

- [6] Der Fortschritt darf nicht zu unseren Lasten gehen. In: Der Gewerkschafter 5/1976, S. 10
- [7] Heub erger, A. und Eder, A.: Anwendung von Mikroprozessoren. In: Elektrotechnische Zeitschrift (etz-b), Bd. 29, Heft 12/1977
- [8] Mikroprozessoren und Mikrocomputer. Hrsg.: Rationalisierungskuratorium der Deutschen Wirtschaft, Frankfurt/Main, 1977
- [9] Buschhaus, D.: Problemanalyse zur Neuordnung der Berufsausbildung für technische Zeichner, 2. Teil: Auswirkungen der rechnerunterstützten Zeichnungserstellung. Bundesinstitut für Berufsbildung Berlin, Manuskriptdruck, 1978
- [10] Textverarbeitung: Schneise durch die Sprachbarriere. In: Manager-Magazin, Nr. 12/1977
- [11] Kemp, T.: Arbeitspapier zu Auswirkungen des technischen Sprunges bei der Entwicklung von Mikroprozessoren auf die berufliche Bildung. Bundesinstitut für Berufsbildung, Berlin, vom 14. Juni 1977
- [12] Folberth, Otto G. und Bleher, J. Hartmut: Grenzen der digitalen Halbleitertechnik. In: Nachrichtentechnische Zeitschrift (ntz), Bd. 30, Heft 4/1977, S. 307
- [13] Der Anpassungszwang. In: Informationsdienst des Instituts der deutschen Wirtschaft, Nr. 6/1978, S. 6

Dieter Buschhaus / Jörg-Rainer Gerlach

Auswirkungen der elektronischen Datenverarbeitung auf die Ausbildungsordnungen für technische Zeichner

Die Ausbildungsordnungsforschung kann z. Z. noch kein wissenschaftlich in sich geschlossenes Instrumentarium zur Konstruktion von Ausbildungsordnungsentwürfen anbieten. Am Beispiel der technisch-zeichnerischen Ausbildungsberufe sollen existierende Forschungsansätze auf ihre Realisierbarkeit überprüft sowie praxis- und problemorientiert angewendet werden. Dabei muß sowohl der „Ist-Zustand“ als auch die zukünftige Entwicklung berücksichtigt werden. Der Aufsatz stellt einen Abriss der mit diesem Ziel durchgeführten Forschungsarbeiten dar.

Eine wesentliche Aufgabe des Bundesinstituts für Berufsbildung ist die Entwicklung von Ausbildungsordnungen. Im Arbeitsbereich Metalltechnik der Hauptabteilung Ausbildungsordnungsforschung werden wissenschaftlich gesicherte Grundlagen unter anderem auch für die technisch-zeichnerischen Ausbildungsberufe erarbeitet.

In Arbeitskreisen und in Fachausschüssen gemäß § 19 Ausbildungsplatzförderungsgesetz dienen die Forschungsergebnisse als Arbeitsgrundlage für die Novellierung oder Entwicklung von Ausbildungsordnungen. Die bisher vorliegenden Problemanalysen [1] geben einen Überblick über den Stand der gegenwärtigen technischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung sowie Einblick in die konkrete Arbeits- und Ausbildungssituation für folgende Ausbildungsberufe:

Berufs- klasse	Ausbildungs- beruf	Ausbil- dungs- dauer in Jahren	Datum der Aner- kennung	Aus- zubil- dende [2] 1976
6350	Technischer Zeichner	3,5 (in Berlin 3)	6. 5. 64	15 551
6350	Technische Zeichnerin (nur in Berlin anerkannt)	2	—	—
6352	Bauzeichner	3	26. 11. 63	9 093
6352	Teilzeichnerin (in Berlin nicht anerkannt)	2	—	1 179

1. Ergebnisse der Analyse von statistischen Materialien

Eine wesentliche Voraussetzung für die Neuordnung eines Ausbildungsberufs ist die Auswertung des verfügbaren statistischen Materials. Beim technischen Zeichner war dies dadurch erschwert, daß die anerkannten Ausbildungsberufe mit den technisch-zeichnerischen Erwerbsberufen nicht völlig identisch sind. So korrespondieren beispielsweise die Ausbildungsberufe Technischer Zeichner und Technische Zeichnerin mit den Erwerbsberufen Technischer Zeichner und Konstruktionszeichner.

Die Auszubildendenzahlen des letzten Jahrzehnts weisen starke Schwankungen auf (siehe **Abb. 1**). Dies ist vornehmlich auf die konjunkturelle Entwicklung der Wirtschaft zurückzuführen. Zukünftig werden neben konjunkturellen Einflüssen auch technologische wirksam, insbesondere die rechnerunterstützte Zeichnungserstellung.

Der technische Zeichner hat in vielen Bereichen der Wirtschaft sein Betätigungsfeld. Er ist überwiegend in der Industrie, aber auch im Handwerk und im öffentlichen Dienst zu finden. Die Statistik von 1970 erfaßt ihn in 26 Wirtschaftszweigen.

Die Wirtschaftszweige mit den meisten erwerbstätigen technischen Zeichnern sind [3]:

Wirtschaftszweig	Erwerbs- tätige insgesamt	männlich	weiblich
Maschinenbau	23 400	15 700	7 700
Architektur- und Ingenieurbüros u. ä.	21 400	11 300	10 100
Elektrotechnik	10 500	4 400	6 100
Gebietskörperschaften	9 300	5 700	3 600
Bauhauptgewerbe	6 700	4 500	2 200

Neben der horizontalen Mobilität zwischen den Wirtschaftszweigen ist auch eine starke vertikale Mobilität erkennbar.

Abbildung 1
Auszubildende im Vergleich

Verzeichnis der Quellen siehe Problemanalyse zur Neuordnung der Berufsausbildung für technische Zeichner, 1. Teil; Gerlach, Jörg-Rainer, Manuskriptdruck BBF, Apr. 77.

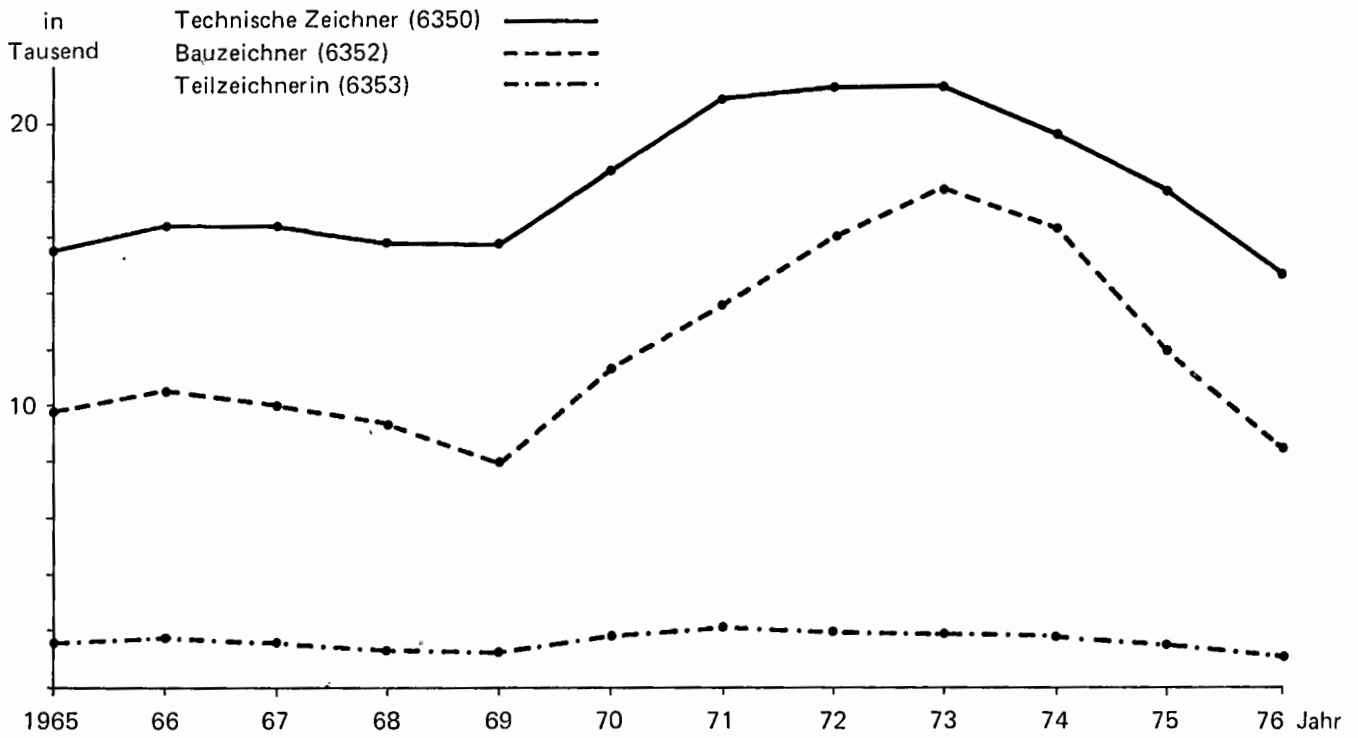
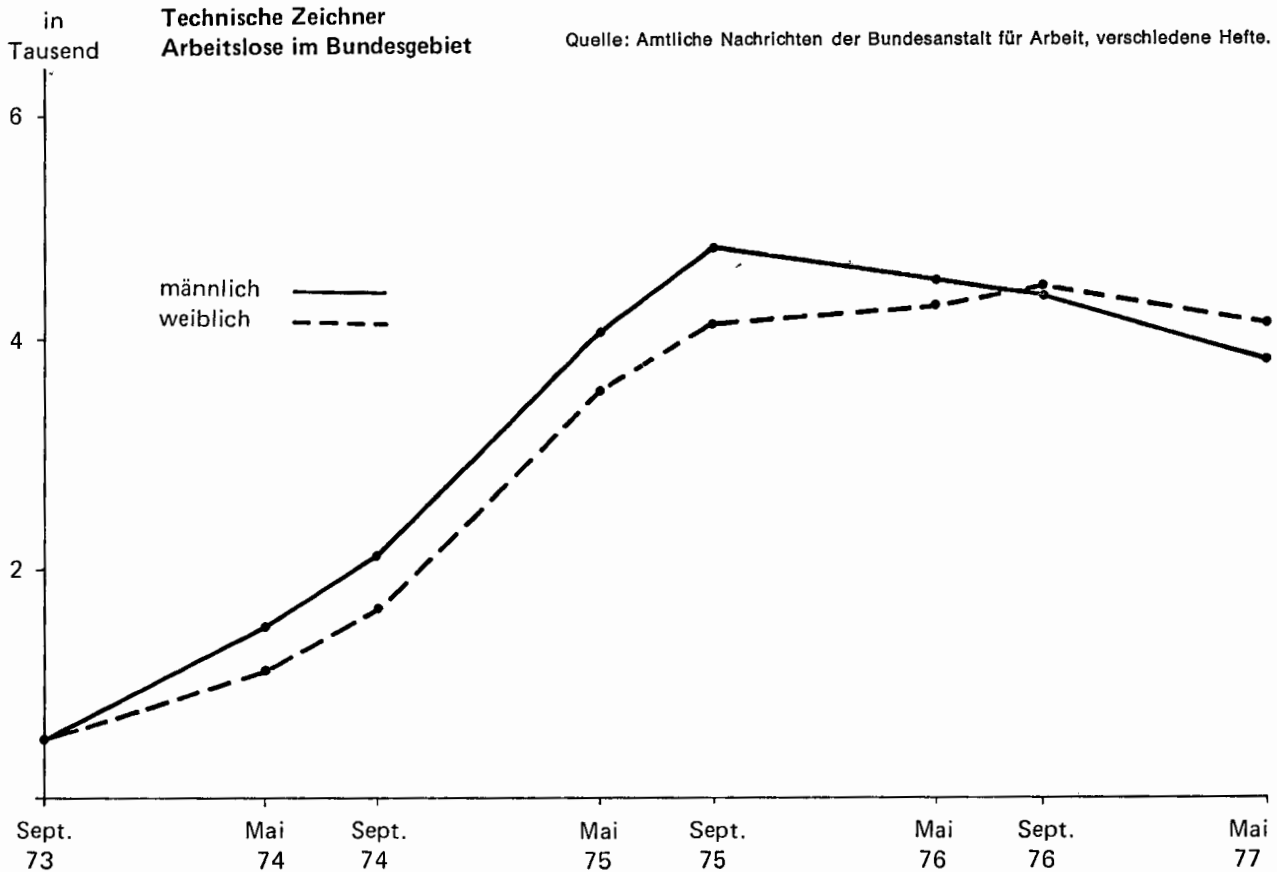


Abbildung 2
Technische Zeichner
Arbeitslose im Bundesgebiet

Quelle: Amtliche Nachrichten der Bundesanstalt für Arbeit, verschiedene Hefte.



Der Beruf kann als „Sprungbrettberuf“ bezeichnet werden. Beispielsweise schafften nach einer schweizerischen Untersuchung 57 % der Maschinenzehner einen beruflichen Aufstieg [4].

Die Möglichkeit einer Erwerbstätigkeit für Frauen ist besonders groß. Ihr Anteil an den erwerbstätigen technischen Zeichnern betrug 1961 31 % und ist 1970 auf über 40 % angestiegen. Die Geschlechterrelation kann sich noch weiter zugunsten der Frauen verändern. Nach dem Urteil von Vorgesetzten könnte der Frauenanteil auf 92 % steigen [5].

Die technischen Zeichner sind überwiegend als Angestellte beschäftigt. Eine bis 1975 zu beobachtende starke Zunahme der Arbeitslosigkeit (siehe **Abb. 2**) hat sich auf hohem Niveau stabilisiert. Obwohl die weiblichen Arbeitnehmer einen geringeren Anteil der Beschäftigten ausmachen, liegt ihre Arbeitslosenquote gegenwärtig über derjenigen der männlichen.

Nach einer Multimomentaufnahme im Konstruktionsbüro eines Werkzeugmaschinenbauunternehmens [6] wurden folgende technisch-zeichnerische Tätigkeiten ermittelt:

— Zeichnen	ca. 40 %
— Ordnen, Diskutieren	ca. 20 %
— dienstliche Abwesenheit Überlegen, Einsichtnahme	ca. 15 %

Darüber hinaus anfallende Tätigkeiten wie Schreiben, Informieren, Berechnen, Telefonieren, Betriebsaufenthalte und Stücklistenherstellung liegen jeweils unter 5 % der Arbeitszeit. Diese Untersuchung zeigt, daß neben den zeichnerischen Fähigkeiten auch planerisch-organisatorische Qualifikationen am Arbeitsplatz verlangt werden.

Die fachlichen und curricularen Bedingungen lassen sich aus den vorgelegten Materialien nicht ausreichend ableiten und begründen. Dazu bedarf es einer Untersuchung der Qualifikationsanforderungen in den für die Ausbildung und Beschäftigung des technischen Zeichners wesentlichen Wirtschaftszweigen. In Zusammenarbeit mit Sachverständigen wurde zu diesem Zweck ein Fragebogen entwickelt, der zur Zeit regional erprobt wird. Mit diesem sollen hauptsächlich Informationen zu den Arbeitsaufgaben und Arbeitsmitteln unter Berücksichtigung der erforderlichen Kenntnisse und Fertigkeiten erfaßt werden. Darüber hinaus sind zukünftige Entwicklungen, insbesondere die rechnerunterstützte Zeichnungserstellung, zu berücksichtigen.

2. Auswirkungen der elektronischen Datenverarbeitung

Zu den neuartigen Technologien, die Auswirkungen auf die Arbeitsplätze und Qualifikationen der Arbeitnehmer haben, gehört auch die rechnerunterstützte Zeichnungserstellung. Im Rahmen der Neuordnung der technisch-zeichnerischen Ausbildungsberufe gewinnt diese Problematik für die Berufsausbildung zunehmend an Bedeutung. Ausgehend von einer Analyse des gegenwärtigen Standes der Technik soll der 2. Teil der Problemanalyse Hinweise auf eine zukunftssichere Ausbildung der technischen Zeichner geben. Dazu muß sowohl die Entwicklung der EDV-Anlagen (Hardware) als auch die der Programmsysteme zur Zeichnungserstellung (Software) untersucht werden.

Die vorhandene Software kann die Möglichkeiten der Hardware noch nicht ausschöpfen. Eine weitere Verbesserung und Verbilligung der EDV-Anlagen wird durch Fortschritte in der Halbleitertechnik erwartet. Mikroprozessoren spielen zur Zeit nur eine untergeordnete Rolle, da ihre Leistungsfähigkeit noch nicht den Anforderungen entspricht. Auf dem Markt werden schon einige vollausgestattete Arbeitsplätze zum rechnerunterstützten Konstruieren und Zeichnen angeboten, die vom Preis her nicht nur für Großbetriebe interessant sind. In wachsendem Maße beeinflussen die Kosten für die Entwicklung der Programmsysteme die Gesamtinvestitionen.

Da es bisher nicht gelang, ein Zeichenverfahren zu entwickeln, das in der Lage ist, mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand alle technischen Gebilde zu erfassen und darzustellen, hat sich eine große Anzahl von Verfahren herausgebildet, die nur in begrenzten Aufgabengebieten rentabel eingesetzt werden können. Neben Programmsystemen, die von den Industriebetrieben speziell für ihre eigenen Produkte konzipiert wurden, entstanden an den Hochschulen Systeme, die in gewissen Grenzen unabhängig von den Erzeugnissen sind.

Dabei kann zwischen

- 2 D-Systemen (zweidimensionale rechnerinterne Abbildung),
- 3 D-Systemen (dreidimensionale rechnerinterne Abbildung) und
- Programmsystemen zur Zeichnungserstellung mit Hilfe von Digitalisierungsgeräten unterschieden werden.

Alle sogenannten 2 D-Systeme erfassen die einzelnen Ansichts- und Schnittdarstellungen gesondert. Sie werden deshalb vorwiegend zum Zeichnen von Objekten eingesetzt, die in wenigen Ansichten und Schnitten dargestellt werden können. Die Vorteile derartiger Programmsysteme hinsichtlich Eingabeaufwand, Rechnerkapazität und Rechenzeit haben zu einer Reihe von erfolgreichen Anwendungsfällen in der Industrie geführt.

Bei den 3 D-Systemen wird durch eine rechnerinterne Abbildung der Objekte die räumliche Struktur mit allen Beziehungen zwischen den geometrischen Grundelementen erfaßt. Auf diese Weise sind beliebige Umwandlungen der Geometriedaten möglich. Folglich lassen sich alle gewünschten Ansichten und Schnitte sowie perspektivische Darstellungen erzeugen. Außerdem kann das rechnerinterne Modell des Objektes so transformiert werden, daß es auch in den vor- und nachgeschalteten Bereichen zur rechnerunterstützten Angebots- und Entwurfsbearbeitung bzw. Materialdisposition und Fertigung dienen kann. Nachteilig ist der sehr hohe Eingabeaufwand und die notwendige große Rechnerkapazität, die für komplexe Gebilde wie beispielsweise Getriebegehäuse gegenwärtig nur in wenigen Betrieben zur Verfügung steht. Aus wirtschaftlichen Gründen ist die automatische Zeichnungserstellung vielfach erst bei einer integrierten Datenverarbeitung vertretbar. Daher wird die Bedeutung der 3 D-Systeme zunehmen, wenn die Rechnerunterstützung auch in die vor- und nachgeschalteten Bereiche eindringt. Bisher ist die industrielle Anwendung nur bei Spezialproblemen gelungen. Im Bereich des Bauwesens wird sie zwar durch die geometrisch einfacheren Objekte begünstigt, doch steht die Struktur dieser Branche einer breiten Anwendung der 3 D-Systeme entgegen.

Mit Hilfe von Digitalisierungsgeräten können grundsätzlich beliebige Objekte aus einer maßstäblichen Entwurfszeichnung erfaßt und anschließend über eine numerisch gesteuerte Zeichenmaschine (Plotter) ausgegeben werden. Bei komplexen Gebilden ist jedoch der Aufwand zur Erfassung der Geometrie relativ hoch. Die erfolgreichen Anwendungsfälle beschränken sich auf wenige Bereiche.

Die theoretischen Probleme der rechnerunterstützten Zeichnungserstellung sind, insbesondere aufgrund der an den Hochschulen durchgeführten Forschungsarbeiten, zum großen Teil gelöst. Dagegen bereitet die Umsetzung der entwickelten Lösungsansätze in die industrielle Praxis noch erhebliche Schwierigkeiten. Abgesehen von einigen Sonderbereichen wie beispielsweise die Erstellung von Rohrleitungsplänen im Chemieanlagenbau, hat sich die Rechneranwendung noch nicht allgemein durchgesetzt. Überall dort, wo die Variantenkonstruktion angewendet werden kann, ist die Möglichkeit des Einsatzes von automatischen Zeichenanlagen gegeben. Beispiele, bei denen die Variantenkonstruktion schon heute mit Rechnerunterstützung erfolgt, sind Elektromotore, Wärmetauscher und Pumpen. Nach Schätzun-

gen macht der Anteil der Variantenkonstruktion im Maschinenbau 20 % und im Werkzeugmaschinenbau fast 50 % aus [7].

Jedoch kann aus diesen Zahlen nicht ohne weiteres auf den künftigen Anteil der automatischen Zeichnungserstellung in diesen Branchen geschlossen werden. Die Einführung wird weitgehend von Wirtschaftlichkeitsberechnungen bestimmt, bei denen eine große Anzahl von Aspekten zu berücksichtigen sind.

Ein erheblicher Teil der technisch-zeichnerischen Arbeiten entzieht sich einer Bearbeitung durch den Rechner. Vor allem ist der Rechner bei Neukonstruktionen in der Regel gegenüber dem technischen Zeichner nicht konkurrenzfähig. Genaue Aussagen über den möglichen Anteil der rechnerunterstützt erstellbaren Zeichnungen können nur im Einzelfall aufgrund umfangreicher Analysen aller Aggregate und Bauteile gemacht werden.

In erster Linie mangelt es zur Zeit an standardisierten Programmsystemen. Nur in wenigen Fällen lassen sich Bausteine verschiedener Programme ohne zusätzliche Anpassarbeiten miteinander kombinieren. Die Bestrebungen zur Standardisierung werden von der Bundesregierung intensiv gefördert, um die Konkurrenzfähigkeit der deutschen Wirtschaft zu erhalten. Erst wenn gehörnte Programmbausteine zur Verfügung stehen, ist in größerem Umfang mit einer automatischen Zeichnungserstellung zu rechnen.

Bei den gegenwärtig eingesetzten Programmsystemen hat der Bearbeiter die Eingabedaten aufzubereiten und die Rechenergebnisse zu kontrollieren. Ein Eingriff in den Programmablauf ist meist nicht möglich. Durch die mit dem Rechnerinsatz verbundene Formalisierung der Arbeitsabläufe können die technischen Zeichner Arbeiten übernehmen, für die bisher höhere Qualifikationen verlangt wurden. Die heute noch nicht allgemein spürbaren Auswirkungen auf die technischen Zeichner sind zum Teil durch die geringe Anwendungsbreite der in der Wirtschaft verwendeten starren Programmsysteme bedingt.

Ogleich gegenwärtig Programmsysteme vorherrschen, die wenig flexibel sind und keinen Eingriff in den Programmablauf zulassen, wird in der Zukunft das Arbeiten im Dialog mit dem Rechner einen breiten Raum einnehmen. Denn durch die Kombination der intellektuellen Fähigkeiten des Menschen mit den Möglichkeiten des Rechners läßt sich die rechnerunterstützte Zeichnungserstellung auf weitere Bereiche ausdehnen. Die Kommunikation mit dem Rechner über ein Bildschirmgerät ermöglicht es, Zeichenarbeiten auszuführen, deren vollständige Programmierung einen nicht vertretbaren Aufwand darstellen würde. Beispielsweise kann die Verteilung der Maße über mehrere Ansichten bei komplexen Körpern nur im Dialog ausgeführt werden.

Die neuen technischen Möglichkeiten erfordern Veränderungen der heutigen Ausbildungsinhalte. Zur Kommunikation mit dem Rechner sollte der technische Zeichner insbesondere in der Lage sein:

- die einzelnen geometrischen Grundelemente eines technischen Gebildes mathematisch zu beschreiben,
- die charakteristischen Achsen und Maße der Grundelemente anzugeben,
- die Lage von Flächen und Körpern in Koordinatensystemen festzulegen,
- durch Subtraktion und Addition von geometrischen Grundelementen technische Bauteile gedanklich zu zerlegen und aufzubauen.

Zur Zeichnungserstellung mit Unterstützung des Rechners werden keine Programmierkenntnisse benötigt, und der formale Umgang mit den Programmsystemen ist in wenigen Tagen oder Wochen erlernbar. Doch sind für ein selbständiges Arbeiten mit dem Rechner einige Fertigkeiten und Kenntnisse der Datenverarbeitung notwendig.

Dazu gehören:

- Grundkenntnisse der binären Zahlendarstellung,
- Kenntnisse über den grundsätzlichen Aufbau von Dateien und die Verarbeitung der Daten im Rechner,
- Fertigkeit, Bauteilgeometrien zu kodieren.

Da ein Rechner nur die algorithmierbaren Arbeiten übernehmen kann, sind von der Innovation vorwiegend Arbeitskräfte berührt, die keine planerisch-konstruktiven Qualifikationen besitzen. Bei der Einführung von EDV-Systemen werden weiterhin technische Zeichner benötigt, um die Daten für den Rechner in geeigneter Weise aufzubereiten. Da diese Arbeiten meist ein hohes Abstraktionsvermögen und technisches Verständnis voraussetzen, können nur solche Arbeitskräfte die Ausführung übernehmen, die entsprechende Voraussetzungen besitzen. Für technische Zeichner, die nur nach detaillierter Anweisung arbeiten können, wird deshalb die Nachfrage auf dem Arbeitsmarkt immer geringer werden.

Programmsysteme, die die Geometriedaten rechnerintern dreidimensional abbilden, stellen besonders hohe Anforderungen an die intellektuellen Fähigkeiten der Arbeitskräfte. Eine Fallstudie in einem Industriebetrieb der Feinwerktechnik zeigte, daß in zwei Jahren ausgebildete technische Zeichner dazu nicht in der Lage waren, wohl aber diejenigen, die eine längere Ausbildung mit umfangreicher Werkstattpraxis besaßen.

Die hier gewonnenen Erkenntnisse hinsichtlich der Ausbildungsinhalte, der Ausbildungszeit und des Werkstattanteils an der Ausbildung sollten bei der Neuordnung der technisch-zeichnerischen Ausbildungsberufe berücksichtigt werden.

In einigen Bereichen wie kleinen technischen Büros oder Instituten, in denen neben technischen Zeichnungen auch Diagramme u. ä. anfallen sowie Büroarbeiten zu verrichten sind, wird ein Arbeitsfeld weiterbestehen bleiben, das nicht oder nur wenig von der rechnerunterstützten Zeichnungserstellung berührt wird. Benötigt werden hier technische Zeichner, die sowohl Zeichenarbeiten als auch organisatorische und verwaltende Tätigkeiten ausführen können. Zur Verbesserung der Ausbildungs- und Beschäftigungsmöglichkeiten für die technisch-zeichnerischen Berufe sollten in diesem Fall entsprechende Ausbildungsinhalte aufgenommen werden.

Generell kann gesagt werden, daß technische Zeichner, die Zeichenarbeiten nur nach detaillierter Anweisung ausführen können, in Zukunft immer weniger Chancen haben, ihre Qualifikationen zu verwerten. Diejenigen, die grundlegende Fertigkeiten und Kenntnisse der Fertigungs- und Montagetechnik, räumliches Vorstellungsvermögen sowie die Regeln des technischen Zeichnens in der Ausbildung erlernt haben, besitzen genügend Flexibilität und Mobilität, um sich auf neue Arbeitsmethoden umzustellen, in andere Arbeitsgebiete des technischen Zeichnens auszuweichen oder an Qualifizierungsmaßnahmen für Erwachsene teilzunehmen.

Anmerkungen

- [1] Problemanalyse zur Neuordnung der Berufsausbildung für technische Zeichner — Gerlach, J.-R.: 1. Teil, Aufbereitung von statistischen Materialien. Manuskriptdruck BBF. April 1977. Buschhaus, D.: 2. Teil, Auswirkungen der rechnerunterstützten Zeichnungserstellung. Erscheint voraussichtlich 1978.
- [2] Verzeichnis der anerkannten Ausbildungsberufe. Bundesinstitut für Berufsbildung. Berlin. Manuskript der Ausgabe 1978.
- [3] Statistisches Bundesamt Wiesbaden. Bevölkerung und Kultur. Volkszählungen vom 27. Mai 1970. Fachserie A. Heft 19.
- [4] Heiningger, F.: Die Technischen Zeichnerberufe. In: Berufsberatung und Berufsbildung, Nr. 3/4, April 1975.
- [5] Hofbauer, H.: Potentielle Berufsfelder für Frauen. In: Mitteilungen zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, 4. Jg. (1971); Heft 3, S. 339.
- [6] Bullinger, H. J., Hichert, R.: Rationalisierung im Konstruktions- und Entwicklungsbereich. In: Werkzeugmaschine, International Nr. 6, Dezember 1973.
- [7] Krause, F.-L.: Die Prinzipkonstruktionsmethode und ihre Erweiterungsmöglichkeiten. Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung, Jg. 71, Heft 5 (1976), S. 196.