



Quelle: Mannesmann Kienzle GmbH

Dieter Buschhaus

CAD in der Ausbildung von Technischen Zeichnern – Erfahrungen aus 22 Betrieben

Einleitung

Die Ausbildung von Technischen Zeichnern hat nach wie vor einen hohen Stellenwert für die Betriebe. Dies zeigt eine Befragung des Bundesinstituts für Berufsbildung bei insgesamt 22 Unternehmen mit CAD-Erfahrungen. Anlaß der Untersuchung war die geplante Anpassung des Ausbildungsberufs Technischer Zeichner/Technische Zeichnerin an den technischen Wandel. Neben der Erfassung des Iststandes der CAD-Ausbildung sollten veränderte Qualifikationsanforderungen und neue Ausbildungsinhalte ermittelt werden.

Die Informationsgewinnung erfolgte vorwiegend durch Gespräche mit Ausbildungsleitern, Ausbildern, Auszubildenden, mit Verantwortlichen für die CAD-Einführung und mit Anwendern im Konstruktionsbüro. Durch Betriebsbegehungen konnten die gewonnenen Erkenntnisse erweitert und vertieft werden. Die Betriebe stellten außerdem schriftliche Unterlagen zur Aus- und Fortbildung zur Verfügung. Bei der Auswahl der Betriebe wurde

auf unterschiedliche Fachgebiete entsprechend den vielfältigen Einsatzbereichen für Technische Zeichner Wert gelegt.

Ausgangspunkt der Untersuchung waren Erfahrungen aus Modellversuchen, in denen die Betriebe Schloemann-Siemag AG, Krupp MaK Maschinenbau GmbH und Mannesmann Kienzle GmbH die CAD/CAM-Ausbildung von Technischen Zeichnern erproben. [1] Außerdem werden in einem Modellversuch der IHK Ostwestfalen, Zweigstelle Paderborn, in Zusammenarbeit mit den Gewerblichen Schulen Fragen der Aus- und Weiterbildung im Bereich CAD/CAM für Klein- und Mittelbetriebe geklärt. Die fachliche Betreuung und die Koordination der mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Wissenschaft geförderten Modellversuche erfolgt durch das Bundesinstitut für Berufsbildung.

Die Zwischenergebnisse aus den genannten drei Modellversuchsbetrieben, insbesondere eine Zusammenstellung von grundlegenden CAD-Ausbildungsinhalten, dienen als Basis für ganztägige intensive Befragungen von weiteren 19 Betrieben.

Eine Analyse zum Thema CAD führte das Bundesinstitut bereits vor 10 Jahren durch, um die in Ansätzen erkennbaren Auswirkungen zu untersuchen. [2] Bezeichnend für den damals noch begrenzten CAD-Einsatz waren die Branchen der besuchten Betriebe: Luftfahrttechnik, Automobilbau, Chemieanlagenbau und Elektrotechnik. Wegen der relativ geringen Verbreitung von CAD spielten die Auswertung der einschlägigen Literatur und Gespräche mit Experten aus dem Bereich der Wissenschaft gegenüber der Befragung der Betriebe eine größere Rolle.

Inzwischen sind die Hard- und Software der CAD-Systeme erheblich leistungsfähiger und kostengünstiger geworden, so daß diese Technik in immer mehr Planungs- und Konstruktionsbüros verschiedenster Branchen einziehen kann. Mit der Entwicklung von CAD-Systemen auf Personalcomputerbasis wurde die Möglichkeit für ihren Einsatz in der Aus- und Fortbildung verbessert. Die veränderte Situation in den Betrieben und die grundsätzliche Bereitschaft der Sozialparteien, den Ausbildungsberuf Technischer Zeichner neu zu ordnen, waren die Gründe für die aktuelle Untersuchung.

Entwicklung des CAD-Einsatzes in den Betrieben

Die überwiegende Zahl der in die Befragung einbezogenen Betriebe gehört in ihren Fachgebieten zu den führenden Anwendern von CAD/CAM. Häufig hatten sie bereits vor der CAD/CAM-Einführung Erfahrungen in der Datenverarbeitung für technische Probleme gesammelt. Die nachfolgende Beschreibung der Entwicklung des CAD-Einsatzes orientiert sich an einzelnen Fachgebieten, da innerhalb eines Betriebes unterschiedliche Bereiche betroffen sein können. Es konnten sechs Fachgebiete mit vergleichbaren Aufgabenstellungen und Randbedingungen identifiziert werden:

Maschinenbau, Motorenbau, Werkzeugbau, Feinwerktechnik

Diese Bereiche sind durch komplexe Aufgabenstellungen der Mechanik gekennzeichnet, zu deren Lösung anspruchsvolle CAD-Programme notwendig sind. Für die Mehrzahl der konstruktiven und zeichnerischen Aufgaben werden leistungsfähige 2D-Systeme eingesetzt. Eine entscheidende Rolle bei der Systemauswahl spielt die Möglichkeit der CAM-Kopplung. Es wird angestrebt, die derzeit dominierenden 2D-Arbeitsplätze nach oben durch 3D-Systeme für spezielle Anwendungsfälle und nach unten durch „abgemagerte“ 2D-Versionen für die Zeichnungserstellung, möglichst auf Personalcomputern, zu erweitern.

Der Bereich der Mechanik mit seiner kundenorientierten Fertigung ist das wichtigste Tätigkeitsfeld der Technischen Zeichner. Aufgrund von Berufserfahrung und Fortbildung gelingt ihnen häufig der Aufstieg zum Teilkonstrukteur oder Konstrukteur.

Anlagenplanung, Apparatebau, Rohrleitungsbau, Versorgungsnetze

Die befragten Betriebe befassen sich u. a. mit der Planung und Ausführung von Kraftwerken, Chemieanlagen und elektrischen Versorgungsnetzen. Zur Verarbeitung der hierbei anfallenden umfangreichen Datenmengen wurde bereits frühzeitig das Hilfsmittel EDV genutzt. Etwa Mitte der 70er Jahre begannen die Unternehmen mit dem Einsatz von interaktiven grafischen Bildschirmen für die Erstellung von Verfahrensfließbildern, Rohrleitungsisometrien, elektrischen Plänen, Versorgungsnetzen usw. Seither hat die Anwendung in besonders geeigneten Bereichen, wie Rohrleitungsisometrien, einen hohen Stand erreicht. Insgesamt gesehen entwickelte sich die Anzahl der CAD-Arbeitsplätze jedoch langsamer, als ursprünglich angenommen, so daß sie im Vergleich zu den konventionellen Arbeitsplätzen am Zeichentisch immer noch relativ gering ist.

Angestrebt werden eine stärkere Integration der Datenverarbeitung der verschiedenen Abteilungen und der Einsatz von 3D-Systemen für die plastische Darstellung von Baugruppen der Anlagen. Aufgrund der umfangreichen EDV-Erfahrungen der Unternehmen können bei den Integrationsbemühungen in wenigen Jahren deutliche Fortschritte erwartet werden. Demgegen-

über befindet sich die 3D-Anwendung noch in einem Anfangsstadium, so daß sie sich erst mittel- und langfristig durchsetzen wird.

Der Technische Zeichner hat bei der großen Anzahl von Zeichnungen für eine Anlage (bis zu 100 000) und dem wachsenden Dokumentationsbedarf auch bei CAD-Anwendung ein weites Tätigkeitsfeld.

Automobil-, Flugzeug- und Stahlschiffbau

Die Betriebe dieser Branchen gehören zu den Pionieren der CAD-Technik. Mit Hilfe der speziell für die Gestaltung analytisch nicht beschreibbarer Oberflächen entwickelten 3D-Software werden diese Arbeiten heute weitgehend rechnerunterstützt erledigt.

In der Automobilindustrie ist beispielsweise die Anwendung von CAD bereits so weit fortgeschritten, daß bestimmte Baugruppen wie z. B. Türen vollständig datenmäßig durch EDV erfaßt sind. Der Zulieferbetrieb erhält dann alle benötigten Daten über ein Magnetband und verarbeitet sie in seinem CAD/CAM-System weiter. Diese fortgeschrittene CAD/CAM-Anwendung muß vor dem Hintergrund der Großserienfertigung gesehen werden, bei der ein vergleichsweise hoher Konstruktionsaufwand durch Einsparungen am Produkt mit all seinen Folgekosten in der Fertigung gerechtfertigt sein kann. Hinzu kommt der Zwang zur schnellen Anpassung an die Kundenwünsche.

Technische Zeichner werden vor allem für die Zeichnungserstellung im Bereich Mechanik, z. B. der Betriebsmittelkonstruktion, ausgebildet und dort auch an CAD-Arbeitsplätzen eingesetzt.

Elektrotechnik, Elektronik

Für die Erstellung, Bearbeitung, Verwaltung und Auswertung von Schaltungsunterlagen, insbesondere von Stromlaufplänen, existieren leistungsfähige Programme. Dies gilt ebenso für andere elektrotechnische Aufgabenstellungen, wie die Entwicklung und Entflechtung von Leiterplatten. Der Einsatz von CAD in der Elektrotechnik und Elektronik wird durch die Zweidimensionalität der Darstellung begünstigt. Elektrotechnische CAD-Programme werden nicht nur in der Elektroindustrie sondern auch im Maschinen-, Anlagen-, Automobilbau usw. angewendet.

Das rechnerunterstützte Detaillieren von Entwürfen aus der Elektrotechnik und Elektronik erfordert vom Technischen Zeichner in verstärktem Umfang Fachkenntnisse dieser Bereiche. Nur dann ist er in der Lage, auch am CAD-Arbeitsplatz seinen erlernten Beruf selbständig auszuüben.

Stahlbau

Bei standardisierten Stahlbauprodukten, z. B. Hallen, Großtore oder Krane, wurde in einem Betrieb mittlerer Größe eine weit fortgeschrittene EDV-Anwendung vom Angebot über die Auftragsbearbeitung bis zum Versand, allerdings ohne CAD, vorgefunden.

In einem größeren Betrieb des freien Stahlbaus, in dem umfangreiche konstruktive und zeichnerische Arbeiten auszuführen sind, befanden sich der CAD-Einsatz und die CAM-Kopplung am Anfang. Es wurden sowohl 2D-Systeme für Fertigungszeichnungen als auch 3D-Systeme für die anschauliche Darstellung komplexer Konstruktionen angewendet.

Generell besteht ein starker inländischer und ausländischer Konkurrenzdruck in allen Bereichen des Stahlbaus. Mit Hilfe der Datenverarbeitung sollen die Wettbewerbsfähigkeit verbessert und die Arbeitsplätze gesichert werden. Die Tätigkeit von Technischen Zeichnern ist durch weitgehend selbständiges Detaillieren der Entwürfe gekennzeichnet, das auch einfache statische Berechnungen einschließt.

Möbelindustrie

Die technische Datenverarbeitung spielt aufgrund starker Konkurrenz, kleiner Serien und der Variantenvielfalt eine entscheidende Rolle in der Möbelindustrie. Bei dem besuchten Betrieb

war zur Rationalisierung und Flexibilisierung der Produktion und des Vertriebs die Datenverarbeitung durchgehend verwirklicht. Allerdings hatte der CAD-Einsatz, abgesehen von der Einrichtungsplanung, erst eine geringe Bedeutung. Es ist jedoch nur noch eine Frage der Zeit, bis auch CAD in diesen Datenfluß integriert wird. Vergleichbar ist die Situation der Möbelindustrie mit der des Stahlbaus; beide Bereiche weisen eine starke EDV-Durchdringung bei Standardprodukten und eine relativ geringe Anwendung von CAD bei Neukonstruktionen auf.

Technische Zeichner finden in der Möbelindustrie ein sehr großes Tätigkeitsspektrum das vom Detaillieren von Einrichtungsentwürfen über die Unterstützung der Arbeits- und Fertigungsplanung bis hin zur Angebotsbearbeitung reicht.

* * * * *

Die CAD-Anwendung in Betrieben mit langjährigen Erfahrungen zeigt im allgemeinen folgende Entwicklungslinie: Zunächst erfolgt der Einsatz in eng begrenzten Gebieten, die besonders für CAD geeignet sind. Danach werden weitere CAD-Arbeitsplätze installiert und das Arbeitsgebiet wird allmählich ausgedehnt. Die Mitarbeiter werden in der Regel in ein- bis zweiwöchigen Kursen beim Hersteller in den Umgang mit dem System eingewiesen. Nach sieben bis acht Jahren ist eine Erweiterung der teilweise immer noch erfolgreich arbeitenden CAD-Systeme aus wirtschaftlichen und technischen Gründen nicht mehr zweckmäßig. Sie werden häufig als Inselanwendungen weiterhin genutzt. Ein Umstieg auf eine neue Generation von leistungsfähigen Systemen mit weiterreichenden Möglichkeiten im CAD- und CAM-Bereich wird in Angriff genommen. Zur Zeit vollzieht sich ein derartiger Generationswechsel bei den Altanwendern. Dabei wird gleichzeitig die Aus- und Fortbildung systematisch geplant und vorwiegend in eigener Regie durchgeführt.

Moderne interaktive grafische Systeme mit leistungsfähiger Hard- und Software wurden überwiegend erst vor wenigen Jahren installiert. Auch bei vorliegenden CAD-Erfahrungen und umfassenden Analysen der auf dem Markt angebotenen Systeme sind erhebliche Anpassungsarbeiten von den Betrieben zu leisten. Generell wird die angebotene CAD-Grundsoftware insbesondere für die Zeichnungserstellung mit 2D-Systemen als ausgereift angesehen, jedoch wird bemängelt, daß auch Spitzensysteme nur unzureichend differenziertere Anforderungen der Konstruktionspraxis erfüllen.

Zum effizienten Einsatz der Systeme müssen zunächst die vorhandenen Arbeitsunterlagen wie Vordrucke, Handbücher, Verzeichnisse von Norm- und Standardteilen sowie Kataloge für die Arbeit am Bildschirm aufbereitet werden. Dies bedeutet zunächst einen nicht zu unterschätzenden zusätzlichen Arbeitsaufwand für die Mitarbeiter im Konstruktionsbüro.

Die Bedeutung der technischen Zeichnung als Dokument verringert sich. Allerdings ist sie auch weiterhin als Informationsmittel unentbehrlich. Beim rechnerunterstützten Arbeiten gelten nicht die Daten der Zeichnung, sondern die im Rechner gespeicherten als verbindlich. So wird beim Austausch von Daten mit Hilfe von elektronischen Speichermedien die Zeichnung nur zur Information mitgeliefert.

Neben der Einführung von CAD-Systemen beschäftigen sich die Betriebe mit der Auswahl und Anwendung von Systemen für die Produktionsplanung (PPS) und die Fertigungssteuerung (CAM). Analog zu den Einführungsschwierigkeiten im CAD-Bereich müssen auch hier noch vielfältige Zusatzarbeiten geleistet werden, um die Systeme lauffähig zu machen. Gleichzeitig mit der Anpassung, Verbesserung und Erweiterung der unterschiedlichen Einzelsysteme wird ihre Verknüpfung im Sinne von CIM ins Auge gefaßt. Auf dem Weg zu einem höheren Niveau der technischen Datenverarbeitung durch Integration der verschiedenen Systeme potenzieren sich die zu lösenden Probleme, wie ein Anwender es ausdrückte. Die Verknüpfung der technischen Datenverarbeitung mit der kaufmännisch-administrativen wird bei der Mehrzahl der

befragten Betriebe zur Zeit erst angedacht. Allein die Anwendung von Computern unterschiedlicher Hersteller in den jeweiligen Bereichen stellt ein großes Problem dar. Im Vordergrund steht bei den Integrationsbemühungen die Kopplung von CAD und CAM.

Zusammenfassend kann aus den Erfahrungen der besuchten Betriebe gesagt werden, daß die Rechnerunterstützung in der Planung, Konstruktion, Arbeitsvorbereitung, Fertigung, Qualitätssicherung und im Vertrieb zumindest in Ansätzen vorhanden ist und weiter ausgebaut wird. Nur in wenigen Branchen ist die rechnerintegrierte Fertigung schon weiter fortgeschritten. Die Mehrzahl der Betriebe hat allein mit der direkten Erzeugung von NC-Fertigungsdaten aus den CAD-Konstruktionsdaten noch erhebliche Schwierigkeiten. Abgesehen von Einzelfällen ist eine vollständige Ablösung der Zeichenbretter durch CAD nicht in Sicht.

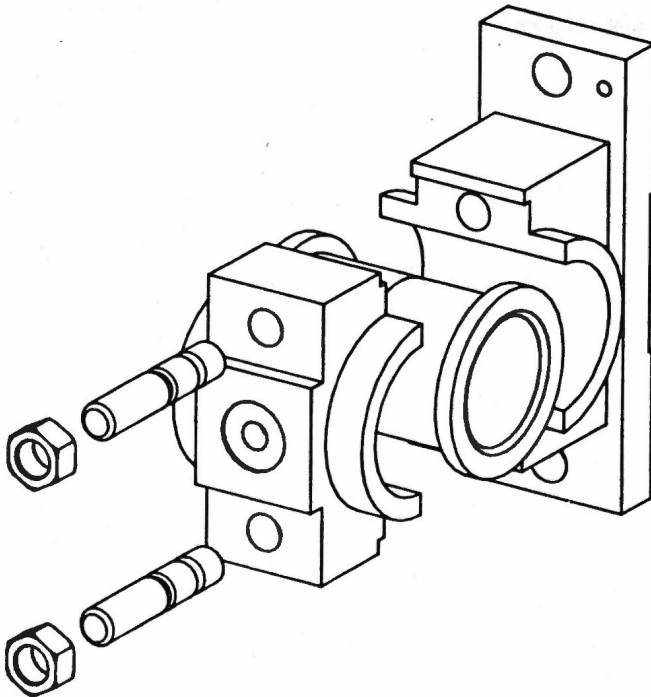
Veränderte Qualifikationen der Technischen Zeichner an CAD-Arbeitsplätzen

Ein CAD-Arbeitsplatz verändert die Arbeitsweise des Technischen Zeichners nachhaltig. Anstelle des herkömmlichen Zeichnens am Reißbrett erfolgt am Bildschirm ein Dialog mit dem Rechner. Dabei wird z. B. ein Menütablett mit Eingabestift zur Übermittlung von Befehlen und zur Identifizierung und Positionierung von Elementen auf dem Bildschirm benutzt. Ein effizienter Einsatz von CAD ist nur möglich, wenn sich auch die Arbeitstechniken bei der Zeichnungserstellung ändern. Der Technische Zeichner kann nicht mehr, ausgehend von der Mittellinie, die Zeichnung beliebig aufbauen. Er muß zunächst anhand des Entwurfes den Zeichnungsaufbau sorgfältig analysieren, um alle Möglichkeiten des Systems für ein rationelles Arbeiten zu nutzen. Dabei wendet er CAD-Funktionen, wie z. B. Spiegelung, Rotation, Vervielfachung oder Makros, an. Außerdem kann z. B. die Anwendung der Ebenentechnik für die Weiterbearbeitung der Daten von großem Vorteil sein. Eine zu fertigende Werkstückkontur sollte so aufgebaut und gespeichert werden, daß sie vom Arbeitsplaner am CAM-Bildschirm für die NC-Programmierung direkt übernommen werden kann. Der Dialog mit dem Rechner erhöht zwar den Anteil der kreativen Arbeitsschritte, doch formalisiert und diszipliniert er gleichzeitig den Arbeitsablauf.

Während beim Arbeiten mit 2D-Systemen das gewohnte Denken in Ansichten und Schnitten eines Körpers weitgehend unverändert ist, muß der Technische Zeichner bei 3D-Systemen völlig umdenken. Er benötigt die Fähigkeit, das darzustellende Objekt in seine geometrischen Grundelemente gedanklich zu zerlegen bzw. es daraus aufzubauen. Diese müssen mit Hilfe von geeigneten Koordinatensystemen beschrieben werden. Das sogenannte Modellieren von Körpern stellt somit neue Anforderungen an die Qualifikation der Arbeitskräfte. Für Betriebe, die 3D-Systeme einsetzen, ist es selbstverständlich, daß auch die Technischen Zeichner damit umgehen können. Beispielsweise konstruierten Technische Zeichner mit Hilfe eines 3D-Flächenmodells die Übergangsflächen für Blechteile, die in ihrer Grundform vom Konstrukteur entworfen wurden. In einem anderen Betrieb ist geplant, daß die Konstrukteure ihre Entwürfe in der gewohnten Weise am Reißbrett oder in 2D am Bildschirm erstellen und die zeitaufwendige Umsetzung in 3D-Volumenmodelle durch Technische Zeichner erfolgt. Die Erfahrungen im Umgang mit 3D-Systemen auf der Basis von Volumenelementen sind noch zu gering, um generelle Aussagen machen zu können. Erste Erkenntnisse, insbesondere aus den Modellversuchen (Schaubild 1), zeigen, daß Technische Zeichner mit einer fundierten Ausbildung in der darstellenden Geometrie keine grundsätzlichen Probleme mit der neuen Darstellungsart haben.

Die veränderte Arbeitsweise an CAD-Arbeitsplätzen hat in den befragten Betrieben nicht zu einem Wandel der traditionellen Arbeitsteilung zwischen Konstrukteur und Technischem Zeichner geführt. Es wurden Beispiele vorgefunden, in denen der Kon-

Schaubild 1: Übungsaufgabe zur 3D-Ausbildung in dem Modellversuch der Firma Krupp MaK Maschinenbau GmbH



strukteur seinen Entwurf am Bildschirm erstellte und anschließend selbst die Detaillierung bis zur Fertigungszeichnung vornahm. In einem anderen Fall gab der Konstrukteur in mühsamer Kleinarbeit die Daten des Reißbrettentwurfs in das CAD-System ein. Diese Einzelbeispiele, in denen Konstrukteure die Arbeit von Technischen Zeichnern ausführen, lassen sich sicherlich leicht auch in technischen Büros ohne CAD finden.

Als ein typisches Beispiel für die Organisation der Arbeit an Bildschirmarbeitsplätzen kann folgende Vorgehensweise gelten: Der Konstrukteur überlegt sich am Schreibtisch oder Reißbrett, welche technische Lösung in Frage kommt und fertigt eine Skizze an. Damit geht er zum CAD-Arbeitsplatz und erstellt einen maßstäblichen Entwurf am Bildschirm. Er läßt sich eine Kopie vom Rechner ausgeben und versieht diese am Schreibtisch handschriftlich mit Anmerkungen zur Detaillierung. Auf der Basis dieser Unterlage und weiterer Informationen erarbeitet der Technische Zeichner dann am Bildschirm die Fertigungszeichnungen.

In der derzeitigen Übergangsphase vom traditionellen zum rechnerunterstützten Konstruieren und Zeichnen werden häufig die manuell erstellten Entwürfe von den Technischen Zeichnern in ein CAD-System eingegeben und anschließend detailliert. Die unter Termindruck stehenden Konstrukteure überlassen gerne den Technischen Zeichnern die zeitaufwendige Bildschirmarbeit. Es sind vor allem jüngere Arbeitskräfte, die auf diese Weise ihre beruflichen Chancen verbessern. Unterstützt wird diese Entwicklung einerseits dadurch, daß die Konstrukteure kaum aus ihrer Alltagsarbeit herausgelöst werden können, um in Ruhe den Umgang mit CAD zu lernen und andererseits die Technischen Zeichner in der Ausbildung oder kurz danach Gelegenheit haben, die notwendigen Qualifikationen im Umgang mit CAD zu erwerben. Hinzu kommt, daß ein ständiges Training insbesondere bei komplexen Systemen notwendig ist, um am Bildschirm effektiv arbeiten zu können.

Nur durch eine zentrale CAD-Fortbildung der Konstrukteure, die noch dazu zeitlich flexibel angelegt ist, gelingt es, diese organisatorischen Probleme bei der Fortbildung zu vermeiden. Charakteristisch ist in diesem Zusammenhang die Aussage eines Abteilungsleiters, daß es besser gewesen wäre, nicht alle Kon-

strukteure in einem Einführungskurs zu schulen, sondern zunächst nur wenige intensiv zu qualifizieren.

Veränderungen in der Arbeitsgestaltung zeichnen sich dort ab, wo die im Rechner gespeicherten CAD-Daten der Konstruktion von der Arbeitsvorbereitung an CAM-Arbeitsplätzen weiterbearbeitet werden. Dies führt zwangsweise zu einer stärkeren Berücksichtigung der fertigungstechnischen Bedingungen durch Konstrukteure und Technische Zeichner. Damit erfordert die neue Technologie eine engere Zusammenarbeit beider Abteilungen, die zu ihrer organisatorischen Zusammenlegung führen könnte. Die Konstruktion entwickelt sich bei verstärkter EDV-Durchdringung immer mehr zu einem Kernbereich, in dem die Ursprungsdaten erzeugt und verwaltet werden. Alle anderen an der Auftragsbearbeitung beteiligten Stellen dürfen zwar die Daten abrufen und ergänzen, jedoch die Stammdaten nicht ohne Einwilligung der Konstrukteure ändern. Daraus ergibt sich für die Ausbildung der Konstrukteure und Technischen Zeichner die Notwendigkeit, sich stärker mit den Auswirkungen von konstruktiven Festlegungen auf die Fertigung vertraut zu machen. Zwar galt der Grundsatz schon immer, daß wirtschaftlich und fertigungsgerecht entworfen und gezeichnet werden sollte, doch erhält er durch den technischen Wandel einen neuen Stellenwert.

Tendenziell werden kreative Arbeiten eher am Zeichenbrett und ausführende eher am CAD-System durchgeführt. Deshalb sind die CAD-Anwender häufiger unter den Technischen Zeichnern als unter den Konstrukteuren zu finden. Ein Anwender mit umfassenden CAD-Erfahrungen ging davon aus, daß dem Konstrukteur der Zukunft sowohl ein Reißbrett als auch ein CAD-Arbeitsplatz zur Verfügung stehen wird.

Grundlegende Ausbildungsinhalte für die Tätigkeit an CAD-Arbeitsplätzen

Im **Schaubild 2**, Seite 200, ist aufgrund von Erkenntnissen aus den Modellversuchen in schematischer Form der Einfluß der neuen Technologien auf die verschiedenen Ausbildungsabschnitte des Technischen Zeichners wiedergegeben. Entsprechend den Möglichkeiten der einzelnen Betriebe und Berufsschulen variieren dabei Umfang und Zeitpunkt der Vermittlung sowie die Verteilung der Inhalte auf diese Lernorte. Bemerkenswert ist, daß die herkömmliche Struktur der Ausbildung erhalten bleibt und sich die neuen Inhalte in die bisherigen Ausbildungsabschnitte integrieren lassen. Über die CAD-Ausbildung hinaus werden grundlegende Inhalte aus den Bereichen EDV, CNC und CAM vermittelt.

Die Vermittlung von CAD-Qualifikationen für Technische Zeichner kann bereits im 1. Ausbildungsjahr nach der zeichnerischen Grundbildung beginnen. Allerdings umfaßt sie dann nur einen kürzeren Zeitraum und beschränkt sich auf das Kennenlernen eines CAD-Arbeitsplatzes. Der Vermittlungsschwerpunkt liegt im 2. Ausbildungsjahr. Das Ziel der systematischen Ausbildung, die auch produktive Aufgaben einschließen kann, ist es, die Jugendlichen auf die praktische Tätigkeit an CAD-Arbeitsplätzen vorzubereiten. Die Vertiefung und Erweiterung der erworbenen Qualifikationen erfolgt dann vorwiegend im 3. und 4. Ausbildungsjahr an CAD-Arbeitsplätzen der Konstruktionsabteilungen.

Die CAD-Ausbildung von Technischen Zeichnern reichte in den besuchten Betrieben von wenigen Tagen bis zu zwei Monaten. In allen Betrieben existieren jedoch konkrete Planungen, diese Zeiten auszudehnen. Als Maximalwert wird in einem Betrieb eine CAD-Grund- und -Fachbildung von acht Monaten angestrebt. Im Durchschnitt werden die besuchten Betriebe in den nächsten Jahren etwa ein bis drei Monate CAD-Ausbildung realisiert haben. Sie verläuft in der Regel so, daß die Jugendlichen drei bis vier Stunden pro Tag am Bildschirm ausgebildet werden und in der übrigen Zeit entweder die notwendigen theoretischen Grundlagen vermittelt bekommen oder am Reißbrett zeichnen.

Die CAD-Ausbildung von Technischen Zeichnern sowie ihre Fortbildung und die der Konstrukteure geht von den gleichen grund-

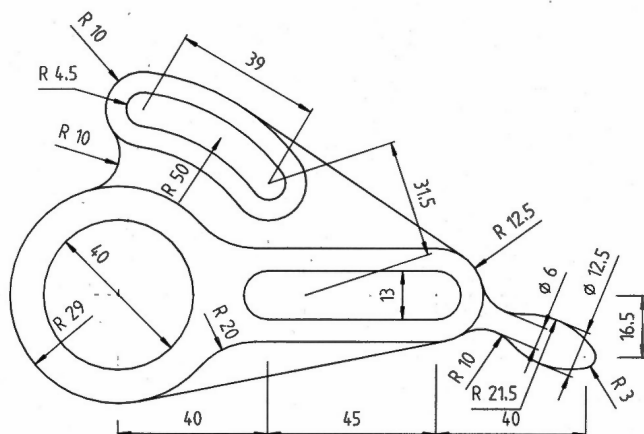
Schaubild 2: Schematische Darstellung des Einflusses der neuen Technologien auf die Ausbildung von Technischen Zeichnern in den CAD/CAM-Modellversuchen

Ausbildungsabschnitt	1. Ausbildungsjahr	2. Ausbildungsjahr	3./4. Ausbildungsjahr
Grundlagen der Zeichentechnik	Einführung EDV/CAD		
Grundlagen der Fertigungstechnik	Grundlagen CAM (CNC)		
Fertigungstechnik	Kennlernen der EDV/CAM des Betriebes		
Zeichentechnik	Grundlagen CAD		
Ausbildung in einer Fachrichtung	Anwenden von CAD		

legenden Inhalten aus. Sie erfolgt in der Regel innerbetrieblich, da sich eine externe Schulung aus verschiedenen Gründen als nicht effizient erwiesen hat. Angestrebt wird eine systematische zentrale CAD-Grundlagenausbildung, die in der Regel von der Technischen Berufsausbildung durchgeführt wird. Dabei konnte eine sehr enge Zusammenarbeit zwischen der Berufsausbildung und der Software-Entwicklung festgestellt werden.

Über die grundlegenden Inhalte für den Umgang mit 2D-CAD-Systemen besteht bei den Befragten weitgehendes Einverständnis (Übersicht 1). Die aufgeführten Inhalte sollten möglichst systematisch in Lehrgangsform vermittelt werden. Der Vermittlungszeitraum für die CAD-Grundlagen sollte mindestens vier Ausbildungswochen (ca. 100 Stunden unter Berücksichtigung von Urlaub, Berufsschulzeit usw.) umfassen. Wenn mehr Zeit zur Verfügung steht, könnte bereits die als wichtig betrachtete Vertiefung im Umgang mit der Software und eine gewisse Routine in der Bedienung des CAD-Systems erreicht werden. Das Schaubild 3 zeigt eine Übungsaufgabe zum „Erzeugen von Geometrie“, die gegen Ende des Lehrgangs in dem Modellversuch der Firma Krupp MaK Maschinenbau GmbH bearbeitet wird.

Schaubild 3: Übungsaufgabe zum Erzeugen von 2D-Geometrie in dem Modellversuch der Firma Krupp MaK Maschinenbau GmbH



Übersicht 1: CAD-Grundlagen in der Ausbildung von Technischen Zeichnern

CAD-Grundlagen
<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis der Anwendungsmöglichkeiten von CAD/CAM-Systemen und der Auswirkungen auf die Arbeitsabläufe und Arbeitsinhalte • Kenntnis der Arbeitsweise einer CAD-Anlage mit ihren Peripheriegeräten • Grundkenntnisse von CAD/CAM-Systemen, insbesondere Unterscheidung zwischen 2D-, 2 1/2D- und 3D-Systemen, Verwaltung der Daten und Weiterverwendung zur rechnerunterstützten Fertigung • Kenntnis des Menüaufbaus und der grundlegenden Befehle eines CAD-Systems • Handhaben der Eingabegeräte, insbesondere Menütast, Funktionstastatur und alphanumerische Tastatur sowie der Ausgabegeräte, insbesondere Plotter • Aktivieren des CAD-Systems • Anwenden von Verwaltungs-, Hilfs- und Anwenderprogrammen sowie von Dateien • Erzeugen von geometrischen Grundelementen und Grundkonstruktionen • Anwenden von CAD-Funktionen zur Manipulation: Verschiebung, Drehung, Spiegelung usw. • Anwenden der Ebenentechnik • Anwenden der Makrotechnik • Erzeugen von Ansichten und Schnitten einschließlich Schraffur, Bemaßung, Fertigungsangaben und Text • Durchführen von Zeichnungsänderungen • Speichern der Zeichnungsinformationen und Ausgeben der Zeichnungen über Plotter • Anwenden der Variantenkonstruktion für einfache geometrische Formen

Die von den Ausbildern entwickelten Aufgaben verlaufen nach dem Muster: Spielerisches Erlernen des Handlings, Erzeugen geometrischer Grundkonstruktionen, Erstellen von Einzelteil- und Zusammenstellungszeichnungen. Die Beispiele werden aus der betrieblichen Praxis nach didaktischen Gesichtspunkten ausgewählt.

Unterschiedliche Auffassungen werden von den Befragten hinsichtlich der für die Ausbildung geeigneten CAD-Systeme vertreten. Eine kleinere Gruppe von Ausbildern tritt dafür ein, daß auch die CAD-Grundausbildung in der Ausbildungsabteilung bereits an einem komplexen betrieblichen System erfolgen sollte. Dies entspricht meist dem Wunsch der Konstrukteure, die aus zeitlichen Gründen kaum in der Lage sind, neben Erläuterungen zum Entwurf auch noch eine Einweisung in das CAD-System zu geben. Die Mehrheit der Ausbilder ist der Ansicht, daß es effizienter wäre, kostengünstige CAD-Systeme auf PC-Basis in größerer Anzahl für die Ausbildung zur Verfügung zu haben. Nach ihren Erfahrungen reichen die derzeit angebotenen Systeme für die Vermittlung der CAD-Grundlagen völlig aus. In der Regel werden zwei Jugendliche an einem Gerät ausgebildet. Auch die Ergebnisse der Modellversuche zeigen, daß dies zumindest in der Anfangsphase aus didaktischen Gründen vorteilhaft ist. [3] Wenn die Grundzüge des Systems beherrscht werden, bevorzugen die Auszubildenden dagegen eine selbständigere Arbeitsweise.

Nach Abschluß der CAD-Grundausbildung sollte möglichst bald eine Vertiefung und Erweiterung der erworbenen Qualifikationen an einem CAD-Arbeitsplatz des Betriebes erfolgen, da die Vergessensrate hoch ist. In der grundlegenden Ausbildung wird eine herstellerneutrale Vermittlung der Qualifikationen angestrebt. Der Übergang von einem in der Ausbildung eingesetzten einfacheren CAD-System auf PC-Basis auf ein komplexes System des Betriebes bereitet kaum Schwierigkeiten.

Betont wurde von den Ausbildern die Notwendigkeit eines informationstechnischen Grundwissens, das in der Berufsschule vermittelt werden sollte. Dabei ist eine Abstimmung zwischen Betrieb und Schule anzustreben. Vor allem dann, wenn an beiden Lernorten CAD-Inhalte vermittelt werden. Als besonders nachteilig wird es angesehen, wenn parallel an unterschiedlichen Systemen ausgebildet wird. Im Falle eines Großbetriebes hatte sich die Schule bei der Beschaffung an dem in der Ausbildungsabteilung des Betriebes installierten CAD-System orientiert. In einem

anderen Fall erfolgte eine Absprache, wonach zunächst in der Berufsschule allgemeine CAD-Grundlagen und anschließend im Betrieb spezifische CAD-Qualifikationen vermittelt werden. Infolge der gestiegenen Anforderungen an die Ausbildung von Technischen Zeichnern wird der Zwang der Zusammenarbeit zwischen Betrieb und Schule größer. Die Ausbilder bekundeten ein großes Interesse an einer besseren Kooperation.

Während sich im Hinblick auf die erforderlichen grundlegenden Qualifikationen für die Anwendung von 2D-Systemen ein gewisser Standard abzeichnet, sind notwendige Veränderungen der traditionellen Zeichnerausbildung erst in Ansätzen erkennbar. Von den Ausbildern wurden folgende Qualifikationen als hilfreich für den Umgang mit CAD-Systemen genannt:

- Arbeiten mit geometrischen Grundelementen
- Erzeugen von geometrischen Grundkonstruktionen
- Anwenden von Koordinatensystemen
- Erkennen von geometrischen Ähnlichkeiten
- Analysieren des Zeichnungsaufbaus im Hinblick auf Weiterverwendung und Änderung der Geometriedaten.

Die Praxis zeigt, daß geometrisch exakte Darstellungen am Bildschirm noch wichtiger sind als am Reißbrett. Jede Koordinate einer Zeichnung muß mathematisch genau definiert sein, da alle zeichnerischen Ungenauigkeiten zu Schwierigkeiten bei der Verarbeitung der Daten führen. Eine fundierte Ausbildung in den geometrischen Grundkonstruktionen und in der darstellenden Geometrie bilden nach Ansicht der Ausbilder eine wesentliche Voraussetzung für den selbständigen Umgang mit CAD-Systemen. Bei der Vermittlung der traditionellen Inhalte der Zeichentechnik sollte stärker das planerisch-analytische Vorgehen als das zeichnerisch-schematische betont werden.

Anmerkungen

- [1] TIBB-INFO CAD1: CAD/CAM-Ausbildungspläne für zeichnerisch/technische Berufe. IFA-Institut für berufliche Aus- und Fortbildung. Gemeinnützige GmbH (Hrsg.): Bonn, November 1985.
- [2] BUSCHHAUS, D.: Problemanalyse zur Neuordnung der Berufsausbildung für Technische Zeichner, Teil 2. Auswirkungen der rechnerunterstützten Zeichnungserstellung. Berichte zur beruflichen Bildung, Heft 8. Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.): Berlin 1978.
- [3] GIERSE, F. J., u. a.: Technischer Zeichner: Eine Ausbildung mit neuen Inhalten. In: Werkstatt und Betrieb 120 (1987), S. 586–588.

Richard Koch

Qualifikationserwerb der Inhaber kleiner und mittlerer Unternehmen in der Aus- und Weiterbildung

Ergebnisse der BIBB/IAB-Erwerbstätigenbefragung 1985/86

Einführung

Neuere Untersuchungen zu den Entwicklungs- und Wachstumsbarrieren von kleinen und mittleren Unternehmen sehen in den kaufmännischen, technologischen und juristischen Kompetenzen der Firmeninhaber zentrale Voraussetzungen sowohl für eine erfolgreiche Unternehmensgründung als auch für ein erfolgreiches Innovationsmanagement im Zusammenhang mit dem technischen und wirtschaftlichen Strukturwandel. [1]

Da die Klein- und Mittelunternehmen nicht nur als Hoffnungsträger der Beschäftigungspolitik gelten, sondern auch eine zentrale Rolle in der Berufsausbildung spielen, kommt der Ausbildung und dem Weiterbildungsverhalten von Selbständigen, bzw. von Personen, die eine wirtschaftlich selbständige Existenz anstreben, sowohl unter beschäftigungs- als auch unter bildungspolitischer Perspektive eine erhebliche Bedeutung zu.

Empirisch-statistische Erkenntnisse über die Strukturen des Qualifikationserwerbs von Selbständigen, die ja in ihrer weit überwiegenden Mehrheit Inhaber kleinerer oder mittlerer Unternehmen sind, liegen bislang nur punktuell vor [2] bzw. sind nicht mehr aktuell. Anhand der Daten der BIBB/IAB-Erwerbstätigenbefragung von 1985/86 [3] wird im folgenden Beitrag ein Überblick über die berufliche Aus- und Weiterbildung der zum Befragungszeitpunkt in der Bundesrepublik Deutschland als Selbständige Tätigen gegeben.

Die Selbständigenbeschäftigung im statistischen Überblick

1986 gab es in der Bundesrepublik Deutschland rund 2,4 Mio. Selbständige. Dies entspricht einem Anteil von ca. 9 Prozent an allen Erwerbstätigen. Dieser Anteil blieb im Zeitraum von 1976 bis 1986 relativ konstant, wobei jedoch sowohl die Zahl der ab-