber der zitierten Prognose noch an Bedeutung gewinnen.

Die heute am Markt angebotenen Handeingabesteuerungen können in die Gruppe der "einfachen" und in die Gruppe der "komfortablen" Steuerungen eingeteilt werden (Abb. 1).

Neben dem Preisbereich bestehen insbesondere beim Programmierkomfort für den Anwender gravierende Unterschiede: Die Bedienungsführung in Verbindung mit der graphischen Darstellung von Roh- und Fertigteil sowie der programmierten Bearbeitungswege

Abb. 1

Vergleich einfacher und komfortabler Handeingabesteuerungen

Komfortable Handeingabesteuerung

Einfache Handeingabesteuerung

Kriterien	Komfortable Handeingabesteuerung	Einfache Handeingabesteuerung
Preisbereich:	10 - 35 TDM	5 - 10 TDM
CNC-Typ	vollwertige 3 D-Bahnsteuerung für 2 bis 4 Achsen mit äquidistanter Werkzeugbahnkorrektur in allen Ebenen.	Punkt-, Strecken- oder Bahnsteuerung mit umschaltbarer Interpolationsebene (2 1/2 D) und Werkzeugkorrektur (Länge und Radius) „Spänemacher“-Steuerung ohne besonderen Programmierkomfort
Aufbau	meist in 2 Hauptgruppen unterteilte CNC: 1) Panel mit Bildschirm und Tastatur, entweder als Symbol-, Softkey- oder Ascii-Tastatur und ein- oder mehrfarbigem Bildschirm, 2) separater Logikeil mit Stromversorgung und SPS.	Kompakte Steuerung zum Einbau in die Maschine bzw. in ein Hängepanel, mit begrenzter Tastatur und z. T. ohne Bildschirm (Option). Begrenzt DNC-geeignet.
Programmierkomfort	über Tastatur per Dialogunterstützung zu programmieren. Spezielle, maschinen-spezifische Programmierhilfen für Geometrie und Technologie, incl. graphischer Anzeige der Werkstückgeometrie und des Bearbeitungsablaufs. Gespeicherte Werkzeugtabellen und Dialogunterstützung für den Programmierer. Teach-in-Programmierung für 3 D-Bahnbetrieb. Rohteil-/Fertigteil-Programmierung mit automatischer Schnittaufteilung und Kontur-Schlichtschnitt. Parametrisierbare Geometriezyklen. Unterprogramm-Technik und kundenspezifische Zyklen.	Begrenzte Programmierunterstützung ohne Grafik. Programmspeicher ca. 4-16 k Byte, geeignet für 1 bis 9 Programme mit Unterprogrammen. Feste und freiprogrammierbare Zyklen, z. T. in Parameter-Schreibweise. Leistungsfähiges Programmiergerät evtl. als separates Zusatzgerät.
Werkzeugmaschinen	Alle Drehmaschinen mit automatischem Werkzeugwechsel, konstanter Schnittgeschwindigkeit und automatischem Fertigungsablauf. Bohr- und Fräswerke, kleine Zentren, Stanz- und Nibbelmaschinen, Holz- und kunststoffbearbeitende Maschinen, Schleifmaschinen, Sondermaschinen.	Einfache Drehmaschinen ohne automatischen Werkzeugwechsel. Einfache Bohr- und Fräsmaschinen, evtl. mit Schaltachse, Sondermaschinen. Einfache Handlingeräte.

Quelle: H.B.Kief

erleichtert eine Programmüberprüfung von Beginn der eigentlichen Bearbeitung an. Auch die automatische Schnittaufteilung und der Kontur-Schlichtschnitt in Verbindung mit parametrisierbaren Geometriezyklen und Unterprogrammen erleichtern die Programmierung erheblich. Während in den vergangenen Jahren die Verwendung von Funktionstasten stark in den Vordergrund geschoben wurde, wird gegenwärtig weitgehend die Programmierung nach DIN 66025 angestrebt. Als ein wichtiger Grund für diese Neuorientierung ist die verstärkte Anwendung von DNC-Systemen und der Wunsch nach Herausführung von Steuerdaten bzw. die Einwirkung auf die Steuerdaten bei automatisch arbeitenden Maschinen mit Sensoren und Überwachungseinrichtungen zu nennen.

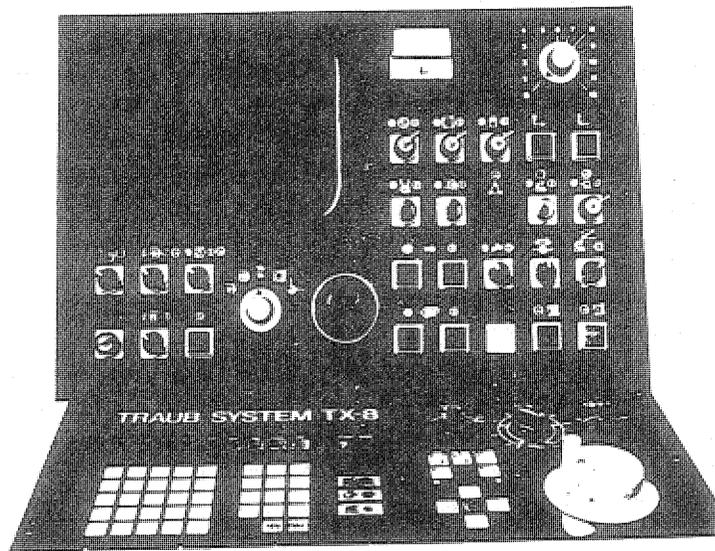
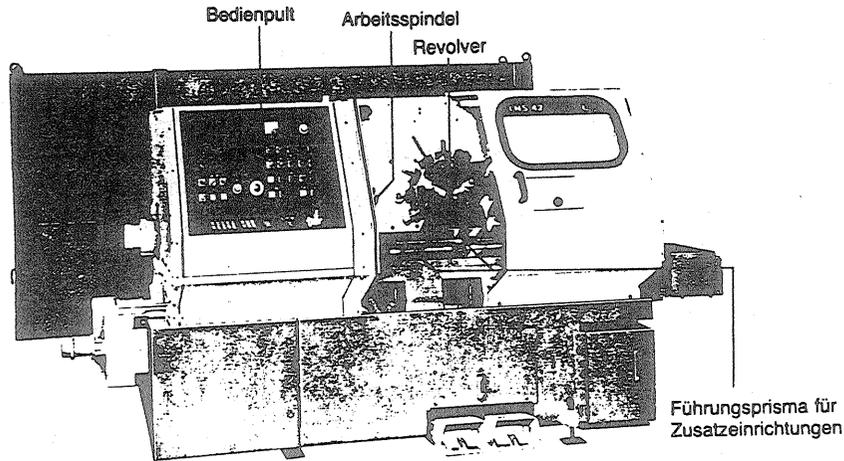
Abb. 2 zeigt beispielhaft eine CNC-Drehmaschine mit einer modernen Handeingabesteuerung, die weitgehend gemäß DIN 66025 programmiert wird. Die Steuerung besitzt als Zusatzbausteine eine Vermessung der Werkzeugkorrekturwerte Q und L in der Maschine sowie eine graphisch-dynamische Simulation des Arbeitsablaufes am Bildschirm der Steuerung.

Zu bemerken ist, daß bei einigen Befehlen von der DIN 66025 abgewichen wird. So werden beispielsweise eine konstante Schnittgeschwindigkeit über die Adresse "V" und die Belegung der Adressen "I" und "K" für das Aufmaß in x- und z-Richtung beim Schruppen möglich.

Der hohe Programmierkomfort der Steuerung gestattet eine vergleichsweise knappe Eingabe von überwiegend geometrischen Daten ohne Zwischenrechnung direkt aus der Werkstattzeichnung. Die wenigen technischen Daten beschränken sich auf die Angabe von Schnittgeschwindigkeit, Vorschub und Schnitttiefe. Da die Werkzeuge mit ihren Beschreibungsdaten steuerungsintern abgelegt sind, kann am Bildschirm mit Hilfe der graphisch-dynamischen Simulation auch eine Kollisionskontrolle vor Beginn der Zerspanung durchgeführt werden. Gerade diese Funktion kann dazu beitragen, die manchmal beobachtete Angst des

Abb. 2

CNC-Drehmaschine TNS 42
mit Steuerung TRAUB-TX-8



Quelle: Fa. Traub

Bediener vor dem ersten Programmablauf weitgehend abzubauen. Allerdings kann die graphisch-dynamische Simulation nur nach vollständig abgeschlossener Programmierung ablaufen. Andere moderne Handeingabesteuerungen erlauben eine sofortige graphische Darstellung eines programmierten Bearbeitungsschrittes.

Organisatorischer Einsatz von CNC-Werkzeugmaschinen

Im Jahre 1981 wurden in einer vom FhG-ISI *) durchgeführten Untersuchung 155 Firmen mit 1.151 CNC-Werkzeugmaschinen über ihre bestehenden Organisationsformen befragt. Danach können fünf Grundtypen unterschieden werden (5).

- Typ 1: Programmierung in der Arbeitsvorbereitung (AV), Einrichten der Maschine sowie Optimieren und Korrigieren der Programme durch Meister, Vorarbeiter oder Einrichter, Maschinenbedienung und -überwachung durch Maschinenbediener.
- Typ 2: Programmierung in der AV. Optimieren und Korrigieren der Programme je nach Veränderungsumfang durch Programmierer oder Maschinenbediener. Einrichten, Bedienen und Überwachen der Maschine durch Maschinenbediener.
- Typ 3: Erstellen, Optimieren und Korrigieren der Programme durch einen Programmierer aus der AV. Restliche Tätigkeiten durch den Maschinenbediener.
- Typ 4: Erstellen, Optimieren und Korrigieren der Programme sowie Einrichten der Maschine durch einen Meister, Vorarbeiter oder Einrichter. Restliche Tätigkeiten durch den Maschinenbediener.
- Typ 5: Ausführen sämtlicher Tätigkeiten durch den Maschinenbediener.

Die Gliederung der Einsatzformen zeigt zum einen, daß sowohl reine AV- als auch reine Werkstattprogrammierung gegeben ist

*) Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung

(Typen 3 und 5). Zum anderen können auch Mischformen beobachtet werden.

Die verschiedenen Einsatzformen haben eine unterschiedliche Verbreitung gefunden (6):

Typ 2 macht 40 % aus. Die Typen 1 und 3 weisen zusammen 38 % auf. Auf den Typ 4 entfallen 8 % und auf den Typ 5 kommen 14 %.

Die Formen der zentralen (AV) Programmierung machen etwa 78 % aller Einsatzfälle aus. Die Formen der dezentralen Werkstattprogrammierung kommen bei 22 % aller CNC-Werkzeugmaschinen vor.

Hinsichtlich der betrieblichen Gegebenheiten können bei den in der Werkstatt programmierten Maschinen genannt werden (6):

Anteil der CNC-Bohr- und Fräsmaschinen 48 %, Anteil der Drehmaschinen 20 %, sonstige 32 %. Weiterhin werden 56 % der in der Kleinserienfertigung (bis 50 Stück/Los) eingesetzten Maschinen in der Werkstatt programmiert, dagegen nur 28 % der Maschinen in der Mittelserienfertigung (über 50 Stück/Los).

Hier wird deutlich, daß werkstattprogrammierte CNC-Maschinen vorrangig in den Bereichen "Werkzeug- und Formenbau", "Versuch", "Musterbau" und Kleinserienfertigung" eingesetzt werden. In der sogenannten "Produktion" wird von der dezentralen Programmierung weniger Gebrauch gemacht.

Insbesondere bei geometrisch einfachen und technologisch schwierigen Werkstücken ist die Programmierung direkt an der Maschine zu empfehlen. Anspruchsvolle Programmieraufgaben sollten, allein schon wegen ihrer häufig geometrisch komplexen Werkstückgestalt, in der AV programmiert werden.

Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Programmierverfahren

Die Wirtschaftlichkeit der Werkstattprogrammierung ist umstritten. Während einige Firmen in sehr konsequenter Weise mit der Werkstattprogrammierung arbeiten, lehnen andere, durchaus vergleichbare Firmen, sie grundsätzlich ab. Die Diskussion um das Für und Wider kann stellenweise die Form von Glaubenskämpfen annehmen. In der bereits zitierten Untersuchung (5) sind die verschiedenen Einsatzformen und Programmierverfahren von CNC-Werkzeugmaschinen auch wirtschaftlich bewertet worden.

Ausgangspunkt aller Überlegungen ist eine Kostengliederung entsprechend der VDI-Richtlinie 3258. Danach setzen sich die Fertigungskosten pro Stück aus den folgenden Anteilen zusammen (Abb. 3):

$$KF = KE + \frac{KVO}{N \cdot LA} + \frac{KAW}{LA} + \frac{KZU}{LP}$$

Darin sind:

KF	Fertigungskosten pro Stück
KE	Einzelkosten der Fertigung,
KVO	Vorbereitungskosten je Neuteil,
KAW	Auftragswiederholungskosten,
KZU	Zusatzkosten je Jahr,
N	Anzahl der Auftragswiederholungen,
LA	Losgröße je Auftrag,
LP	Jahresstückzahl.

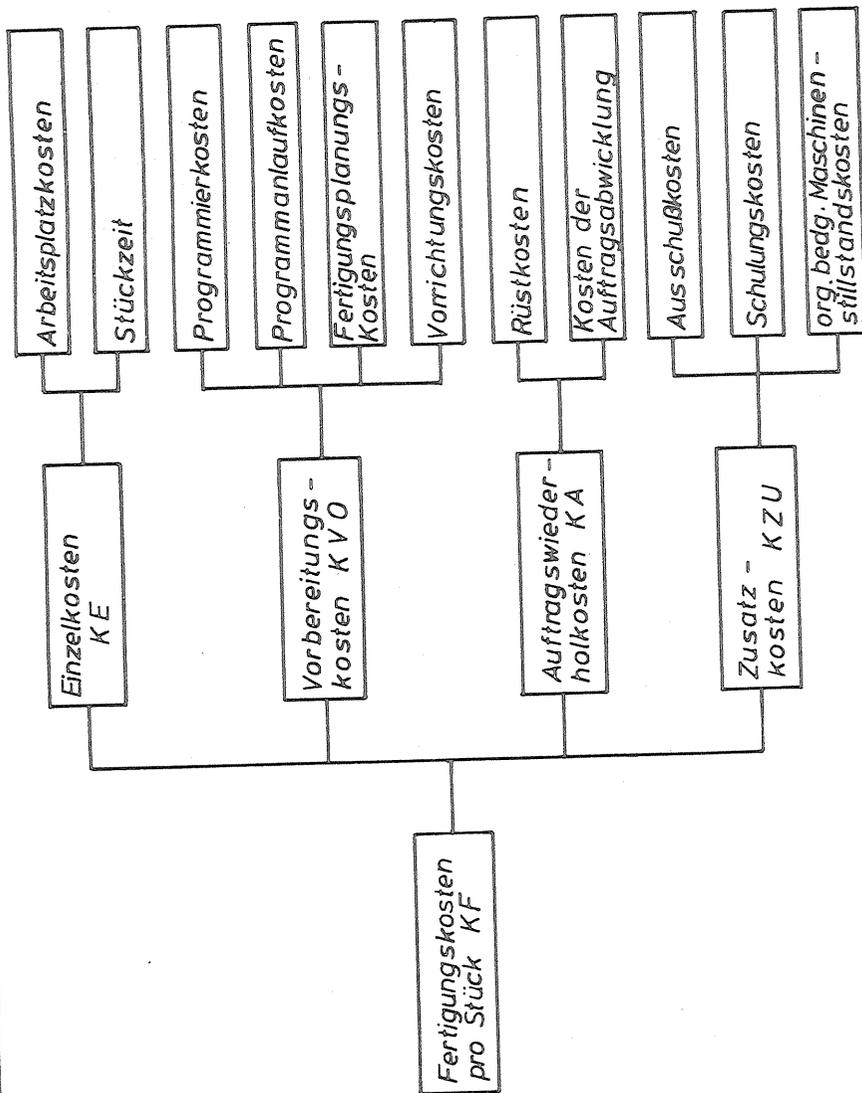
Ohne auf die sehr detailliert durchgeführte Untersuchung im einzelnen einzugehen, werden nachfolgend die wichtigsten, in Zusammenhang mit diesem Thema stehenden Ergebnisse zusammengefaßt:

- a) Die Programmierung an der Maschine mit komfortablen CNC-Steuerungen hat gegenüber einer rechnergestützten zentralen Programmierung in der Arbeitsvorbereitung wirtschaftliche Vorteile!

Diese Überlegenheit ist auch dann gegeben, wenn während der Programmierung die Maschine stillsteht. Kann ganz oder

Abb. 3

Gliederung der werkstückbezogenen Fertigungskosten



Quelle: VDI-Richtlinie 3258

teilweise parallel zur laufenden Maschine programmiert werden, steigen die Vorteile der Handeingabe deutlich.*)

- b) Bei CNC-Steuerungen mit geringem Programmierkomfort (einfache Handeingabesteuerungen) ist die Programmierung bei stehender Maschine nicht immer wirtschaftlich.
- c) Die maschinenferne Werkstattprogrammierung ohne Rechnerunterstützung erbrachte nur bei Werkstücken mit geringer Komplexität gegenüber einer rechnergestützten Programmierung in der Arbeitsvorbereitung wirtschaftliche Vorteile.

Das häufig genannte Argument von der "Werkzeugmaschine als teuerstem Programmierplatz" trifft nur zu einem geringen Teil zu. Im Durchschnitt wurden im Rahmen der bereits zitierten Untersuchung folgende Stundensätze beobachtet (5):

- Programmierplatz ohne Rechnerunterstützung in der Werkstatt oder in der Arbeitsvorbereitung: DM 53,--.
- CNC-Handeingabe mit wenig Programmierkomfort: DM 66,--
- CNC-Handeingabe mit hohem Programmierkomfort: DM 86,--.
- Rechnergestützter Programmierplatz in der Arbeitsvorbereitung: DM 94,--.

Bei dem Vergleich "AV-Programmierung/Werkstattprogrammierung" kommt dem Maschinenwert eine erhebliche Bedeutung zu. Der Vorteil der Werkstattprogrammierung endet zwischen 150 TDM und 300 TDM, je nach Umfang der Programmierzeitvorteile. Auch der Umfang der Neuteile je Monat beeinflusst in erheblichem Maße "AV-Programmierung/Werkstattprogrammierung". Generell kann gesagt werden: Sinkt die Auslastung des rechnergestützten Programmierplatzes in der Arbeitsvorbereitung unter 70 Neuteile/Monat, so weisen alle Werkstücke, deren Programme in der AV mit Rechnerunterstützung erstellt wurden, Kostennachteile gegenüber den anderen Verfahren auf.

*) Inwieweit allerdings tarifvertragliche Vereinbarungen das zulassen, muß jeweils geprüft werden.

Personelle Aspekte der Werkstattprogrammierung

Wie die vorstehenden Ausführungen zeigen, ist die Werkstattprogrammierung häufig wirtschaftlicher als andere Programmierverfahren, insbesondere die AV-Programmierung. Dieser Vorteil wird in der nächsten Zeit noch größer werden, da mit einem weiter zunehmenden Programmierkomfort, der ja für die Wirtschaftlichkeit der Werkstattprogrammierung maßgeblich ist, zu rechnen ist.

Damit wäre eine wichtige Voraussetzung gegeben, wieder mehr Kreativität, Verantwortung und Motivation an den Arbeitsplatz "Automatisierte Werkzeugmaschine" zurückzuholen. Das Selbsterstellen der Werkstückprogramme einschließlich ihrer Optimierung eröffnet dem Maschinenbediener alle Möglichkeiten zur Entfaltung seiner Eigeninitiative. Darüber hinaus verbleibt das vorhandene fachliche Potential in der Werkstatt und wird zudem laufend aktualisiert. Von den Steuerungs- und auch Werkzeugmaschinenanbietern wird darüber hinaus das Argument angeführt, daß die qualifizierte Personalkapazität während des automatischen Arbeitsablaufes weitgehend ungenutzt bleibt und es daher naheliegt, die untätige Bereitschaftszeit mit der Programmierung des nächsten Werkstücks auszufüllen. Das wäre immer dann besonders zu empfehlen, wenn die Teilebeschickung automatisch ablaufen würde.

Bei einer rein betriebswirtschaftlichen Bewertung könnte man diesem Argument zustimmen. Es wird allerdings bezweifelt, daß es einem Maschinenbediener zuzumuten ist, an der laufenden Maschine zu programmieren, da seine Aufmerksamkeit dann teilweise von dem ablaufenden Bearbeitungsprozeß, wenn auch unerschwerlich, in Anspruch genommen ist. Erst wenn ein automatisch ablaufender und selbstüberwachter Automatikbetrieb gegeben ist und zudem der Programmierplatz keinen Sicht- und Geräuschkontakt zur Maschine hat, sollte eine Parallelprogrammierung ermöglicht werden. Die höheren Anforderungen sollten dann allerdings durch eine höhere Bezahlung ausgeglichen werden.

Die Werkstattprogrammierung eröffnet somit neben den wirtschaftlichen auch personelle Vorteile. Die AV-Programmierung wird auch weiterhin, insbesondere für größere Betriebe, ihre Bedeutung behalten, zumal sie bei komplexen Werkstückgeometrien häufig das einzig mögliche Programmierverfahren ist.

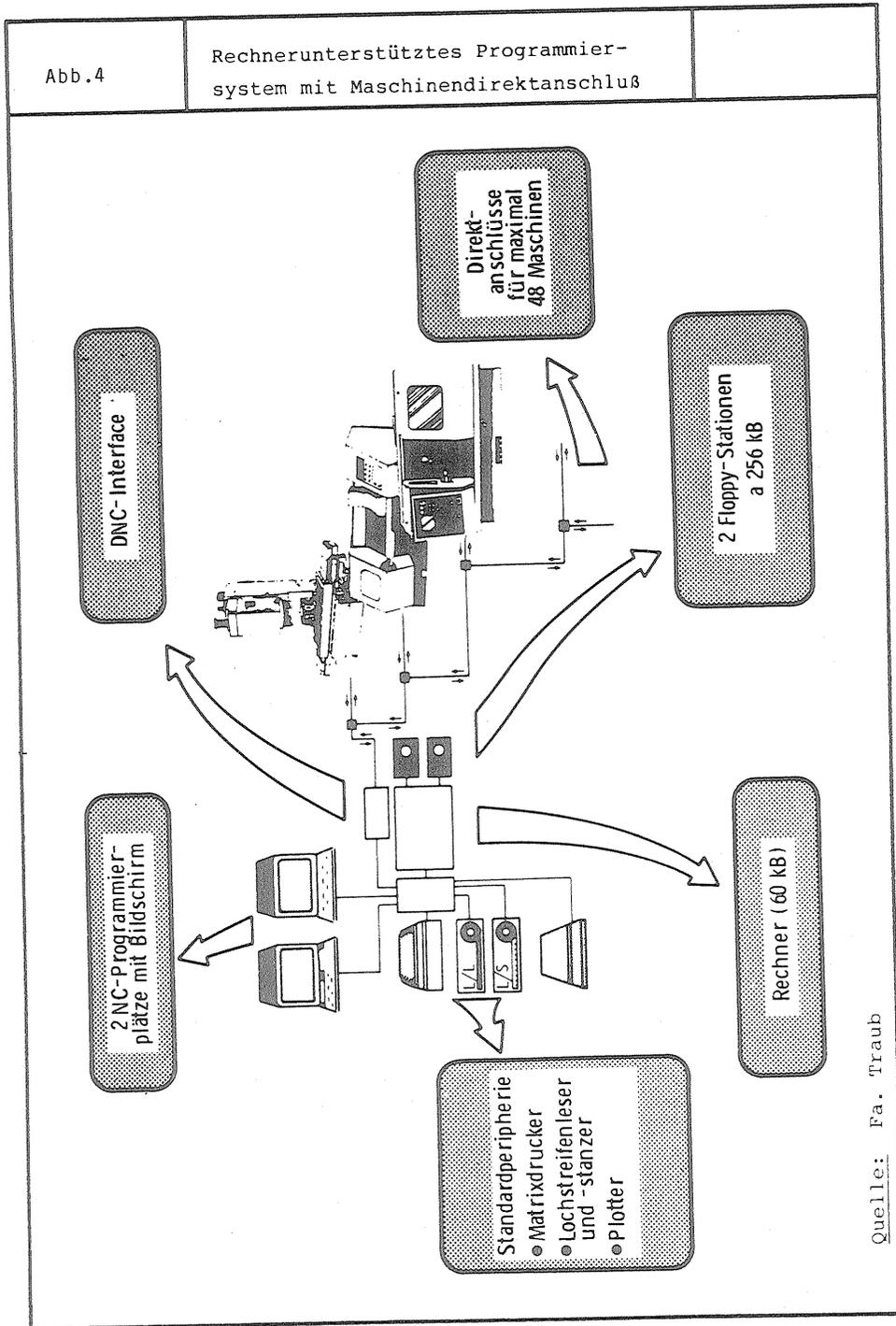
DNC- und Rechnerverbundsysteme

Wie vorstehend mehrfach dargelegt, schreitet die Rechnerentwicklung jedoch stetig und mit einer großen Geschwindigkeit voran. Die heute vielfach begrüßte Möglichkeit, durch CNC-Werkzeugmaschinen mit Handeingabesteuerung die Arbeit in der Werkstatt wieder anspruchsvoller zu gestalten, wird sich mit großer Wahrscheinlichkeit schon in naher Zukunft als verfehlt herausstellen. Das Stichwort heißt in diesem Zusammenhang: Direct Numerical Control (DNC).

In einem DNC-System zur direkten Steuerung von mehreren NC-Maschinen übernimmt ein frei programmierbarer Rechner die NC-Programmverwaltung und -verteilung für die NC-Maschinen (8). Da der Rechner auch die Programmierung bzw. die Erstellung der NC-Programme übernehmen kann, ergeben sich weitere, betriebswirtschaftlich gemessene Vorteile (Abb. 4):

- NC-Programmverwaltung
- Betriebsdatenerfassung und -verarbeitung
- Gleicher technologischer Standard für alle Maschinen
- Zentrale Terminsteuerung und -überwachung

In Zusammenhang mit einer automatischen Zu- und Abführung von Werkstücken und Werkzeugen sowie einem selbstüberwachten und -geregelten Automatikbetrieb wird der Mitarbeiter an der Maschine noch zum Einfahren des ersten Werkstücks, zur Beobachtung der Anlage und zur Durchführung von nicht automatisierbaren Resttätigkeiten wie Grat- und Spänebeseitigung benötigt. Bei Vorhandensein von genügend großen Werkstück- und Werkzeugspeichern sowie von Überwachungsstrategien ist auch ein automatischer Betrieb ohne Bedienpersonal für mehrere Stunden pro Tag einschließlich der Pausenzeitüberbrückung möglich.



Die so gewonnene Nutzungszeit der kapitalintensiven Maschinen einschließlich ihrer Verkettung ist aus betriebswirtschaftlichen Bewertungsmaßstäben sogar zwingend notwendig. Der nächste logische Schritt bei der Rationalisierung im Bereich der Fertigung wird eine Integration der einzelnen Automatisierungssysteme durch CIM-Strukturen sein. CIM = Computer Integrated Manufacturing wird zu einer sehr weitgehenden Eliminierung des Menschen aus dem Fertigungsprozeß führen. Dabei werden nicht nur das Fertigen selbst, sondern auch das Lagern, Transportieren, Handhaben, Montieren sowie das Messen und Kontrollieren in einem CIM-System integriert sein.

Zusammenfassung und Ausblick

Die NC-Technik wird weiterhin an Umfang im Bereich der Klein- und Mittelserienfertigung zunehmen. Daneben wird die Integration einzelner NC-Stationen auch in Transferstraßen fortschreiten. Die Werkstattprogrammierung ist gegenüber der AV-Programmierung dann im Vorteil, wenn komfortable Handeingabesteuerungen verwendet werden und die Werkstückgeometrien nicht zu komplex sind. Damit kann wieder eine größere Integration von Arbeitsschritten erreicht werden, die den arbeitenden Menschen zwar stärker fordern, ihm jedoch auch eine größere Zufriedenheit geben können.

Es steht jedoch zu befürchten, daß die Werkstattprogrammierung, zumindest die Programmierung direkt an der Maschine, derzeit lediglich einen Zwischenschritt zur menschenarmen, automatischen Fabrik darstellt.

Literaturverzeichnis

Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen im VDMA:

Statistik zur Produktion numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen. Frankfurt/M. 1983.

Autorenkollektiv (FhG-ISI,
IAB, IWF):

Der Einsatz flexibler Fer-
tigungssysteme.
Hrsg.: Projektträgerschaft
Fertigungstechnik.
KfK-PTF 41, Karlsruhe 1982.

Stute, G.:

Numerische Steuerungen für
Werkzeugmaschinen.
wt-Z ind. Fertigung 72
(1982), Nr. 5, S. S91 -
S96.

Waller, S.:

Internationaler Stand der
Steuerungstechnik und tech-
nischer Informationsverar-
beitung. wt-Z ind. Ferti-
gung 73 (1983), Nr. 5,
S. 287 - 290.

Lay, G., Boffo, M.,
Lemmermeier, L.:

Beurteilung der Wirtschaft-
lichkeit von CNC-Drehma-
schinen unter organisato-
rischen Gesichtspunkten
Hrsg.: Projektträgerschaft
Fertigungstechnik.
KfK-PTF 72, Karlsruhe 1983.

Rempp, H., Boffo M.,
Lay, G.:

Wirtschaftliche und sozia-
le Auswirkungen des CNC-
Werkzeugmaschinensatzes.
RKW-Schriften zum Thema
Arbeits- und Sozialwirt-
schaft Nr. 758, Eschborn
1981.

Hammer, H.:

Technische, wirtschaftliche
und personelle Aspekte der
Werkstattprogrammierung.
Tischvorlage zur Gemein-
schaftssitzung VDW-HGF,
Bad Nauheim 1979.

Weck, M.:

Werkzeugmaschinen, Band 3.
VDI-Verlag, Düsseldorf
1982.

Jörg-Peter Pahl
Bernd Vermehr

Überlegungen zu einer Technik-Didaktik

Aufgezeigt am Beispiel der neuen Technologie "CNC-Werkzeug- maschine"

Die Inhalte von Unterricht orientieren sich häufig nur an dem, was von den Schülern später im Beruf an Qualifikationen erwartet wird. Gefragt wird in der Schule nicht nach einem Bildungsziel, von dem aus die dafür notwendigen Fertigkeiten abgeleitet werden, sondern die im Betrieb vorgefundenen Tätigkeiten bestimmen das, was gelernt werden soll. Wenn sich dann noch die Ausbildungsinhalte aufgrund ständiger Neuerungen in der betrieblichen Praxis verändern, ist die Not häufig groß. Gerade bei der rasanten Entwicklung der CNC-Technik gewinnen sog. prozeßunabhängige Qualifikationen an Bedeutung, und es bedarf eines pädagogischen Konzepts, damit nicht Inhalte vermittelt werden, die morgen schon wieder veraltet sind.

Jörg Peter Pahl und Bernd Vermehr legen mit ihrem Aufsatz nun erste sog. technikkdidaktische Überlegungen zu einem Unterricht vor, der nicht der Faszination von Technik erliegt, der sich außerdem nicht an fachlichen und beruflichen Einzeldisziplinen orientiert und Technik nur als angewandte Naturwissenschaft begreift. Stattdessen sollen die Organisationsprobleme der Technik stärker berücksichtigt und politisch-ökonomischen Zusammenhänge reflektiert werden (NÖLKER, 1979).

Unter Technik-Didaktik verstehen die Autoren deshalb eine Unterrichts-Planung, bei der sowohl technische als auch gesellschaftliche Aspekte ganzheitlich zusammengefaßt und darüber hinaus die Sinnggebung und Gestaltung von Technik thematisiert werden.* (Red.)

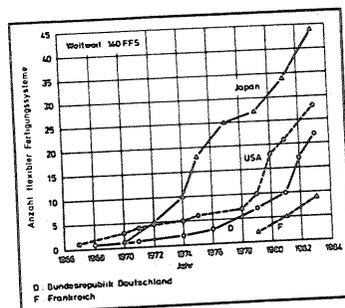
*) Die folgende Darstellung ist Teil einer umfassenderen Ausarbeitung der Autoren mit dem Titel: "Technikkdidaktische Ansätze zur Qualifikationsentwicklung durch neue Technologien". Er wurde verfaßt für die Fortbildungsveranstaltung "Arbeit ohne Menschen oder menschliche Arbeit?" Pädagogische Woche, Bremerhaven 1985.

Technikdidaktisch begründete Auswahl von Inhalten

Zuerst sei eine These vorangestellt:

Tätigkeitsanalysen der in der technischen Welt in starkem Maße zu verrichtenden Arbeiten an Geräten und Maschinen reichen allein als Auswahlkriterium von Lehr- und Lerninhalten nicht aus.

Rechnergestützte Maschinen und auch Roboter sind bereits in großem Umfang in der Fertigung eingesetzt. Dennoch scheint sich die Entwicklung zusehends zu beschleunigen. Dieses wird auch schon beim Einsatz flexibler Fertigungssysteme, in die u. a. CNC-Werkzeugmaschinen und CNC-Roboter integriert sind, erkennbar.



Einsatz flexibler Fertigungssysteme

Das Faktum des häufigen Einsatzes von technischen Maschinen und Anlagen kann nicht allein als bestimmendes Auswahlkriterium dienen, will man nicht in den vielfach beobachtbaren Fehler verfallen, der bei der Einführung von Mikrocomputern in letzter Zeit in den Schulen auftrat. Dabei kann man feststellen, daß z. T. aufgrund des großen Anschaffungsdrucks, der durch Medien oder Industrie ausgeübt wurde und wird, ohne ein genuin didaktisches Konzept oder genauerer Begründung Maschinen und Geräte gekauft werden und damit oftmals nur pädagogischer Aktivismus veranstaltet wird.

Auch rechnergestützte Maschinen sind erstmal selbst nur ein weiterer technischer Gegenstand. Um mit den Termini der Bildungstheoretiker zu sprechen, muß zuerst gefragt werden, ob dieser Gegenstand zu einem Bildungsinhalt werden kann. Die Auswahl als Ausbildungsgegenstand erscheint sinnvoll, wenn man sich klarmacht, daß durch den Einsatz dieser Maschine im Gegensatz zur NC-Maschine die Chance für den Facharbeiter eröffnet wird, ein breiteres Spektrum an Arbeiten auszuführen und damit dem Teufelskreis der zerstückelten Arbeit zu enttrinnen. Das Rationalisierungskuratorium der Deutschen Wirtschaft (RKW 1981) hat verschiedene CNC-Maschinen-Arbeitsplätze untersucht und die dort verrichteten Tätigkeiten aufgeführt. Die dabei erhaltenen Ergebnisse sind tabellarisch aufgeführt.

CNC-Arbeitsplatztyp	Tätigkeiten							
	Programmieren	Einrichten	Optimieren	Korrigieren	Beschicken	Entladen	Bedienen	Überwachen
A	○	○	○	●	●	○	●	○
B	○	○	○	●	●	○	○	○
C	○	●	●	●	●	○	○	○
D	●	●	●	●	●	●	○	○

Legende:
 Von Maschinenbediener wird
 ○ nicht
 ○ teilweise
 ● vollständig
 der betreffende Tätigkeitskomplex ausgeführt.

Tätigkeitsinhalte von CNC-Maschinenbediener-Arbeitsplätzen

RKW 1981

Auf der Horizontalen sind die Tätigkeiten Programmieren, Einrichten, Optimieren, Korrigieren, Beschicken, Entladen, Bedienen, Überwachen, Kontrollieren und auf der Vertikalen verschiedene Arbeitsplatztypen an CNC-Maschinen aufgeführt. Deutlich wird, daß die Ausfüllung mit den einzelnen Tätigkeitsmerkmalen vom Arbeitsplatz abhängig ist. Insbesondere der Arbeitsplatztyp "D" ist wegen der Vielfalt der vollständig vom Maschinenbediener ausgeführten Tätigkeitskomplexe

vom berufspädagogischen Standpunkt nicht nur wegen der Breite der Anforderungen interessant. Vergleichbares scheint auch für das Arbeiten mit Industrierobotern zu gelten.

Untersucht man eine solche Auflistung von Tätigkeiten, die nach Funktionskomplexen wie Programmierfähigkeiten, Einrichtfähigkeiten, Beschick- und Entladetätigkeiten, Programmoptimierung und Korrekturfähigkeiten, Bedienungs- und Überwachungstätigkeiten, Kontrollfähigkeiten und Nebentätigkeiten gegliedert ist (LAY/BOFFO 1984, S. 81), so können aus den Verrichtungen prozeßunabhängige und prozeßabhängige Qualifikationen entnommen werden.

<p><u>A. Programmierfähigkeiten</u></p> <ol style="list-style-type: none"> Bestimmung d. Koordination u. Hilfsfunktionen, Festlegen d. Schnittwerte, techn. Daten ermitteln Direkteingabe eines Programmes von der Zeichnung in die Steuerung an der Maschine Erstellen einer Programmliste nach Arbeitsplan Programmerstellung nach extern erstellten Programmierhilfen Eintippen von Programmen in die Steuerung Ändern bzw. variieren des Programms aufgrund von Zeichnungsänderungen Ergänzen von Programmen um Bearbeitungsparameter auf der Grundlage von Zeichnungen/Arbeitsplänen 	<p><u>C. Beschick- u. Entladetätigkeiten</u></p> <ol style="list-style-type: none"> Werkstücke gespannt oder ungespannt zur Maschine und von der Maschine wegbringen Werkstücke aufnehmen u. in den Arbeitsraum der Maschine bringen u. nach Bearbeitung aus dem Arbeitsraum der Maschine entnehmen
<p><u>B. Einrichtfähigkeiten</u></p> <ol style="list-style-type: none"> Vertrautmachen mit den Arbeitspapieren Bearbeitungsprobleme mit entsprechenden Stellen besprechen, Einholen zusätzl. Informationen Festlegen der Bearbeitungsfolgen anhand der Werkstattzeichnungen und überprüfen ggf. Ergänzen oder Ändern des Arbeitsplanes Erstellen des Werkzeugplanes mit Werkzeugkatalog oder aus Erfahrung Erstellen des Spannplanes, Art und Anordnung der Vorrichtung und der Lage der Werkstücke (Aufspannskizze) Bereitstellen und Wegbringen von Werkzeugen und Spannmitteln/Vorrichtungen Voreinstellen von Werkzeugen und Spannmitteln Kontrolle der Werkzeugeinstellung, Einsetzen der Werkzeuge Vorbereiten der Spannmittel, Spannelemente und Vorrichtungen aufbauen Einspannen der Werkstücke nach Spannplan oder nach Erfahrung Informationsträger (Lochstreifen usw.) einlegen, zurückspulen, herausnehmen, ausstanzen etc. Nullpunkteinstellung Korrekturschalter lt. Werkzeug- oder Spannplan setzen 	<p><u>D. Programmoptimierungs- u. Korrekturfähigkeiten</u></p> <ol style="list-style-type: none"> Probelauf m. Koordinaten- u. Schnittwertkontr. durchführen (Programm testen) Datenkorrektur des Informationsträgers über Steuerungstastatur bei Programmierfehlern Programmbeeinflussung (-optimierung) über Veränderung von Drehzahl, Vorschub, Eilgang mittels Steuerungstastatur Nullpunkteinstellung aufgrund großer Abweichung(en) der Rohteilgeometrie
	<p><u>E. Bedienungs- und Überwachungstätigkeiten</u></p> <ol style="list-style-type: none"> Werkzeuge wechseln oder aufspannen Beobachten des Arbeitsablaufes Wirrspäne während der Bearbeitung entfernen Überwachen und Beobachten des Betriebszustandes der Anlage Steuern des Bearbeitungsvorganges (notwendige manuelle Tätigkeit) Wiederanfahren des Programms nach Unterbrechung
	<p><u>F. Kontrollfähigkeiten</u></p> <ol style="list-style-type: none"> Kontrolle von Maß- und Oberflächengüte bei der Bearbeitung Kontrolle der fertigen Werkstücke
	<p><u>G. Nebentätigkeiten</u></p> <ol style="list-style-type: none"> Beheben von Störungen Pflegen der Anlage, insbesondere Säubern der Führungsbahnen; Wartung Werkzeuge nachschleifen Werkstücke entgraten Anlernen eines zukünftigen Bedieners Sonstige Nebentätigkeiten

Betrachtet man die Auflistung im Funktionskatalog, so können z. B. die Tätigkeiten

- B 11 Informationsträger (Lochstreifen usw.) einlegen, zurückspulen, ...
- B 12 Nullpunkteinstellung,
- B 13 Korrekturschalter lt. Werkzeug- und Spannplan setzen

zu den prozeßgebundenen oder prozeßabhängigen Qualifikationen führen, während durch

- E 4 Überwachen und Beobachten des Betriebszustandes der Anlage,
- F 1 Kontrolle von Maß- und Oberflächengüte bei der Bearbeitung,
- F 2 Kontrolle der fertigen Werkstücke

prozeßunabhängige Qualifikationen entwickelt werden.

Bei der Beobachtung der Tätigkeiten ergibt sich weiterhin, daß für das Programmieren abstraktes Denken und Analysefähigkeiten gefordert werden, wenn für die CNC-Maschine anhand einer Zeichnung der Bearbeitungsplan entworfen und der zugehörige Lösungsalgorithmus entwickelt werden muß (SPÖTTL 1983, S. 3). Entsprechendes gilt auch für das Arbeiten mit freiprogrammierbaren Industrierobotern.

Die prozeßunabhängigen Qualifikationen werden wegen ihrer weiterreichenden Bedeutung im Unterricht besonders angestrebt.

Reichen die Tätigkeitsanalysen allerdings allein als Auswahlkriterium zur Bestimmung der gesamten Qualifikationen aus, die für eine umfassende berufliche Bildung und Menschenbildung wichtig erscheinen?

Berufliche Bildung kann nicht nur die Summe der aus isolierten Tätigkeiten abgeleiteten Einzelqualifikationen sein.

Es müssen übergreifende, weiterreichende Qualifikationen entwickelt werden, die u. a. auch dazu befähigen, Aufkommen und Einsatz einer neuen Technologie unter breitgefächerten Fragestellungen zu beleuchten. Als wesentliches weiteres Auswahlkriterium für Ausbildungsinhalte bei der Vermittlung

einer neuen Technologie können wirtschaftliche, soziale, humane und politische Bedeutsamkeit für pädagogisch fruchtbare Ausbildungssituationen angesehen werden. Arbeitstechnische Gesichtspunkte und Überlegungen der Rationalisierung können und sollen unter sozialen und humanen Aspekten der Arbeitsplatzgestaltung und Arbeitsvorbereitung diskutiert werden. Der Ausbildungsinhalt muß auch im Hinblick darauf betrachtet werden, inwieweit er die Möglichkeit eröffnet, daß Aspekte der Mitbestimmung bei der Anschaffung solcher Maschinen und die Folgen dieser Anschaffung für den einzelnen Arbeitnehmer hinsichtlich der Arbeitsplatzausfüllung, Weiterbildung und höherer Qualifizierung in den Fragehorizont der Auszubildenden rücken.

Anmerkungen zu einer technikdidaktisch angelegten komplexen Reduktion

Die Vorstellungen zur Vereinfachung von Aussagen, wie sie im wesentlichen von Hering, Grüner und Kirschner getroffen worden sind, haben beim fachdidaktischen Ansatz zweifelsfrei große Bedeutung, sie leisten aber für den Vorgang einer technikdidaktisch begründeten Reduktion wenig. Gerade bei neuen Technologien muß erkannt werden:

"Didaktisch reduzierte Aussagen sollten deshalb nicht als Quasi-Dogmen verkündet werden, sondern den Adressaten müßte bewußt gemacht werden, daß wissenschaftliche Erkenntnisse häufig vorläufig und revidierbar sind. Indem das Reduzierte entproblematisiert und als unantastbare Wahrheit ausgegeben wird, wird mit hoher Wahrscheinlichkeit die Entwicklung von Mündigkeit und wissenschaftlichem Denken verhindert oder erschwert" (LIPSMEIER/HAUPTMEIER/KELL 1975, S. 913).

Das Verfahren der technikdidaktischen oder komplexen didaktischen Reduktion kann damit auch für das Thema CNC-Technik in zwei Verfahrensrichtungen vorgenommen werden. Zunächst sind als Ausweitung um das Fachgebiet alle Wissenschaften aufzulisten, in denen zu dem Bereich rechnergestützter Maschinen Aussagen vorgefunden werden. Damit wird der Gefahr entgegengewirkt, den interdisziplinären Ansatz schon bei

der Reduktion im Keim zu ersticken. Die verschiedenen Einzelaussagen aus dem Bereich der Maschinenteknik und der anderen relevanten Wissenschaften werden dann zu Gesamtaussagen verknüpft, die anschließend erst mit Blick auf die Adressatengruppe faßlich gemacht werden.

Möglichkeiten einer Themenstrukturierung für die Arbeit an CNC-Maschinen

Zu Anfang eine weitere These:

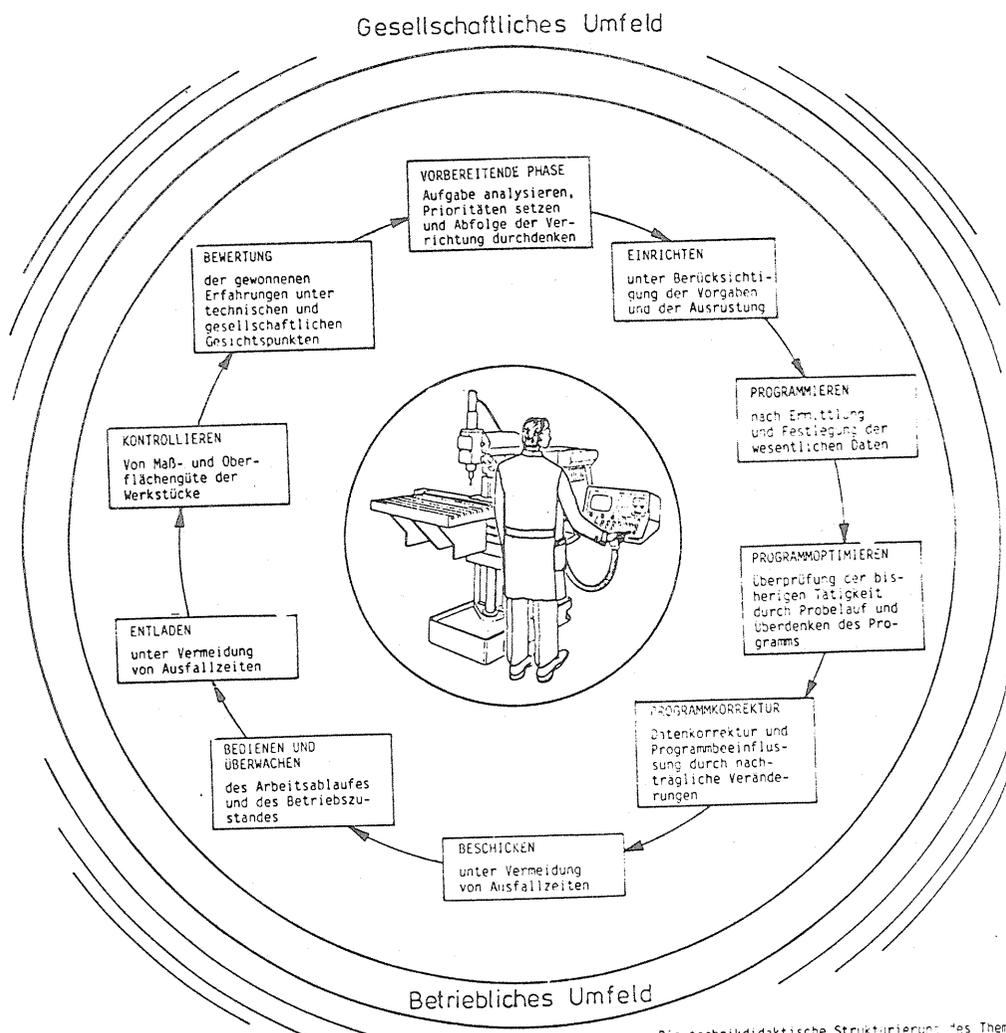
Strukturierungen ermöglichen das Erfassen des Ganzen und eröffnen dem Lernenden die Sicht für weitergehende Betrachtungen.

Bei der Untersuchung der thematischen Strukturierung eines Gegenstandsbereichs, wie z. B. den neuen Technologien, geht es nicht um ein Hineintragen einer vorgedachten Ordnung in die technische Gegebenheit und Wirklichkeit der Probleme der rechnergestützten Maschinen, sondern darum, die Ordnung der in dem über das Technische hinausgehende Thema innewohnenden Phänomene zu entdecken.

Betrachtet man die vorher angesprochenen Tätigkeitsanalysen noch einmal, so kann eine Struktur, z. B. die Abfolge der Tätigkeiten, herausgearbeitet werden. Die einzelnen Tätigkeiten lassen sich zu Funktionskomplexen zusammenfassen (LAY/BOFFO 1984, S. 81). Diese Funktionskomplexe werden für die nachfolgende Struktur chronologisch geordnet.

Der fachlichen Struktur kann aber darüber hinaus - um den entwickelten technik-didaktischen Forderungen zu entsprechen - zum Beispiel eine Sinngabephase oder vorbereitende Phase vorangestellt werden, mit der die Funktion des zu erstellen Werkstückes im Gesamtzusammenhang der Produktion betrachtet und überlegt wird, ob der Arbeitsvorgang an der Maschine in einer Hand bleiben soll und ob das Produkt unter gesellschaftlichen Fragestellungen benötigt oder erwünscht ist. Der Fertigungs- und Tätigkeitsstruktur kann eine Phase nachgeschaltet werden, mit der gefragt wird, ob z. B. andere

Fertigungsverfahren sinnvoller sind, welche Probleme sich aus der Vernetzung der Systeme ergeben, welche Aufgaben eine Arbeitsvorbereitung für die CNC-Maschinen nur übernehmen sollte (Bewertung). Die gesamte Struktur ist didaktisch in die betriebliche Arbeitsorganisation und Sozialstruktur eingebettet. In der Auseinandersetzung mit dem gesamten Umfeld können soziale und humane Qualifikationen entwickelt werden.



Das Strukturmodell für das Fertigungsprogramm zeigt in der Abfolge der Schritte den Zyklus der Fertigung mit einer rechnergestützten Maschine und läßt darüber hinaus das Interdependenzgefüge: Individuum, Fertigungssystem, betriebliches und gesellschaftliches Umfeld deutlich werden. Mit dem Herausheben der Fertigungsstruktur wird zusätzlich als extrafunktionale Qualifikation das Strukturdenken gefördert. Mit diesem Ansatz des Strukturdenkens wird der traditionellen Zuordnung von Aufgaben an den Betrieb und die Schule oder Fachpraxis und Fachtheorie (HOPPE 1984, S. 171) entgegenge-wirkt.

Im Zusammenhang mit dem Strukturierungsansatz kann darüber hinaus auf das Faktum aufmerksam gemacht werden, daß es zukünftig nicht mehr nur um einzelne Werkzeuge oder Maschinen geht, "die für einen klar ersichtlichen Zweck eingesetzt werden, sondern um sozio-technische Systeme, in denen vielfältige menschliche und technische Handlungselemente miteinander verknüpft sind und zu einem vernetzten von außen steuerbaren Zusammenhang verbunden sind" (RAMMERT 1984, S.3).

Medien und Qualifikationsmittel

Zu den Qualifikationsmitteln soll wiederum eine These vorangestellt werden:

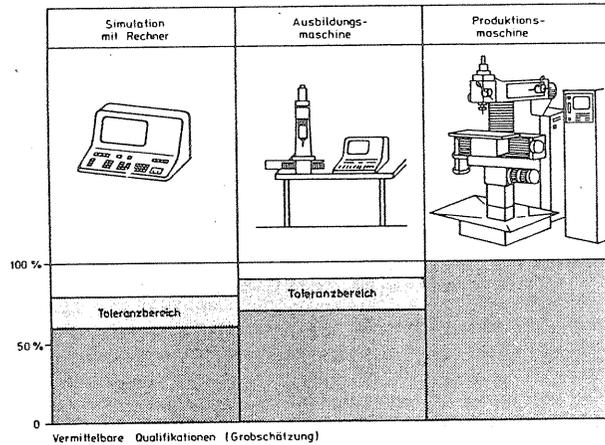
Qualifikationsmittel strukturieren und determinieren das Qualifikationsprofil.

Als Hilfsmittel zum Erwerb der für die Tätigkeit an rechnergestützten Werkzeugmaschinen und CNC-Industrierobotern erforderlichen Qualifikationen stehen heute Simulatoren mit Rechnern, Ausbildungsmaschinen und Produktionsmaschinen neben der weniger praxisbezogenen Papier-Bleistift-Methode und dem Unterrichtsfilm zur Verfügung. Zu den Hilfsmitteln für die Ausbildung an CNC-Maschinen kann man Angaben finden wie:

Mit dem Simulator und Rechner werden 55 - 75 % der für die Tätigkeit erforderlichen Qualifikationen erreicht. Mit der Ausbildungsmaschine werden 75 - 90 %, mit der Produktionsmaschine 100 % der Qualifikationen erreicht.

Diese noch pauschale Angabe macht deutlich, daß die Qualifikationsproblematik differenzierter betrachtet werden muß.

Hilfsmittel zur Vermittlung von CNC-Spezifischen Qualifikationen



Biehler-Baudisch 1984, S. 164

Denn würden mit der Produktionsmaschine 100 % der Qualifikationen erreicht werden, bestände kaum mehr Veranlassung, andere Hilfsmittel einzusetzen. Bei einer isolierten Betrachtung einer Maschine wird außerdem das betriebliche Umfeld, die Gesamtorganisation und das Verhältnis Mensch-Maschine nur wenig in das Blickfeld von Qualifikationsüberlegungen gerückt. Stellt man das Qualifikationsmittel Ausbildungsmaschine unreflektiert in den Mittelpunkt und werden Ziele, Inhalte und Methoden nicht vorher bedacht, so entwickelt das Gerät seine eigene Dynamik. Wird ein bestimmtes Qualifikationsmittel eingesetzt - obwohl das bei der momentanen Ausbildungspraxis schon viel ist - ergibt sich zwangsläufig eine didaktisch-methodische Begrenzung. Um möglichst

viele, auch weiterreichende Qualifikationen zu entwickeln, muß ein pädagogisches Konzept für den Einsatz von Qualifikationsmittel entwickelt werden. Sehr stark auf die fast ausschließliche Vermittlung von Maschinenbedienerqualifikationen sind die Aus- und Weiterbildungsunterlagen der Herstellerfirmen von CNC-Maschinen angelegt. So geht die Aufgabenstellung eines 'Trainingssystems' (DECKEL 1984) dahin, den "Maschinenbediener praxisorientiert mit der CNC-Technik vertraut zu machen". Es wird angestrebt, diejenigen Qualifikationen zu vermitteln, die die Möglichkeiten eröffnen, "schon nach kurzer Zeit an einer NC-Maschine produktiv zu arbeiten und über dieses Erfolgserlebnis die Distanz zur fremden Materie zu verlieren".

Im Rahmen der vom Hersteller gesetzten Ziele und angestrebten Qualifikationen stellt das Medienpaket des Trainingssystems eine optimale Unterlage und Arbeitshilfe dar, vom berufspädagogischen Standpunkt und dem vorher skizzierten technikedidaktischen Ansatz aus gesehen, bleiben aber viele Fragen und Wünsche offen. Auch Schul- und Fachbuchverlage tragen dem Ausbildungsbedarf in der CNC-Technik Rechnung, indem sie die Auflagen einschlägiger Fachbücher aktualisieren oder neue Werke auf den Markt bringen. Ein Großteil der Autoren nimmt zwar die NC- und CNC-Technik in die aktualisierten Auflagen auf, bleibt aber bei der Vermittlung von Informationen stehen. Anders ist das bei speziellen Lehr- und Arbeitsbüchern für die Erstausbildung zum Themenbereich CNC-Technik, die einige Verlage seit kurzem anbieten. In diesem Zusammenhang werden CNC-Roboter allerdings kaum thematisiert.

Bei einem eventuell in Betracht zu ziehenden Einsatz der angesprochenen Medien und Qualifikationsmittel muß genau untersucht werden, ob dadurch konträre Wirkungen zu der angestrebten technikedidaktischen Intention erzielt werden. Allgemein muß gesagt werden, daß Medien und Qualifikationsmittel nur im Zusammenhang mit den entsprechenden Unterrichtsverfahren, die Gestaltungsräume für Schüler und Lehrer lassen, optimal eingesetzt werden können.

Zusammenfassung

Momentan kann noch konstatiert werden, daß viele Vermittlungsstrategien in der Schule und besonders im Betrieb darauf hinauslaufen, vorwiegend rein fachliche und prozeßabhängige Qualifikationen zu vermitteln. Bei einem prozeßgebundenen Ansatz kann die Vielfalt der technischen Erscheinungen und konstruktiven Besonderheiten dazu führen, daß der berufliche Nachwuchs mit fachlichen Sammelsurien 'vollgestopft' wird und alle Energien für ein nur praxisorientiertes, oftmals nur kurzfristig angelegtes Wissen aufgebraucht werden. Mit einem solchen Anhang ist die angestrebte humane Bildung nicht zu erreichen. Mit dem bislang häufig zur Anwendung gekommenen engeren metalltechnisch-fachdidaktischen Ansatz, der Fragen des Stoffes, der Stoffauswahl und des Stoffmengenproblems primär reflektiert, können prozeßabhängige Fertigkeiten vermittelt werden. Dabei ist es möglich, daß wesentliche übergreifende Momente zu wenig berücksichtigt werden. "In der dringend notwendigen Revision beruflicher Bildungskonzepte sollte deshalb der Entwicklung von technisch-sozialen Gestaltungsfähigkeiten anstelle überwiegend reproduzierender Fertigkeiten ein deutlich größeres Gewicht beigemessen werden" (KLOTZ 1983, S. 43).

Durch die Vermittlung der Fachkompetenz allein kann dem angestrebten komplexeren technikdidaktischen Qualifikationsansatz nicht Genüge getan werden. Neben dem Fachlichen sind allgemeine und grundlegende Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten zu vermitteln, die man nicht nur im Beruf gebrauchen kann, sondern die sowohl prozeßunabhängig als auch fächerübergreifend sind.

Wie an den Beispielen der CNC-Technik, der CNC-Roboter-Technik und den flexiblen Systemen aufgezeigt wird, bekommen prozeßunabhängige Qualifikationen verstärkte Bedeutung. Die CNC-Technik und die mit dem Aufkommen der Mikroprozessoren verbundenen Neuerungen stellen damit ein Paradigma für die

immer wieder virulent werdenden Probleme bei der Einführung von neuen Technologien dar. Der technik-didaktische Ansatz greift deshalb weiter als der fachdidaktische, denn die "erforderliche fachliche und soziale Kompetenz, verbunden mit prozeßübergreifenden innovatorischen Qualifikationen, kann in der herkömmlichen beruflichen Bildung - wenn überhaupt - meist nur höchst unzureichend entwickelt werden" (KLOTZ 1983, S. 43).

Mit dem technikdidaktischen Ansatz, der interdisziplinär und humanorientiert ist (NÖLKER 1979, S. 43 f.), sollen ausgehend von dem technologischen Kern zusätzlich wirtschaftliche, soziale, ergonomische, medizinische, arbeitswissenschaftliche und ökologische Aspekte - um nur einige zu nennen - punktuell erarbeitet werden, und zwar immer dann, wenn sich eine solche ausweitende Betrachtung anbietet. Der technikdidaktische Angang trägt dazu bei, Qualifikationen zu vermitteln, um die komplexe technische Welt und das zugehörige Umfeld zu erfassen, Fähigkeiten zu abstrahieren, Phänomene auf den Begriff zu bringen, Informationsfülle strategisch zu ordnen und zu strukturieren und damit im Beruf und in Lebenssituationen kritisch, flexibel und souverän zu operieren. Vergleichbares meinen Gerds, Rauner, Weisenbach mit der Feststellung:

"Technische Bildung in diesem Sinne umfaßt nicht nur die Fähigkeit, beschreiben zu können, wie ein technischer Gegenstand aufgebaut ist und wie konkrete Technik funktioniert, oder anhand von physikalischen und chemischen Modellen 'erklären' zu können, welche inneren naturwissenschaftlich begründeten Zusammenhänge dahinter stecken, sondern insbesondere die Fähigkeit, sich damit auseinandersetzen zu können, welche Folgen und Auswirkungen Technik auf den eigenen Arbeitsplatz haben könnte, warum diese und keine andere technische Lösung (Technik) sich durchgesetzt hat, warum sie keine andere Gestalt hat und welche Interessen und gesellschaftlichen Zwecke mit der Realisierung verfolgt werden" (GERDS/RAUNER/WEISENBACH 1984, S. 41):

Gewonnen werden mit einer solchen technischen Bildung Einsichten "in grundlegende technische Möglichkeiten sowie in

technische, ökonomische, soziale und politische Auswirkungen der neuen Technologien" (TULODZIECKI/BREUER/HAUF 1983, S. 120).

Bei der Behandlung eines Themas aus dem Bereich einer neuen Technologie geht es darum, über die rein fachlichen Inhalte und engeren beruflichen Verrichtungen hinaus, den extrafunktionalen und auch den exemplarischen Charakter, das Allgemeine, das Fundamentale herauszuarbeiten. Es kann bei Berücksichtigung eines weitergefaßten didaktischen Konzepts möglich sein, daß sich Inhalte und Strukturen legitimieren, weil damit die Anwendung universaler physikalischer, mathematischer, wirtschaftlicher, politischer Sachverhalte verdeutlicht werden kann. Bei dem Plädoyer für die Entwicklung prozeßunabhängiger Qualifikationen muß im Blick behalten werden, daß abstrakte, extrafunktionale Qualifikationen auch einen Januskopf zeigen, wenn sie durch Werte, Interessenausrichtungen, Motiv- und Normengebung dem Arbeitenden einerseits zwar die reibungslose Anpassung an den Arbeitsvollzug ermöglichen, andererseits als unspezifische Qualifikationen die betriebliche Autoritätsstruktur stützen und den Arbeitnehmer tendenziell entmündigen.

Für die technischen Fächer der Berufsschule und der betrieblichen Ausbildung dominieren bislang die für den Lernenden weniger Freiraum bereitstellenden Unterrichtsverfahren 'Lehrgang' und das fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräch. Andere, weniger häufig praktizierte Verfahren, bei denen sich der Lernende stärker selbst in den Lernprozeß einbringen kann, geben mehr Freiräume und scheinen eher für einen fächerübergreifenden und handlungsorientierten Angang geeignet zu sein. Zu nennen wären hierbei die Konstruktions- und Nacherfindungsaufgabe, die Funktions- und Fertigungsanalyse, das technische Schülerexperiment, die Fallstudie, das Projekt und die Betriebsbesichtigung mit Aspekterkundung. Anzumerken ist, daß das technikdidaktische Vorgehen teilweise auch eine Verallgemeinerung beruflicher Bildung zur Folge hat.

Berufsbildung dient nicht nur der Berufsqualifizierung, sondern liefert auch einen Beitrag zur 'individuellen' Bildung. Es geht bei den didaktischen Entscheidungen, will man dem Kanon der bisherigen Inhalte diejenigen der neuen Technologien nicht nur additiv hinzufügen, darum, einerseits den beruflichen Kern zu belassen, andererseits herkömmliche Inhalte auf ihre Validität hin zu untersuchen und insbesondere sowohl prozeßunabhängige als auch interdisziplinäre und weiterreichende Inhalte herauszuschälen.

Mit einem technikdidaktischen Vorgehen müssen sowohl kurzfristige als auch mittel- bis langfristige Entscheidungen getroffen werden. Ein komplexer technikdidaktischer Ansatz, der interdisziplinär und humanorientiert angelegt ist, bei dem an typischen metalltechnischen Verfahren und adäquaten Unterrichtsverfahren prozeßunabhängige, fächerübergreifende, unspezifische und innovatorische Qualifikationen erworben werden, trägt zur beruflichen Flexibilität und Mobilität und darüber hinaus auch zur Bewältigung von außerberuflichen Lebenssituationen bei.

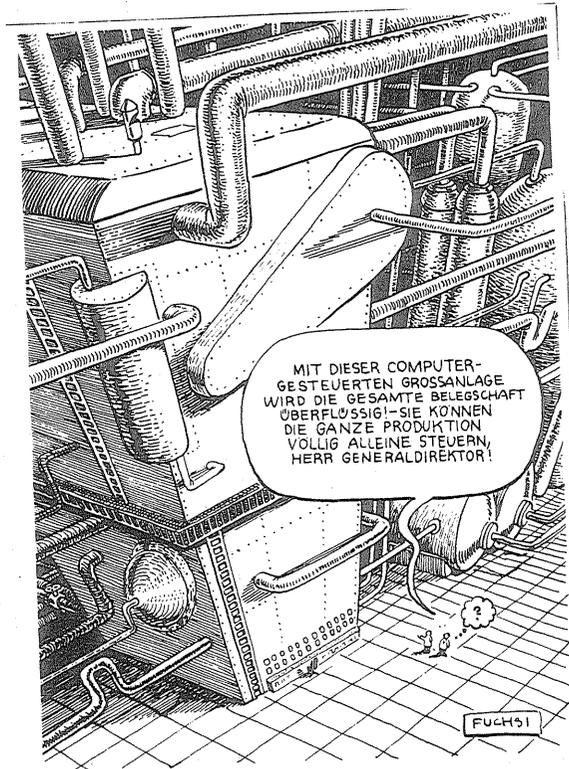
Noch immer gelten die Forderungen des Deutschen Bildungsrates von 1974:

- "- Die Qualifikationen sind in einen gefügehaften Zusammenhang zu bringen.
- Bisher noch sehr spezialisierte Qualifikationen sind so anzureichern, daß sie aus der Isolierung zu anderen Qualifikationen heraustreten können.
- Bisher noch sehr allgemeine Qualifikationen sind so anzureichern, daß mit ihnen die Aufnahme einer beruflichen Tätigkeit und eines weiterführenden Bildungsganges im Umkreis der gewählten fachlichen Schwerpunkte ermöglicht wird.
- Das Gefüge der Qualifikationen muß dauerhaft und entwicklungsfähig zugleich sein" (DEUTSCHER BILDUNGSRAT 1974, S. A 67).

Literaturverzeichnis

- Biehler-Baudisch, H.: Auswirkungen der Mikroelektronik auf die Erstausbildung in der Metalltechnik - ein Projektbericht. In: M. Hoppe, H.-H. Erbe (Hrsg.): Neue Qualifikationen - alte Berufe; rechnerunterstütztes Arbeiten und Konsequenzen für die Berufsausbildung, Wetzlar 1984
- Deckel, F.: Trainingssystem, Ausbildungsmaterialien für die NC-Praxis, München 1983
- Deutscher Bildungsrat: Zur Neuordnung der Sekundarstufe II, Bonn 1974
- Gerds, P./Rauner, F./Weisenbach, K.: Lernen durch Handeln in der beruflichen Bildung. In: Handlungslernen in der beruflichen Bildung, Wetzlar 1984
- Hoppe, M.: CNC-Ausbildung in Betrieb und Schule - Beschreibungen von Ausbildungsstätten. In: M. Hoppe, H.-H. Erbe (Hrsg.): s. o.
- Klotz, U.: Mikrocomputereinsatz in der industriellen Fertigung. In: W. Martin, F. Rauner, Mikroelektronik und berufliche Qualifikation, Wetzlar 1983
- Lay, O./Boffo, M.: Qualifikationen von CNC-Facharbeitern als Ergebnis von Tätigkeitsanalysen. In: M. Hoppe, H.-H. Erbe (Hrsg.): s. o.
- Lipsmeier, A./Kell, A./Hauptmeier, G.: Zur didaktischen Reduktion wissenschaftlicher Aussagen. In: Die Deutsche Berufs- und Fachschule, Heft 12, 1975
- Nölker, H.: Strukturprinzipien einer Didaktik der Technik. In: W.E. Traebert (Hrsg.): Technik als Schulfach, Düsseldorf 1979

- Nölker, H.: Technik und Bildung - Überlegungen zur Problematik und Begründung einer allgemeinen Didaktik der Technologie. In: B. Bonz, A. Lipsmeier (Hrsg.): Allgemeine Technikdidaktik - Bedingungen und Ansätze des Technikunterrichts, Stuttgart 1980
- Pahl, J.-P.: Veränderungen der Qualifikationsanforderungen durch die CNC-Technik - Technikdidaktische Ansätze zur Qualifikationsentwicklung durch neue Technologien. In: M. Hoppe, H.-H. Erbe (Hrsg.): s. o.
- Rammert, W.: Arbeitswelt - Herausforderung des Bildungssystems. In: arbeiten + lernen, Heft 36, Seelze 1984
- RKW-Studie: Wirtschaftliche und soziale Auswirkungen des CNC-Werkzeugmaschineneinsatzes, Studie des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung, Eschborn 1981
- Spöttl, G.: Anforderungen an numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen für die Ausbildung und inhaltliche Vorschläge für eine CNC-Grundausbildung im Rahmen der Erstausbildung für Metallberufe. In: technicdidact, 1 -2/83
- Spur, O./Specht, D.: Arbeit in der Fabrik der Zukunft. In: M. Hoppe, H.-H. Erbe (Hrsg.): s. o.
- Tulodziecki, G./Breuer, K./Hauf, A.: Konzepte für das berufliche Lehren und Lernen, Bad Heilbrunn/Obb 1983



Berichte

Kathrin Balmer
Philipp Gonon
Martin Straumann

Innovation und Qualifikation

Neue Technologien und Facharbeit in der Maschinen- und Elektrobaugewerbeindustrie

Wenn in dieser Zeitschrift vom Technologiewandel am Arbeitsplatz die Rede ist, so geschieht das meistens unter der Fragestellung, wie sich die Berufsschule dieser Herausforderung zu stellen hat. Selten genug aber wird der Versuch unternommen, sozusagen vor Ort zu gehen und zu gucken, wie die direkt Betroffenen am Arbeitsplatz mit den neuen Technologien zurechtkommen. Mit dem folgenden Beitrag veröffentlichen wir deshalb die Ergebnisse einer Untersuchung zu den Auswirkungen des Technologiewandels auf die Berufsbilder in der Maschinen- und Elektrobaugewerbeindustrie. Im Vordergrund dieser Untersuchung, die 1985 von drei damaligen Studenten/innen des pädagogischen Seminars der Universität Bern gemacht worden ist, standen zwei Generationen von Facharbeitern, die eine Lehre als FEAM (Fernmelde- und Elektronikapparate-Monteur) oder als Mechaniker absolviert hatten. (Red.)

Wie erlebt der Facharbeiter den technologischen Wandel? Welche Berufswege bleiben ihm noch offen? Wie geht der Facharbeiter mit dem raschen Wandel und den betrieblichen Rationalisierungen um und wie begegnet er den neuen Anforderungen?

Zur Beantwortung dieser Fragen wurden insgesamt 58 Facharbeiter aus sechs Großbetrieben der Maschinen- und Elektrobaugewerbeindustrie in der deutschen Schweiz intensiv befragt.

Neben Gruppengesprächen wurden hauptsächlich Einzelgespräche über die Arbeitstätigkeit, die Berufsbiographie und die Freizeitaktivitäten geführt. Die Interviewpartner wurden aus 350 schriftlich durchgeführten Kurzumfragen ausgewählt. Drei Kriterien bestimmten unsere Auswahl: wir konzentrierten uns auf eine jüngere und ältere Generation von Mechanikern und FEAM, auf die verschiedenen Einsatzbereiche im Betrieb und

auf den subjektiven Problemdruck in bezug auf den erlebten technologischen Wandel.

Einsatzbereiche von FEAM und Mechanikern

Insgesamt ist eine zunehmende Verdrängung der Facharbeiter festzustellen. Dabei ist diese Entwicklung gerade beim FEAM - wo der technologische Wandel rasch und stetig vor sich geht und die Veränderungen in den Arbeitsprodukten stattfinden (Produktinnovation) - weit fortgeschritten: von Lehrlingen und Werkmeistern abgesehen, ist der FEAM aus dem unmittelbaren Produktionsbereich verschwunden. Schwerpunktartig hat er entweder zur Ingenieur Tätigkeit hinübergewechselt und/oder ist in Einsatzbereichen tätig, die mit leitenden Funktionen verbunden sind, d. h. es zeigt sich eine starke vertikale Mobilität.

Obwohl sich die beschriebene Schleuderbewegung aus der unmittelbaren Produktion heraus gerade beim jüngeren Mechaniker ebenfalls beobachten läßt, so ist doch - anders als beim FEAM - das Produktionszentrum beim Mechaniker immer noch ein wichtiger Einsatzbereich. Im wesentlichen ist dies darauf zurückzuführen, daß der technologische Wandel beim Mechaniker vorwiegend die Arbeitsmittel verändert (Prozessinnovation). Eine solche Veränderung stellt beispielsweise der Übergang von der konventionellen Drehbank zum computergesteuerten Bearbeitungszentrum dar. Der Mechaniker ist eher horizontal mobil, d. h. er wechselt häufiger zwischen Einsatzbereichen ohne Vorgesetztenfunktion. Vertikal steht ihm meist nur die Werkmeisterkarriere offen, neuerdings zunehmend auch der Aufstieg von der Werkstatt in die NC-Programmierung. Gerade an den Berufsbiographien älterer Mechaniker und ehemaliger Werkmeister wird deutlich, daß der Aufstieg in Einsatzbereiche mit Vorgesetztenfunktion vor späteren Wechslen (und Versetzungen) nicht schützt.

Die erwähnte Schleuderbewegung aus der Produktion heraus ist ein Resultat von Rationalisierungsprozessen, die ihrerseits

die Notwendigkeit bedingen, den angestammten Einsatzbereich nach einiger Zeit zu wechseln. Daraus entsteht für den einzelnen ein struktureller Anpassungsdruck, der sich vornehmlich in Form eines Zwanges zur beruflichen Weiterbildung manifestiert. Besonders krass kommt dieser Zugzwang beim FEAM zum Ausdruck, ist jedoch in abgeschwächter Form auch beim Mechaniker erkennbar.

Welchen Anforderungen und Hindernissen begegnet der Facharbeiter im Laufe seines beruflichen Werdeganges?

Der erwähnte strukturelle Anpassungsdruck bezieht sich nicht nur auf die unmittelbare Arbeitstätigkeit, sondern findet seinen Niederschlag auch im beruflichen Werdegang und in der biographischen Perspektive des einzelnen Facharbeiters. Aus unserem biographischen Material geht hervor, daß die jungen FEAM und Mechaniker häufig bereits zu Beginn ihres beruflichen Werdeganges in Schwierigkeiten geraten, da sie sich in ihren Erwartungen und Ansprüchen an die künftige Berufstätigkeit getäuscht sehen. Insbesondere beim FEAM fällt auf, daß das von zu Hause oder vom Berufsberater mitgebrachte und meist veraltete Berufsbild selten mit der erlebten beruflichen Realität übereinstimmt. Diese Diskrepanz zwischen beruflichen Erwartungen und Vorstellungen einerseits und angebotener Arbeitssituation andererseits, löst häufig im Verlauf der Lehrzeit eine tiefere Motivationskrise aus. Ausweg aus der Krise ist oft der Entschluß, gleich nach Lehrabschluß eine weiterführende Schule (meist Technikum) zu besuchen.

Chancen zu einem befriedigenden Überleben im Beruf hat heute im allgemeinen nur derjenige, welcher sich um den Preis erheblicher Anstrengungen auf Kosten der Freizeit weiterbildet. Wer keine entsprechenden Maßnahmen trifft, nimmt meist eine erhebliche Einschränkung seiner beruflichen Perspektiven in Kauf.

Generell zeigt sich die Tendenz, daß es im Laufe des technologischen Wandels für den Berufsmann zunehmend schwieriger

geworden ist, als Facharbeiter eine kontinuierliche Beziehung zu seiner Tätigkeit aufzubauen und seine berufliche Entwicklung den persönlichen Vorstellungen und Bedürfnissen entsprechend zu gestalten. Diesen Prozeß - der eng mit der Ausbildung beruflicher Identität verknüpft ist - nennen wir die Entwicklung einer biographischen Linie. Wie vor allem die Berufsbiographien älterer Mechaniker zeigen, kann eine bereits ausgebildete Linie auch direkt durch den technologischen Wandel beendet werden. Eine biographische Linie ist beim FEAM meist nur noch über einen beruflichen Aufstieg realisierbar. Eine ähnliche Tendenz zeichnet sich auch beim Mechaniker ab.

Neben einer hohen Weiterbildungsbereitschaft läßt sich heute im Hinblick auf die Entwicklung einer biographischen Linie auch eine Verschärfung der Anforderungen an sozialkommunikative Fähigkeiten und biographische Analyse und Planungskompetenzen feststellen. Für die Erhaltung einer Linie ist darüber hinaus eine hohe Flexibilität in der Linienführung und adäquates soziales Wissen über den Betrieb erforderlich.

Neue Technologien: Sackgasse oder Gewinn für den einzelnen Facharbeiter?

Gerade die Erzählung von - in unseren Intensivinterviews erhobenen - beruflichen Biographien erlaubt es, die mehrfach untersuchte Frage, ob der technologische Wandel die bisherige Facharbeit entwertet oder nicht, aus einer anderen Perspektive zu beleuchten: nämlich aus der Sicht der betroffenen Facharbeiter selber. Erst aus dieser Warte wird begreiflich, warum beispielsweise die Arbeit an einer CNC-Fräsmaschine (computergesteuerte, programmierbare Werkzeugmaschine) nicht generell als Auf- oder Abwertung bisheriger Tätigkeit bezeichnet werden kann. Denn während der einzelne Maschinenmechaniker die Bedienung einer CNC-Maschine als notwendigen Lernschritt in Kauf nimmt, etwa um später einmal in die technische Programmierung mit entsprechenden Weiterbil-

dungsbemühungen zu gelangen, fühlt sich ein anderer an der gleichen Maschine als Opfer einer Umstrukturierungsmaßnahme, die ihm unterfordernde und mit Streß verbundene Arbeit beschert hat. Es sind also nicht allein objektive Bedingungen wie Einsatzbereich, Produktionsprozeß, technische Schranken und Möglichkeiten am Arbeitsplatz, geeignete Aus- und Weiterbildungsstrukturen und - sehr wichtig - Arbeitsorganisation entscheidend, ob die Konfrontation mit den neuen Technologien als Herausforderung und Gewinn, oder eben als Sackgasse erlebt wird. Bestimmend für den Umgang mit dem technologischen Wandel sind auch eine Reihe subjektiver Faktoren, wie die bisherigen schulischen Erfahrungen, die Weiterbildungsbereitschaft, berufliche Identität und sozialkommunikative Kompetenzen (im Sinne eines Aushandelns von Arbeitsbedingungen und -rollen im Umgang mit Vorgesetzten und Kollegen).

Aus den von uns erhobenen Biographien konnten wir drei Typen im Umgang mit Rationalisierung herausarbeiten: Der Rationalisierungsgewinner, der Rationalisierungserdulder und der Rationalisierungsausweicher.

Tendenziell fällt auf, daß Rationalisierungsgewinner bei Mechanikern aus einer schmalen Schicht bestehen und sich vorwiegend aus jüngeren Facharbeitern mit einer klaren beruflichen Perspektive und hohen Investitionen in die berufliche Weiterbildung (berufsbegleitende Schulen, Abendtechnikum) zusammensetzen. Rationalisierungsgewinner verfügen über eine ausgeprägte sozial-kommunikative Kompetenz und zeichnen sich durch einen offensiven Umgang mit neuen Technologien aus. Ihr Lernstil ist eher schulisch-theoretisch ausgeprägt.

Eher ein kleinerer Teil von FEAM, aber eine breite Schicht von einigen jüngeren und vor allem vielen älteren Facharbeitern ist bei den Rationalisierungserdulden anzutreffen. Sie zeichnen sich durch ein ausgesprochenes Handwerkerbewußtsein aus, ihr Lernstil ist eher praxisorientiert. Fehlende Ausbildungs- und Weiterbildungsstrukturen wie auch z. T. eigene Barrieren, oft geprägt durch frühere negative Schulerfahrungen,

erschweren ihnen einen offensiven Umgang mit neuen Technologien. Sie erleben ihren heutigen Arbeitsplatz als unterfordernd und einschränkend, entsprechend fühlen sie sich in einer beruflichen Sackgasse.

Die Rationalisierungsausweicher schließlich sind Facharbeiter, welche in bezug auf die Entwicklung ihrer beruflichen Perspektive eine Flexibilität an möglichen Lösungen an den Tag legen und fähig sind, sich eine berufliche Nische zu suchen, die ihrer Arbeits- und Lernweise liegt und die ihnen eine Absicherung gegen Dequalifizierung und Einbuße an beruflichem Status gewährt. Viele Mechaniker, aber auch einige FEAM, sind bei diesem Rationalisierungstyp anzutreffen.

Aus- und Weiterbildung: mit Abendkursen und Heimcomputern?

Wie aus den von uns erhobenen Biographien deutlich zum Ausdruck kommt, können die durch neue Technologien veränderten Arbeitsprozesse nicht mehr "en passant" durch ein "learning by doing" vom Lehrling und Facharbeiter erfaßt und begriffen werden. Dies setzt ein Anwachsen der schulischen Anteile der beruflichen Aus- und Weiterbildung voraus. Instruktion und Einüben in der Berufsschule, im Einführungskurs, in der betrieblichen und/oder öffentlichen Lehrwerkstätte.

Neue Technologien erfordern hybride Fähigkeiten, welche drei Komponenten beinhalten, die in der Lehre gleichgewichtig vermittelt werden sollten: Einerseits werden die handwerklichen Fähigkeiten und vor allem das Geschick und Verständnis traditioneller Arbeit als Hintergrundwissen nach wie vor eine wichtige Rolle spielen. Daneben gewinnen fertigungstechnische Kenntnisse und Produktionswissen zunehmend an Bedeutung, schließlich auch Kenntnisse in der Informatik, um Digitalsteuerungen zu verstehen, zu bedienen und zu programmieren.

Erst in neuester Zeit beginnen die Betriebe, z. T. die neuen technologischen Entwicklungen und die damit verbundenen Erfordernisse in die Ausbildung zu integrieren. Die Weiterbil-

dungsmöglichkeiten für ältere Facharbeiter in den Betrieben sind allerdings immer noch sehr bescheiden. Trotz eigeninitiativen Bemühungen - so die Aussagen einiger vor allem älterer Befragter - finden nur wenige einen adäquaten fachlichen Zugang zu den neuen Technologien. Oft sind sie auf Weiterbildungsangebote von privaten Institutionen oder Schulen angewiesen. Neue Technologien haben nicht nur Schichtarbeit in der Produktion wieder verstärkt ermöglicht, es muß auch wieder vermehrt abends, in der Freizeit gelernt werden. Die Sorge um den Erhalt der Qualifikation geht über die Arbeitszeit hinaus. Heimcomputer und Abendkurse begleiten die betriebliche Innovation. Die in den Abendkursen angebotene Weiterbildung entspricht jedoch oft nicht den Bedürfnissen der Facharbeiter. Außerdem besteht die Gefahr, daß der hohe persönliche Aufwand in der Freizeit die Entfremdung eher erhöht und die Entwicklung beruflicher Identität erschwert. Aus diesen Gründen sollte berufliche Weiterbildung vorwiegend während der Arbeitszeit erfolgen und von Berufsschulen, sowie betrieblichen und öffentlichen Lehrwerkstätten getragen sein.

Kurzrezension

Manfred Hoppe, Heinz.-H. Erbe (Hrsg.): Rechnergestützte Facharbeit. Wetzlar 1986

(Bezug durch: Werner-von-Siemens-Schule, Projekt Druck, Seibertstr. 6, 6330 Wetzlar/Lahn, DM 15,-- zuzüglich Porto und Verpackung)

Die Facharbeit an rechnergesteuerten Werkzeugmaschinen (CNC), die rechnergestützte Erstellung von Fertigungsunterlagen (CAD) und die Arbeit in flexibel automatisierten Fertigungssystemen (FFS) stellen an die Beschäftigten neue Anforderungen. Gefordert werden besonders Qualifikationen, die Bereiche traditionellen Facharbeiterwissens mit Elementen elektronischer Informationsverarbeitung verknüpfen.

In diesem Buch wird von den Veränderungen in der Produktion und ihren Wirkungen auf die Facharbeit berichtet. Es werden Entwürfe und Konzeptionen vorgestellt, die derzeit in Betrieb und Schule entwickelt oder bereits erprobt werden.

Im ersten Kapitel wird zunächst der Versuch unternommen, den Begriff der Facharbeit - insbesondere der rechnergestützten Facharbeit - zu beschreiben. Sodann werden technische und arbeitsorganisatorische Entwicklungen vorgestellt unter dem Leitmotiv, inwieweit sie eine Kompetenzerhaltung und -erweiterung der Werkstatt gegenüber einer zentralgeführten Fertigung ermöglichen. Es geht hier insbesondere um Klein- und Mittelbetriebe der Metallindustrie und des -handwerks, die gegenwärtig noch zwischen 50 % und 80 % Facharbeiter in ihrer Belegschaft haben.

Im zweiten Kapitel werden wichtige technikdidaktische Grundpositionen diskutiert und daran anschließend Probleme des Einsatzes solcher Ausbildungsmittel beschrieben, mit denen Qualifikationen vermittelt werden können, die für den Umgang mit rechnergestützten Maschinen erforderlich sind.

Im dritten Kapitel werden Materialien und Ausbildungskonzepte zum beruflichen Lernen für rechnergestützte Facharbeit vorgestellt. Mit der Einführung der CNC-Technik wird die

Hoffnung verbunden, daß über die maschinentypischen Bedienerfähigkeiten hinaus auch allgemeine Fähigkeiten, wie z.B. das Planen, Entwerfen, Überwachen und Kontrollieren, wieder größere Bedeutung bekommen. Deshalb wird zunächst der Entwurf eines Lehrplans zur Neuordnung der industriellen Metallberufe im besonderen dahingehend untersucht, inwieweit in ihnen Qualifikationen angelegt sind.

In den darauf folgenden Beiträgen werden Beispiele der Ausbildung für rechnergestützte Facharbeit vorgestellt aus den Bereichen CAD, CNC, Fertigungszellen und Fertigungssysteme. Das vierte Kapitel enthält eine Auswahl kommentierter Literatur und Informationen über Modellversuche.

Mit der Herausgabe des vorliegenden Buches wird die 1984 in dem Buch "Neue Qualifikationen - Alte Berufe? Rechnerunterstütztes Arbeiten und Konsequenzen für die Berufsausbildung" begonnene Diskussion fortgesetzt. Leitfrage ist: In welche Richtung und in welchem Umfang muß berufliches Lernen in Schule und Betrieb verändert werden, um der Facharbeit im Beschäftigungssystem eine höhere Wertigkeit zu geben, welche Anstrengungen muß die schulische und betriebliche Berufsausbildung machen, um die Technologieentwicklung im Sinne einer persönlichkeitsfördernden Arbeitsgestaltung beeinflussen zu können?

Wolfhard Horn

**Bericht über unsere Veranstaltungen und unsere Mitglieder-
versammlung bei den 'Hochschultagen BERUFLICHE BILDUNG' in
Essen vom 01.10.1986 - 04.10.1986**

Trotz immer schwierigerer äußerer Bedingungen ist es uns auch in Essen wieder gelungen, sowohl eine sehr erfolgreiche Fachtagung, als auch einen hochinteressanten und - wie wir hoffen - folgenreichen Workshop durchzuführen. Die Veranstaltungen waren mit insgesamt über 200 Teilnehmern gut besucht, wobei der Workshop etwas aus den Nähten platzte, obwohl wir schon eine rege Beteiligung erwartet hatten.

Das Interesse an unseren Veranstaltungen lag nicht zuletzt an den engagierten Referenten, durch die alle aktuellen, bedeutenden didaktischen Konzepte in der Elektrotechnik-Lehre hervorragend vertreten waren. Ihnen sei an dieser Stelle ein herzlicher Dank gesagt.

Für die Leser von 'lehren & lernen', die an den Veranstaltungen nicht teilnehmen konnten, möchte ich besonders auf den Tagungsreader hinweisen, in dem die meisten Beiträge enthalten sind. Dieser Reader kann zum Preis von DM 10,-- bezogen werden bei:

Ludger Deitmer
c/o Universität Bremen
- FB 11 -
Postfach 33 04 40
2800 Bremen 33

Der Reader macht deutlich, wie wir das Problem 'Veränderte Technik - Veränderte Qualifikation - Veränderte Berufsbildung' in der Fachtagung aufgearbeitet haben. Besonders in der zweiten Veranstaltungsfolge ergab sich dabei in Essen eine kontrovers-produktive Verarbeitung der Beiträge. Der Workshop stand in der Tradition der Entwicklung der Fachdidaktik in

der Elektrotechnik. Während wir nach den ersten kritischen Hinweisen von Nölker auf die defizitäre Situation der Technikdidaktik von Jahr zu Jahr immer deutlicher erkennen mußten und auch präziser beschreiben konnten, wie berufliche Bildung in der Elektrotechnik das Machen von Technik, das Nachdenken über Technik und das Erleiden von Technik auf unterschiedliche Personen und gesellschaftliche Gruppen aufteilt, haben wir nun begonnen, nach Wegen zu suchen, wie dies alles im Kopf einer denkenden Person zusammenzuführen ist, die allein dadurch die Möglichkeit hat, kritische Verantwortung zu übernehmen. Unter diesem Zielanspruch wurde in Essen besonders das von Felix Rauner entwickelte Konzept 'Technikgestaltung' diskutiert, und es zeichneten sich interessante Perspektiven ab, die im kommenden Jahr in einem Auswertungsband dargestellt werden.

Bemerkenswert war besonders beim Workshop eine Atmosphäre, die streckenweise mit der 'Kirche von unten'-Organisation bei Kirchentagen verglichen werden kann. Der immer erschreckendere Widerspruch zwischen 'High Tech' und 'Low Tech' wurde ebenso angeprangert, wie die blinde Panik, mit der einer quasi schicksalhaften Eigendynamik der technischen Entwicklung mit einem 'training on the job' hinterhergehetzt wird, das zwar allerorten als Berufsbildung verkauft wird, diesen Namen aber nicht im entferntesten verdient.

In dem Meer von offiziellen 'technischen Kirchentagen', in dem mit Chip-Chip-Hurra-Rufen unsere Bildungstradition ersäuft wird, haben wir begonnen, Rettungsboote auszusetzen.

Die Atmosphäre setzte sich auch in unserer gut besuchten Mitgliederversammlung fort und begründete sicher zum großen Teil das beachtliche Engagement, auch gegen restriktive äußere Bedingungen eine gute Pädagogik zu betreiben. Die Wahlen in der Mitgliederversammlung brachten einige Veränderungen. So habe ich z. B. nicht mehr für das Amt des Sprechers kandidiert. Ich bedanke mich an dieser Stelle für die vielfältige Unterstützung, die ich in den vier Jahren unseres Bestehens

erfahren habe. Wir haben in Friedhelm Eicker, der das Amt ab Februar 1987 ausübt, einen sehr geeigneten Nachfolger.

Ich wünsche ihm die Kraft, die Fortune und die Unterstützung, die notwendig sind, um die Arbeit unserer Bundesarbeitsgemeinschaft weiter erfolgreich zu gestalten.

Die Namen und Adressen der gewählten Sprecher und Landesvertreter werden im folgenden abgedruckt, damit die Ansprechadressen bekannt werden:

- | | | |
|-----------------------|--|--|
| Sprecher (ab 1.2.87): | Friedhelm Eicker
(z. Z. Südkorea) | |
| stellv. Sprecher: | Siegmar Schnabel
Staatliche Berufsschule für Energietechnik - G 10
Museumstr. 19
2000 Hamburg | Ulrich Siebald
Lenaustr. 33 A
3500 Kassel |
| Bayern: | Günter Hörlein
Destouchesstr. 61
8000 München 40 | Franz Schlammer
Bayrischzeller Str. 30
8000 München 90 |
| Berlin: | Gerhard Karweg
Oberstufenzentrum für Energietechnik
Goldbeckweg 8-14
1000 Berlin 20 | Hartmut Wiedemann
Theresenweg 13
1000 Ber.in 27 |
| Bremen: | Günter Langenhan
Fröbelstr. 29
2820 Bremen 70 | |
| Hamburg: | Klaus Segelke
Möwenring 2F
2000 Schenefeld | Gerhard Nobis
Graf Kalkreuth Str. 7
2105 Seevetal 1 |
| Hessen: | Ulrich Siebald
Lenaustr. 33 A
3500 Kassel | Hans-Otto Vesper
Waldstr. 14
6259 Brechen 3 |

Nieders.:	Bernd Lübben Am Wachholder 36 3000 Hannover 91	Hg. Meyer Institut für Elektrische An- lagen und Fach- didaktik der Elektrotechnik Lange Laube 32 3000 Hannover
Nordr. Westf.:	Albert Schmidt Am Berg 24 5100 Aachen	Norbert Meyer BFZ - Essen Postfach 120011 4300 Essen 12
Rheinl. Pf.:	Achim Eberhard Emil-Jakob-Weg 16 6550 Bad Kreuz- nach	Peter Siebert Im Selztal 10 6501 Stackeden- Elsheim
Saarl.:	Helmut Ulmer Lerchenweg 25 6654 Kirkel 3	
Schl. Holst.:	Peter Krüß Marienhöhe 177 2085 Quickborn	Rainer Möller Heinrich Mann Ring 66a 2400 Lübeck

Autorenverzeichnis

Kathrin Balmer:	arbeitet freiberuflich in der Erwachse- nenbildung in der Schweiz
Wolfgang Coy:	Hochschullehrer an der Universität Bre- men, Fachbereich Informatik, Schwerpunkt Systemanalyse und Algorithmierung
Henning Genschow:	Hochschullehrer an der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel, Fachgebiet Betriebliche Informationstechnik
Philipp Gonon:	Assistent am Pädagogischen Seminar der Universität Bern
Wilhelm Koch:	Berufsschullehrer an der Werner-von- Siemens-Kollegscheule in Köln-Deutz, Fach Elektrotechnik
Jörg-Peter Pahl:	Studiendirektor an einer Berufsschule, Fachseminarleiter für Metall- und Ma- schinentchnik am Staatlichen Studien- seminar Hamburg
Hans-Jobst Siedler:	wissenschaftlicher Mitarbeiter am Heinz- Piast-Institut für Handwerkstechnik an der Universität Hannover, Leiter des Arbeitskreises "Mikrocomputer"
Martin Straumann:	Assistent am Pädagogischen Seminar der Universität Bern, arbeitet an einem mehr- jährigen Forschungsprojekt zur Berufs- bildung
Bernd Vermehr:	Oberstudienrat an einer Hamburger Be- rufsschule

Redaktioneller Hinweis

Seit dem 1. Oktober hat "lehren und lernen" einen neuen Redakteur. Jörg Henschen hat die Aufgaben der Schriftleitung für zunächst ein Jahr von Ludger Deitmer übernommen, der aufgrund anderer Tätigkeiten in den letzten Monaten immer weniger Zeit für die Zeitschrift fand.

Ab sofort wird "lehren und lernen" wieder regelmäßig mit vier Heften pro Jahr erscheinen.

Aufgrund gestiegener Papier- und Druckkosten sehen wir uns allerdings wegen unserer äußerst knappen Kalkulation gezwungen, den Abonnementpreis von DM 26,-- auf DM 32,-- für 4 Hefte zu erhöhen (= DM 5,60 pro Heft + DM 2,40 für Porto, Versand und Abo-Verwaltung; das Einzelheft kostet weiterhin DM 8,-- + Porto und Versand). Wir bitten um Verständnis.

Ganz wichtig ist uns in diesem Zusammenhang der Hinweis auf die regelmäßige Zahlung der Abonnementgebühren. Beiliegend finden Sie die Rechnung für die nächsten 4 Hefte (9 - 13). Wir möchten Sie bitten, den Betrag umgehend zu begleichen, da wir sonst in arge finanzielle Bedrängnis kommen. Bitte vergessen Sie nicht, die Rechnungsnummer = Abo-Nummer anzugeben.

Beitrittserklärung (Bitte deutlich schreiben)

Ich bitte um Aufnahme in die Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufspädagogen der Fachrichtung Elektrotechnik. Mit der Aufnahme beziehe ich die periodisch erscheinende Zeitschrift 'lehren & lernen' die von der Bundesarbeitsgemeinschaft herausgegeben wird. Es entsteht mir damit ein Kostenbeitrag für vier Hefte über DM 32,-- (incl. Verpackung und Versand), der mir von der Universität Bremen in Rechnung gestellt wird.

Datum:
.....
Unterschrift

Name: Vorname:

Dienstanschrift:

..... Telefon:

Privatanschrift:

Absenden an:

Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufspädagogen
der Fachrichtung Elektrotechnik
Wolfhard Horn
Kollegschule Köln
Eitorfer Str. 22 - 24
5000 Köln

Bestellung (Bitte deutlich schreiben)

Ich möchte die Reihe 'lehren & lernen' beziehen, ohne Mitglied der Bundesarbeitsgemeinschaft zu sein. Ich beziehe damit vier Hefte zum Preis von DM 32,-- (incl. Verpackung und Versand).

Ich bestelle das Einzelheft Nr.: mit dem Titel

zum Einzelpreis von DM 8,-- (zusätzl. Verpackung und Versand).

Datum:
.....
Unterschrift

Anschrift:

Auszug aus dem Gründungsprotokoll der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik

1. Die Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik ist ein Zusammenschluß von Lehrern, Ausbildern und Hochschullehrern, deren Aufgabengebiete Unterricht, Ausbildung, Lehre und Forschung im Rahmen der beruflichen Fachrichtung und des Berufsfeldes Elektrotechnik sind.
2. Ziel dieser Arbeitsgemeinschaft ist es, berufliche Bildungspraxis, vor allem im Berufsfeld Elektrotechnik, weiterzuentwickeln. Diesem Zweck dienen insbesondere
 - die Analyse von Unterricht/Ausbildung in ihren Inhalten und Formen, institutionellen, gegenständlichen, rechtlichen, ökonomischen, technologischen und politischen Bedingungen,
 - die Entwicklung neuer Formen und Inhalte für Unterricht/Ausbildung,
 - die Weiterentwicklung der Ausbildung des Lehrpersonals,
 - der überregionale Austausch von Erfahrungen und Ergebnissen zwischen den Bildungseinrichtungen sowie zwischen beruflicher Bildungspraxis, Lehrerbildung, Forschung und Bildungsverwaltung,
 - die Entwicklung und Vorbereitung von Materialien für berufliches Lernen, soweit diese eine innovative Qualität haben,
 - die Veröffentlichung einschlägiger Literatur (Didaktik beruflichen Lernens, Qualifikationsforschung, Ergebnisse aus Modellversuchen usw.), soweit diese das Berufsfeld bzw. die berufliche Fachrichtung Elektrotechnik betrifft.
 - die Veröffentlichung von Empfehlungen zu Fragen und Problemen beruflicher Bildung im Berufsfeld Elektrotechnik und der Ausbildung von Lehrern/Ausbildern der beruflichen Fachrichtung Elektrotechnik.
3. Die Arbeitsgemeinschaft wirkt mit bei der Durchführung der Hochschultage BERUFLICHE BILDUNG - in der Regel durch die Gestaltung des eigenen Tagungsbereiches.
4. Die Arbeitsgemeinschaft wählt zweijährig einen Sprecher und dessen Vertreter sowie Landesvertreter aus jedem Bundesland. Die Landesvertreter stellen die inhaltliche und organisatorische Verbindung zwischen der Bundesarbeitsgemeinschaft und den Ländern her. Sie initiieren eine Beteiligung der Länder an der Reihe 'lehren & lernen'. Die Verantwortung für die Gestaltung der Reihe verbleibt beim dafür vorgesehenen Beirat.
5. Es können Beiräte für besondere Aufgaben gewählt werden. Ein ständiger Beirat wird für die Herausgabe von Materialien und Literatur gewählt.
6. Der Sprecher vertritt die Arbeitsgemeinschaft im Koordinierungsausschuß der Arbeitsgemeinschaft Hochschultage BERUFLICHE BILDUNG.

Eine Zeitschrift für alle, die in

- betrieblicher Ausbildung,
- berufsbildender Schule,
- Hochschule und Erwachsenenbildung,
- Verwaltung und Gewerkschaften

im Berufsfeld Elektrotechnik tätig sind.

lehren & lernen erscheint vierteljährlich, Bezugspreis DM 32,-
pro 4 Hefte / zuzügl. Verpackung und Versand (Einzelheft DM 8,-)

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 Heftnummern sind bisher erschienen:

- 1: Projektunterricht
- 2: Grundlagen der Elektrotechnik
- 3: Mikroelektronik und berufliche Bildung
- 4: Integrierter Unterricht
- 5: Integration der Technik-Integration der Berufe
- 6: Energietechnik
- 7: Elektronik verstehen
- 8: Facharbeit

Über 500 Abonnenten von lehren & lernen haben sich bereits in der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik zusammengeschlossen.

Auch Sie können Mitglied in der Bundesarbeitsgemeinschaft werden. Sie erhalten dann lehren & lernen zum **ermäßigten Bezugspreis von DM 32,-** pro 4 Hefte inclusive Versand. Weitere Verpflichtungen bestehen nicht.

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