

Bodo Delventhal

# CNC-Aus- und Fortbildung im Handwerk

– Ergebnisse einer Umfrage –

## 1 Einleitung

Die CNC-Technik ist heute in weiten Bereichen der Fertigungstechnik eingeführt und wird ständig in neue Betriebe vordringen. Auch das Handwerk muß sich mit dieser Technologie auseinandersetzen. Die Berufsbildungsstätten des Handwerks haben dieser Entwicklung bereits in erheblichem Umfang Rechnung getragen. Weit über 20 handwerkliche Schulungsstätten verfügen heute über CNC-Einrichtungen für die Aus- und Fortbildung.

Das Angebot an CNC-Werkzeugmaschinen, Steuerungen, Programmierplätzen, Lehrplänen und Ausbildungshilfsmitteln ist außerordentlich vielfältig und nur schwer überschaubar. Damit ist für jede Berufsbildungsstätte, die vor der Entscheidung steht, CNC-Schulungsmaßnahmen anzubieten und Investitionen zu tätigen, eine gewisse Unsicherheit verbunden. Auf längere Erfahrungen kann niemand zurückblicken, da die Technik noch zu jung ist.

Das Heinz-Piest-Institut hat daher bei den ihm bekannten handwerklichen Berufsbildungszentren mit CNC-Einrichtungen eine Umfrage durchgeführt, um einen Überblick über bisher gesammelte Erfahrungen in der Aus- und Fortbildung auf dem CNC-Sektor zu erhalten.

## 2 Die Umfrage

Die Umfrage des Instituts wurde mittels Fragebogen durchgeführt. In den meisten Fällen sind die befragten Schulungsstätten und die vorhandenen CNC-Einrichtungen dem Heinz-Piest-Institut aus eigener Anschauung bekannt. Auftretende Probleme sind häufig mit den Bildungsstättenleitern und den Ausbildern ausführlich erörtert worden.

Die versandten Fragebogen bezogen sich auf folgende Punkte:

- Vorhandene Ausstattung
  - CNC-Werkzeugmaschinen
  - CNC-Programmierplätze
  - Peripheriegeräte
- Schulungsprogramm
- Aus- und Fortbildungsmaßnahmen in CNC-Technik
- Verwendete Lehrunterlagen
- Auslastung der CNC-Einrichtungen
- Ergänzende Hinweise zur Ausstattung und zu den Lehrunterlagen

17 Berufsbildungsstätten wurden angeschrieben und hatten bis Ende Januar 1984 geantwortet. 2 Stellen davon verfügen zwar über CNC-Einrichtungen, führen aber noch keine CNC-Schulungsmaßnahmen durch. Somit standen die Angaben von 15 Berufsbildungsstätten für die Auswertung zur Verfügung. Die Ergebnisse der Umfrage sind nachstehend zusammengefaßt und werden kurz kommentiert.

## 3 Ausstattung

Die Zahl der handwerklichen Berufsbildungsstätten mit CNC-Einrichtungen ist inzwischen schon auf über 20 angestiegen. Allerdings vergeht vom Zeitpunkt der Beschaffung bis zur Inbetriebnahme meist eine relativ lange Zeit, da anfangs oft organisatorische und personelle Schwierigkeiten zu überwinden sind.

Überwiegend sind CNC-Fräsmaschinen beschafft worden, um auf diese Weise das Arbeiten mit 3 Achsen zu ermöglichen. Außer-

dem lassen sich einige Fräsmaschinentypen, sofern sie mit Handrädern ausgestattet sind, auch wie konventionelle Maschinen in der Ausbildung benutzen. Diese Mehrfachnutzung entfällt bei Drehmaschinen, die als CNC-Maschinen nicht mehr über Handradbedienung verfügen. Anfangs wurden – schon aus Preisgründen – häufiger Fräsmaschinen mit Streckensteuerung gekauft. Heute wird dagegen eindeutig die Bahnsteuerung bevorzugt.

Die Zahl der Ausbildungsplätze an CNC-Einrichtungen je Bildungsstätte ist sehr unterschiedlich. Die Extremwerte liegen bei 1 Maschine ohne zusätzlichen Programmierplatz und mehr als 20 CNC-Ausbildungseinheiten. Vorzugsweise haben sich die Bildungszentren auf die Beschaffung kleiner Produktionsmaschinen konzentriert, weniger auf Modellmaschinen. Dabei wird davon ausgegangen, daß in der Ausbildung für den betrieblichen Einsatz die Unterweisung besonders an solchen Maschinen bevorzugt wird, bei denen das unterschiedliche Verhalten von CNC-Maschinen gegenüber konventionellen Werkzeugmaschinen direkt praxisnah erlebt werden kann. Eine Ergänzung durch Modellmaschinen oder kostengünstige Übungssysteme kann jedoch zweckmäßig sein.

Die Aufstellung der CNC-Produktionsmaschinen erfolgte zum Teil getrennt von den Programmierplätzen in einem Unterrichtsraum.

Folgende CNC-Maschinentypen befinden sich nach der Umfrage bei den Berufsbildungsstätten im Einsatz:

Fräsmaschinen:

- Deckel FP 3A, FP 2 NC, E2, E3
- Heckler und Koch AM 444/A
- Kunzmann UBM1 mit Steuerung CNC 3200 und 3300
- MAHO MH 400 P mit Steuerung TNC 135
- MAHO MH 500 C mit Steuerung CNC 432

Drehmaschinen:

- E. Lux EMCO Compact 5 CNC
- Gildemeister NEF 280 und NEF 400 mit EPL-Steuerung
- Gildemeister MD 5S mit EPM-Steuerung
- Index GE 42
- Traub TND 360 mit TX-8 Steuerung
- Commodor 80 CNC
- Weiler Primus 120 CNC mit Sinumerik 3 T
- Weiler CNC 2042

Sonstige CNC-Maschinen:

- NC-Gesenkbiegemaschine Lotze PZ 381  
Eine derartige Maschine befindet sich nur an einer Stelle im Einsatz.

In den ersten Jahren der Einführung von CNC-Maschinen in den Berufsbildungszentren gab es nur erst vereinzelt gesonderte Programmierplätze. Möglichkeiten zum Programmieren bestanden daher im wesentlichen nur an den Werkzeugmaschinen selbst. In den letzten Jahren sind dann von einigen Firmen getrennt aufstellbare Programmierplätze entwickelt worden. Dies war ein wichtiger Beitrag zur Intensivierung und Rationalisierung der Aus- und Fortbildung.

Heute gibt es eine Reihe von Anbietern, die zu ihren Werkzeugmaschinen getrennte Programmierplätze anbieten, so daß der bis dahin bestehende Engpaß beim Programmieren in der Ausbildung überwunden werden kann. Diese Plätze sind meist so gestaltet, daß der Bediener hier das gleiche Tastenfeld vorfindet wie an

der Produktionsmaschine. Der Vorteil besteht darin, daß ein Umdenken beim Übergang vom Programmierübungsort zur Werkzeugmaschine nicht notwendig ist. Derartige Programmierplätze sind allerdings nur für jeweils einen Steuerungstyp auslegt und können nicht für die Maschinen anderer Hersteller oder für andere Fertigungsverfahren eingesetzt werden.

Daneben sind – wenngleich nur in geringem Umfang – universelle Programmierreinrichtungen beschafft worden, die es gestatten, Programme für unterschiedliche Maschinentypen und Fertigungsverfahren zu erstellen. Sie verfügen über eine „Schreibmaschinentastatur“, die sich von den Bedienpulten einer Produktionsmaschine naturgemäß grundlegend unterscheidet.

Welcher Programmierreinrichtung der Vorzug zu geben ist, hängt ausschließlich von der Art der Lehrgangsteilnehmer und dem Ausbildungsziel ab. Während für den Teilnehmer, der auf die Werkstattprogrammierung im Klein- oder Mittelbetrieb vorbereitet werden soll, vornehmlich die erste Version zweckmäßig ist, kommt für den Programmierer, der später in einer von der Fertigung getrennten Arbeitsvorbereitung tätig wird, in der für mehrere unterschiedliche Werkzeugmaschinen die Programme erstellt werden, eher die zweite Version in Frage.

Folgende Varianten von Programmierplätzen befinden sich nach der Umfrage bei den Berufsbildungsstätten im Einsatz:

Deckel Programm-Zentrale 1

Gildemeister EPL

MAHO CNC 432

Heckler und Koch Ausbildungcockpit

Kunzmann 3300 CNC mit Zusatztastaturen und Monitor

Traub-Simulator TSX 8

rtw 1520 und 1541/61

Digital Equipment VT 100 RG

Zu den Peripheriegeräten, die im Rahmen von CNC-Einrichtungen beschafft wurden, gehören in erster Linie Leser und Stanzer, teilweise auch Magnetband- und Plattengeräte. Außerdem zählen dazu Drucker, Plotter und Grafik-Bildschirme. Eine pädagogisch interessante Entwicklung stellen die Simulatoren dar, die es gestatten, den Arbeitsablauf auf dem Bildschirm darzustellen. Dabei läßt sich genau verfolgen, wie das Werkzeug den Zerspannungsvorgang im einzelnen durchführt:

Eine Schwierigkeit besteht darin, daß nach wie vor nicht alle Peripheriegeräte mit allen CNC-Steuerungen kombiniert werden können, wenn die entsprechenden Schnittstellen bzw. Anpassungen fehlen.

#### 4 Schulungsprogramme und Auslastung

Der Einstieg in die CNC-Technik erfolgte wohl bei allen Berufsbildungsstätten des Handwerks über die berufliche Erwachsenenbildung. Im Hinblick auf die kostenaufwändigen Ausstattungen ist das auch zu empfehlen. Denn eine für die Erwachsenenbildung konzipierte CNC-Einrichtung ist auch für die überbetriebliche Unterweisung verwendbar, umgekehrt würde man evtl. Abstriche bei der Ausstattung machen können. Um eine möglichst gute Auslastung der Einrichtungen zu erreichen, ist bei einigen Berufsbildungszentren ein Ausbildungsabschnitt CNC-Technik fest in die Meistervorbereitungslehrgänge von Maschinenbauern, Werkzeugmachern, Mechanikern und Drehern und in Lehrgänge zur Umschulung in diese Berufe eingebaut worden. Teilweise erfolgt die Anfertigung von Werkstücken im Praktischen Teil der Meisterprüfung bereits auf CNC-Maschinen.

Außerdem werden Kurse für die Fortbildung von Gesellen und Facharbeitern angeboten sowie Qualifikationskurse für arbeitslose Metallarbeiter. Die Lehrgangsteilnehmer kommen keineswegs nur aus dem Handwerk. In der überbetrieblichen Unterweisung nimmt die CNC-Technik nur erst geringen Raum ein.

Für die Dauer der CNC-Ausbildung und die Teilnehmerzahlen je Lehrgang sind von den befragten Stellen folgende Angaben gemacht worden:

Schulungsmaßnahme	Lehrgangsdauer in Stunden	Teilnehmer je Lehrgang
Meistervorbereitung	30 – 170	6 – 26
Fortbildung für Gesellen und Facharbeiter	40 – 480	8 – 20
Umschulung	80 – 170	10 – 16
Überbetriebliche Unterweisung	40	10 – 16

Anzustreben dürften nach dem gegenwärtigen Erkenntnisstand bei entsprechender Ausstattung folgende Werte sein:

Schulungsmaßnahme	Lehrgangsdauer in Stunden	Teilnehmer je Lehrgang
Meistervorbereitung (je nach Beruf, fest eingebaut)	60 – 120	12 – 16
Fortbildung	80 – 160	12
Umschulung	80 – 160	12
Überbetriebliche Unterweisung	40 – 80	12

Die gewünschte Auslastung wird erst bei einem Teil der Beantworter der Umfrage erreicht, von den meisten aber demnächst erwartet. Als Gründe für die bisher eher zurückhaltende Inanspruchnahme der CNC-Lehrgänge dürften in Frage kommen: unterschiedliche Beurteilung der Notwendigkeit der CNC-Schulung, psychologische Hemmungen gegenüber der neuen Technologie, noch unzureichende Ausstattung beruflicher Bildungsstätten, mangelnde Verfügbarkeit geeigneter Lehrpläne, Ausbildungsmittel und Ausbilder.

#### 5 Lehrunterlagen

Die Umfrage hat eindeutig ergeben, daß zur Zeit Lehrunterlagen von Werkzeugmaschinen- und Steuerungsherstellern am häufigsten in der Aus- und Fortbildung verwendet werden. Daneben spielen selbsterstellte Lehrpläne und Unterrichtsmittel eine bedeutende Rolle. In einigen Fällen kommen die Rahmenlehrpläne des Deutschen Industrie- und Handelstages und die Unterrlagen der NC-Gesellschaft zum Einsatz. Darüber hinaus wurden als Ausbildungsunterlagen im Buchhandel erhältliche Lehrbücher über die Einführung in die CNC-Technik und das NC-Handbuch vom NC-Handbuch Verlag genannt.

Die Schulungsunterlagen einiger Werkzeugmaschinenhersteller sind – auch pädagogisch – ausgezeichnet aufgebaut. Sie beinhalten in der Regel außer einer allgemeinen Einführung in die CNC-Technik und das Programmieren naturgemäß vertieft das Arbeiten mit den Maschinen des jeweiligen Herstellers. Daneben werden teilweise auch mathematische und geometrische Grundlagen gebracht, die vom CNC-Maschinenbediener beherrscht werden sollten.

Optimal und auch im Sinne der Werkzeugmaschinen- und Steuerungshersteller wäre es, wenn die Grundausbildung in der CNC-Technik herstellerneutral, d. h. dezentral in Berufsbildungsstätten der Wirtschaft, vermittelt würde. Dadurch wäre eine erhebliche Entlastung der Hersteller möglich, die heute noch zum großen Teil die Grundausbildung durchführen bzw. durchführen müssen, um darauf aufzubauen dann die produktbezogene Schulung vornehmen zu können. Diese Aufteilung in dezentrale Grundausbildung und maschinenbezogene Firmenausbildung würde eine Wirkungsgradverbesserung der Ausbildung und gleichzeitig eine Kostenersparnis für alle Beteiligten mit sich bringen. Insgesamt ist das Lehrplanangebot und das Lehrmaterial trotz seiner Vielfalt noch unzureichend, vor allem ist es nicht genügend zielgruppenorientiert. Es ist zu erwarten, daß die Situation

günstiger wird, wenn die angekündigten Lehrunterlagen des Instituts für angewandte Organisationsforschung (IFAO) und weitere Unterlagen der NC-Gesellschaft vollständig zur Verfügung stehen.

## 6 Ergänzende Hinweise

Als letztes wurde in der Umfrage nach eventuell vorhandenen Engpässen in der Ausstattung und bei den Lehrunterlagen gefragt. Mehrfach wird der Wunsch geäußert, daß für die CNC-Ausbildung sowohl eine Fräsmaschine als auch eine Drehmaschine zur Verfügung stehen sollte. Das war jedoch bisher meistens aus Kostengründen nicht realisierbar. In einem Fall, wo die Werkzeugmacher- und Formenbauerausbildung einen besonderen Schwerpunkt darstellt, wird auch die Beschaffung einer CNC-gesteuerten Funkenerosionsmaschine gewünscht. Für die Zukunft wird ferner die Ausbildung an CNC-gesteuerten Handhabungsgeräten (Industrierobotern) und die Beschäftigung mit dem Thema CAD/CAM (computerunterstütztes Konstruieren und Fertigen) in Erwägung gezogen. Besonders dringlich wird auf die Notwendigkeit hingewiesen, mehr Programmierplätze zur Verfügung zu haben.

Für die überbetriebliche Unterweisung wird die Ausweitung von jetzt 40 Stunden auf 2mal 40 oder 80 Stunden angeregt. Eine genauere Anleitung zur Kursdurchführung, ähnlich wie das Heinz-Piest-Institut sie für die überbetrieblichen Lehrgänge „Praktische Elektronik“ und „Dioden, UJT's und Transistoren als elektronische Schalter“ herausgegeben hat, würde begrüßt werden. Für die CNC-Fortbildung werden spezielle Schulungsmaßnahmen gewünscht, die jedoch nicht im einzelnen konkretisiert wurden. Ein besonderer Mangel bei der CNC-Ausbildung im Handwerk besteht offensichtlich an einer Schulungsmaßnahme „Einführung in die CNC-Technik für Führungskräfte“. Die meisten Lehrunterlagen sind bedienerorientiert. Ebenso notwendig sind

jedoch Lehrgänge für Betriebsinhaber und Führungskräfte, die vor der Entscheidung stehen, CNC-Maschinen in ihrem eigenen Betrieb einzusetzen. Ihnen fehlen häufig Kenntnisse darüber, was sie von CNC-Maschinen an Leistung erwarten können, unter welchen Bedingungen sie wirtschaftlich einsetzbar sind, welche betriebsorganisatorischen Veränderungen mit dem Einsatz verbunden sind und welche Kriterien beim Maschinenkauf berücksichtigt werden müssen. Das Heinz-Piest-Institut hat sich dieser speziellen Thematik zugewendet und hofft, in Kürze entsprechendes Material vorlegen zu können.

Eine Schwachstelle dürfte heute noch die Ausbildung der Ausbilder für die CNC-Technik sein. In manchen Fällen erhalten Lehrkräfte, die bisher nicht auf diesem speziellen Gebiet gearbeitet haben, lediglich eine relativ kurze Ausbildung bei einem Werkzeugmaschinen- oder Steuerungshersteller. Das kann keinesfalls als ausreichend angesehen werden. Ausbilder ohne praktische Erfahrungen in der CNC-Technik sollten mindestens eine 4wöchige herstellerneutrale Lehrgangsausbildung, eine etwa einwöchige Herstellerausbildung und eine 3- bis 4wöchige Übungsphase an den im eigenen Berufsbildungszentrum vorhandenen CNC-Einrichtungen durchlaufen, bevor sie im Lehrbetrieb eingesetzt werden.

Abschließend sei folgender Hinweis erlaubt: Wegen der hohen Investitionskosten und wegen der relativ begrenzten technischen Lebensdauer von CNC-Einrichtungen sollte die CNC-Ausbildung besonders in ihrer anspruchsvollen Form soweit wie möglich an regionalen Schwerpunkten konzentriert werden. Dies ist auch notwendig, um sicherzustellen, daß die entsprechenden Berufsbildungszentren einen genügend großen Einzugsbereich haben, der eine kontinuierliche Durchführung von CNC-Aus- und Fortbildungsmaßnahmen ermöglicht. Dies kommt nicht zuletzt den Lehrkräften zugute. Andernfalls ist mittelfristig die Gefahr nicht auszuschließen, daß unter Hinweis auf die notwendige Anpassung an neue technische Entwicklungen Überkapazitäten entstehen.

Friedrich Fürstenberg

# Qualifikationsänderungen bei Robotereinsatz

Untersuchungsergebnisse aus der Automobilindustrie

**Der verstärkte Einsatz von Industrierobotern führt zu tiefgreifenden Veränderungen des Arbeitskräfteeinsatzes in der Produktion. Schrittmacher der Entwicklung ist zweifellos die Automobilindustrie, in der die Rationalisierung der Großserienfertigung wesentlich von der Flexibilisierung der Produktionsprogramme an Transferstraßen abhängt. Im Rahmen eines internationalen, von der OECD geförderten Forschungsprojektes konnten im zweiten Halbjahr 1983 Auswirkungen des Robotereinsatzes auf die Qualifikationsaspekte der Arbeitsstrukturen im Rohbau des Volkswagenwerks Hannover untersucht werden.\*)**

## Zur methodischen Vorgehensweise

Neben Expertengesprächen und der Auswertung statistischer Daten wurde eine geschichtete Stichprobe von 164 Arbeitern zwischen dem 15. und 26. August 1983 interviewt, wobei die Auswahl nach typischen, den Automatisierungsprozeß kennzeichnenden Arbeitsbereichen erfolgte. Drei Befragtengruppen sind im Bereich des Robotereinsatzes tätig, und zwar als Straßeführer, als Einleger und als Instandhalter. Hierbei handelt es sich um die Fertigung des VW-Transporters Typ 2 mit serienmäßiger

Ausstattung und einer täglichen Produktion von 600 Einheiten im Zwei-Schicht-Betrieb. Eine vierte Befragtengruppe ist in der LT-Fertigung (Kleinlastwagen) beschäftigt, die durch kleinere Serien (täglich 120 Einheiten) mit zahlreichen Sonderanfertigungen gekennzeichnet wird und die Produktionsbedingungen vor Einführung von Robotern widerspiegelt. Eine fünfte Befragtengruppe ist in einem Bereich des Rohbaus tätig, der unmittelbar vor der Einführung von Robotern steht. Die sechste Befragtengruppe schließlich bestand aus Personen, die im Zuge der technischen Veränderungen in andere Werksbereiche umgesetzt worden sind.

## Änderungen der Qualifikationsstruktur

Die technologischen Umstellungen begannen im großen Ausmaß im Jahre 1978. Rationalisierungsmaßnahmen und Nachfragerückgang führten im Typ 2-Bereich zwischen 1978 und 1983 zu einer Personalreduktion von 2.350 auf 1.444 Arbeiter, während im LT-Bereich eine geringfügige Zunahme von 504 auf 574 Arbeiter zu verzeichnen ist.

Veränderungen der Qualifikationsstruktur durch Robotereinsatz lassen sich im Hinblick auf die verfügbaren Daten am besten dadurch rekonstruieren, daß die LT- und Typ 2-Bereiche miteinander verglichen werden, wobei der erstere typische Arbeits-

\*) Diese Studie wurde vom Verfasser gemeinsam mit Siegfried Steininger durchgeführt.