

- [3] Vgl.: Althoff, H.: Ungleichgewichte zwischen Ausbildungs- und Beschäftigungssystem 1970–1978. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 76. Band, Heft 4 (1980), S. 243 ff.
Zum Zusammenhang von Bildungs- und Beschäftigungssystem, insbesondere auch der Konjunkturabhängigkeit betrieblicher Ausbildung vgl.: Rosemann, E.: Ausbildung und Arbeit – Empirisches zum Verhältnis von Bildungs- und Beschäftigungssystem. In: Keine Arbeit – keine Zukunft? Die Bildungs- und Beschäftigungsperspektiven der geburtenstarken Jahrgänge. Frankfurt 1984.
- [4] Vgl. ausführlich hierzu: Brasche, U.: Strukturwandel am Arbeitsmarkt. In: Aus Politik und Zeitgeschichte – Beilage zur Wochenzeitung „Das Parlament“; B45/84 vom 10.11.1984.

- [5] Vgl.: Kloas, P. W.: Arbeitslosigkeit nach Abschluß der Berufsausbildung – Strukturdaten 1980 bis 1983. Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 14. Jg. (1985) Heft 3, S. 99–102.
- [6] 100 Fachkräfte / 35 Berufsjahre ergibt 2,8 (Nachwuchs-)Fachkräfte pro Jahr. Da die Ausbildung meist drei Jahre dauert, muß der Bestand der Auszubildenden dreimal so hoch sein.
- [7] Für eine ausführliche Untersuchung der Berufe Bäcker/Konditor mit ähnlichen Ergebnissen vgl.: Becker, A.: Berufschancen nach einer Ausbildung zum Bäcker/Konditor/(Fleischer), WSI-Mitteilungen 9/1983.

Ernst Ross

Die CNC-Technik in Aus- und Weiterbildung – eine Übersicht

Im Rahmen des Projekts 5.052 „Erprobung des Mediums Fernunterricht in der Weiterbildung, bezogen auf die Programmierung und Bedienung numerisch-gesteuerter Werkzeugmaschinen“ wurden im Rahmen der Entwicklung des Curriculums für diesen Lehrgang eine Reihe von Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen nach bestimmten Kriterien untersucht.

Ausgangspunkt war eine vergleichende Analyse schriftlicher Lehrgangsmaterialien und curricularer Unterlagen, die als Auftragsarbeit durchgeführt wurde. [1]

Diese Analyse wurde durch Fallstudien erweitert und nach bestimmten Fragestellungen systematisiert.

Der folgende Beitrag stellt die Ergebnisse der Untersuchung dar und gibt einen Überblick über typische Bildungsmaßnahmen im Fachgebiet CNC-Technik.

Quantitative Entwicklung der CNC-Technik

Über die wachsende Bedeutung und Ausbreitung der CNC-Technik ist schon viel gesagt und geschrieben worden. Trotzdem sollen hier einige Fakten in Erinnerung gerufen werden:

Seit Mitte der 70er Jahre werden in der Bundesrepublik Deutschland im nennenswerten Umfang CNC-Werkzeugmaschinen produziert. Heute hat sich diese Technik vor allem im Bereich der Fertigung mittlerer und kleinerer Serien durchgesetzt.

Aufgrund der Einschätzung, daß die Produktivität gesteuerter Werkzeugmaschinen etwa um den Faktor drei größer ist als die konventioneller Maschinen und in der Annahme, daß die konventionellen Maschinen auch auf längere Sicht einen gewissen Stellenwert in der mechanischen Fertigung behalten werden und die Großserienfertigung kaum als Potential für numerisch gesteuerte Maschinen in Betracht kommt, beziffert WALLER [2] 1983 die Sättigungsgrenze für numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen mit 150 000 Einheiten.

Unter Berücksichtigung dieser Zahlen wären nach der abgeschlossenen Einführung der NC-Technik etwa 150 000 bis 450 000 Arbeitsplätze von dieser Technik betroffen. Heute hat die NC-Technik längst die Fertigung von Einzelstücken und auch die Großserienfertigung erfaßt, so daß diese Zahlen schon als überholt angesehen werden müssen.

Es besteht somit ein erheblicher Qualifizierungsbedarf und von einer abgeschlossenen Einführung der NC-Technik wird man angesichts der fließenden Entwicklung auf diesem Sektor auch in absehbarer Zukunft kaum reden können.

Qualitative Entwicklung

Die Technologie numerisch-gesteuerter Werkzeugmaschinen weist unterschiedliche Entwicklungsrichtungen auf. Auf der einen Seite ist offensichtlich, daß mit dieser Technik der Einstieg in die „unmanned factory“ begonnen hat und weiter forciert wird, auf der anderen Seite ist durch die Weiterentwicklung der Hand-

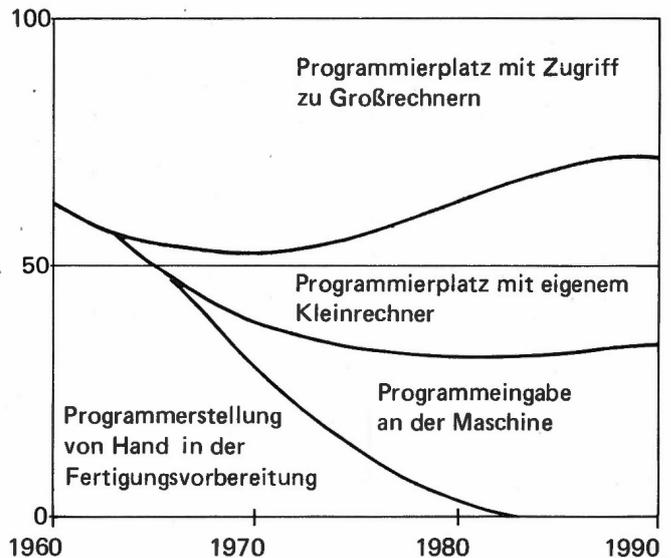
eingabe-Steuerungen zur Werkstattprogrammierung ein Weg zur Aufwertung der Arbeit an numerisch-gesteuerten Werkzeugmaschinen vorgegeben.

Die CNC-Technik arbeitet derzeit mit einer Reihe unterschiedlicher Programmiersysteme und -verfahren wie

- der manuellen Programmierung,
- der maschinellen Programmierung,
- der Handeingabe-Steuerung,
- transportablen Programmiergeräten,
- integrierten CAD/CAM-Systemen.

Die Bedeutung der verschiedenen Programmierverfahren hat sich entsprechend der technischen Entwicklung auf dem Rechner- und Steuerungssektor laufend verändert und verändert sich auch weiterhin. Die manuelle Programmierung ist fast vollständig durch rechnerunterstützte Verfahren ersetzt worden. In Zukunft werden CAD/CAM integrierte Systeme an Bedeutung gewinnen. Nach der Prognose von WALLER wird in Zukunft etwa ein Drittel der Programmieraufgaben direkt an der Maschine, ein weiteres Drittel an einem Programmierplatz mit eigenem Kleinrechner und das letzte Drittel über einen Großrechner abgewickelt werden. Siehe das folgende Diagramm.

Prognose der Verteilung der Programmieraufgaben für CNC-Werkzeugmaschinen auf verschiedene Programmierplätze [3]
%



In Anbetracht der Entwicklung der Rechnertechnik ist abweichend von dieser Prognose mittelfristig eher von einer stärkeren Verbreitung der maschinellen Programmierung mittels Kleinrechner auszugehen.

Die Bedeutung der Handeingabe wird dagegen auf lange Sicht abnehmen, da die Vernetzung der Betriebsteile mittels Datentechnik fortschreitet, die erforderlichen Daten für die Produktion von Werkstücken schon bei ihrer Konstruktion generiert werden und mittels geeigneter Software unmittelbar in Programme für den Produktionsvorgang umgesetzt werden können. Die quantitative und qualitative Entwicklung der CNC-Technik zeigen auf, daß

- 1) die Arbeit im Bereich der mechanischen Fertigung weniger wird (Stichwort: eine CNC-Werkzeugmaschine ersetzt etwa drei konventionelle). Der Weg zur menschenlosen Fertigung ist eingeschlagen,
- 2) trotzdem ein zahlenmäßig hoher Qualifizierungsbedarf besteht,
- 3) die Weiterentwicklung der Werkstattprogrammierung für die Maschinenbediener andere und, wie man von den Betroffenen selbst hört, auch interessantere Qualifikationsanforderungen und einen Gestaltungsspielraum für die Tätigkeit in der mechanischen Fertigung mit sich bringt,
- 4) die Werkstattprogrammierung zumindest in hochautomatisierten Betrieben langfristig gesehen an Bedeutung verlieren wird, so daß schon jetzt eine über die an die Maschine gebundene Programmierungstechnik hinausgehende informationstechnische Qualifizierung von Facharbeitern sinnvoll erscheint.

Fragen zur NC-Qualifizierung

Dem entstandenen und noch entstehenden Qualifizierungsbedarf wurde und wird auf vielfältige Weise begegnet. So sind in den verschiedenen Bereichen der Aus- und Weiterbildung oft spontan und unkoordiniert Ausbildungsgänge und Kurse eingerichtet worden.

Dabei gibt es beispielsweise bezüglich der inhaltlich-didaktischen Ausgestaltung, des methodischen Ansatzes, der Dauer und der erforderlichen technischen Ausstattung einer Aus- oder Weiterbildungsmaßnahme im Bereich der CNC-Technik eine Reihe offener Fragen.

Auf inhaltlich-didaktischer Seite wird z. B. häufig gefordert, daß die NC-Qualifizierung, vor allem das Denken in Algorithmen und Strukturen, die Entwicklung von Diagnosefähigkeiten und Problemlösungsstrategien fördern soll. Im Gegensatz zu solchen grundlegenden Forderungen stehen Konzeptionen, die ausschließlich die praktisch-funktionelle Anwendung und Bedienung von NC-Werkzeugmaschinen zum Ziel haben. Die Widersprüchlichkeit wird besonders offensichtlich bei inhaltlichen Entscheidungen über Umfang und Tiefe der Vermittlung, etwa von Programmierkenntnissen oder von Einzelheiten der Steuerungselektronik. So ist beispielsweise beim letzteren ungeklärt, wieweit Inhalte der Mikroelektronik für die CNC-Ausbildung aufbereitet werden sollten. Genügt die globale Darstellung der Werkzeugmaschinen mit ihren computergeführten Steuerungen oder gehört auch die detaillierte Beschreibung ihrer Bauteile und

Funktionen dazu? Oder muß sogar der elektronische Aufbau der Steuerungseinheiten behandelt werden? Hat die Vermittlung der hier angesprochenen Inhalte ausschließlich fachbezogen zu erfolgen oder geht es auch darum, die fachübergreifende und gesellschaftliche Bedeutung der Mikroelektronik zu thematisieren, die immer stärker nicht zuletzt die beruflichen Verhältnisse ändert?

Reicht das Erlernen der Programmierung einfacher Werkstücke mittels einer Handeingabesteuerung allein aus, oder sollte auch die Vermittlung maschineller Programmierverfahren (welcher?) bereits Bestandteil der Qualifizierung sein?

Ist eine CNC-Aus- oder Weiterbildung als integrative Bildungsmaßnahme im Bereich der Metalltechnik oder eventuell sogar darüber hinausweisend zu verstehen oder ist sie ein additiver Bereich?

Auf der methodischen Seite scheint Konsens darüber zu bestehen, daß es viele mögliche Wege der CNC-Ausbildung gibt. Tafel und Kreide, Papier und Bleistift, Computersimulationen, Arbeit an speziellen Ausbildungsmaschinen und Produktionsmaschinen werden als Mittel und Wege zur Qualifizierung gesehen. Doch welches sind ihre spezifischen Möglichkeiten, kann ihre Verwendung situationsbezogen erfolgen oder sind die Methoden abhängig von den Lernorten und spiegeln nur die übliche Theorie-Praxis-Zuweisung wider? [4]

In dieser Situation relativer Offenheit für die Entwicklung von Vermittlungskonzeptionen für die CNC-Technik drängt sich die Frage auf, wie denn nun tatsächlich ausgebildet wird. Im folgenden wird versucht, diese Frage für verschiedene Arten von Aus- und Weiterbildungsgängen in Übersichten zu beantworten.

Typisierte Aus- und Weiterbildungskonzeptionen in der CNC-Technik

Die folgenden Übersichten wurden durch die Analyse von 24 verschiedenen Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen gewonnen. Sie sollen über die typischen Merkmale der Aus- und Weiterbildung im Bereich der CNC-Technik informieren und Aufschluß über die Ziele, die Adressaten, die Dauer der jeweiligen Maßnahmen, die Lernziele und Inhalte, die curriculare Grundlage, das fachinhaltliche und organisatorische Umfeld, die Unterrichts- und Unterweisungsform, die eingesetzten Lehr- und Lernmittel und die maschinelle Ausstattung in den verschiedenen Bildungsangeboten geben.

Untersucht wurden die schulische und die betriebliche Ausbildung im dualen System (Datenbasis fünf Berufsschulen bzw. fünf betriebliche Ausbildungsstätten), die Anpassungsfortbildung für beschäftigte und arbeitslose Facharbeiter (Kurse von zwei Industrie- und Handelskammern und einem Berufsförderungszentrum bzw. von zwei Berufsförderungszentren), Lehrgänge von drei Werkzeugmaschinenherstellern, der Lehrgang „NC-Anwendungsfachmann“ (drei Berufsförderungswerke) und Umschulungsmaßnahmen, die von drei Berufsförderungswerken bzw. -zentren angeboten werden.

Typisierte Aus- und Weiterbildungskonzeptionen in der CNC-Technik

Maßnahme	Schulische Ausbildung	Betriebliche Ausbildung
Anbieter	3 Berufsschulen, 2 berufsfeldbezogene Oberstufenzentren	5 Betriebe
Ziel	Einblick in den konstruktiven Aufbau sowie die innere DV von CNC-Fertigungssystemen; Grundlagen der CNC-Technik auf breiter Basis	Vermittlung von CNC-Fertigkeiten im Rahmen der jeweiligen metalltechnischen Ausbildung
Adressaten, erforderliche Vorkenntnisse	Auszubildende aus dem Berufsfeld Metalltechnik 3. ABjahr und Schüler der Fachoberschule und der gymnasialen Oberstufe/Kenntnisse und Fertigkeiten in der konventionellen Zerspanungstechnik	Auszubildende in metalltechnischen Berufen, meist im 3. ABjahr mit entsprechenden Fertigkeiten und Kenntnissen in der konventionellen Zerspanungstechnik
Jahr der Einführung	80-82	80-83

(Fortsetzung) Typisierte Aus- und Weiterbildungskonzeptionen in der CNC-Technik

Maßnahme	Schulische Ausbildung	Betriebliche Ausbildung
Zeitungfang	von ca. 20 h bis ca. 80 h (meist ca. 36 h) je nach Schule und Ausbildungsgang (meist 2 h/Woche)	ca. 80 h (meist in Blöcken von je einer Woche)
Lernziele/ Inhalte	z. B.: – Grundlagen der Infoverarbeitung (Digitaltechnik) – Programmieren der CNC-WZM – Fertigungstechnologie der CNC-WZM oder: – Grundlagen Maschinenteknik (1. ABjahr/12 h) Wegsteuerungen, Wegmeßsysteme, Lage- regelungen, Übersicht über Funktions- und Arbeitsweise von CNC-Maschinen – Programmieren und Bearbeiten (2. ABjahr/24 h) Satzaufbau, Maschinenfunktionen, Bezugspunkte, Werkzeugkorrektur, Programmeingabe, Programm-Korrektur, Programmablauf auf Plotter und WZM – Programmierung und Bearbeitung schwieriger Werkstücke (3. ABjahr/12 h) Unterprogramme, Arbeitszyklen, Null- punktverschiebung, Werkzeugkorrektur	z. B.: Binärsystematik, Koordinatensystem, Pro- grammierung, systemgerechtes Zeichnen, selbständiges Einrichten und selbständige Be- dienung der Maschinen, Abfahren der Programme oder: 1. selbständiges Erstellen eines Programms mit 90 Sätzen (Streckensteuerung) – Maschinenbeschreibung (konventionelle-CNC) – Bedienungselemente, Referenzpunkt – Befehle, Zusammensetzung von Programmen – Absolut-, Kettenmaß, Radius- und Längenkorrektur – Programme schreiben und durch Einzel- satzabfahren testen – Programmiererleichterungen 2. dto. / Bahnsteuerung
Curriculare Grundlage	– selbst entwickelt – Lehrplan des entsprechenden Bundeslandes (ein Fall)	selbst entwickelt
Umfeld	Inhalte der technischen Mathematik und des technischen Zeichnens werden auf CNC-Technik abgestimmt. In einem Fall Versuch der Auf- hebung der Fächertrennung (geblockte CNC- Vermittlung 4–6 h/Woche). In einem Fall sozial- kundliche Aspekte der Automation	eingebettet in die traditionelle Ausbildung, eher additiv
Unterrichts/ Unter- weisungsform	Frontal-, Gruppen- und Einzelarbeit, maximal 12 Schüler. Engpässe bei der tatsächlichen Maschinenarbeit	An Maschinen in Kleingruppen und Einzelarbeit, parallele theoretische Unterweisung in Gruppen von 5 Auszubildenden
Lehr-/Lernmittel	selbstentwickelte Arbeitsunterlagen/Zeichnungen/ Bearbeitungsaufgaben	Firmenunterlagen, Materialien des BIBB, selbst erstellte Unterlagen
Ausstattung	Schulungsmaschinen + Produktionsmaschinen, Programmierplätze, Lochstreifenleser und -stanzer, Plotter u. a. Peripheriegeräte (gute Aus- stattung, jedoch oft unsystematisch in mehreren Wellen zusammengekauft)	Produktionsmaschinen ohne viel Peripherie z. B.: eine Drehmaschine neuesten Typs, drei Fräsmaschinen oder eine kleine Fräsmaschine, weniger reichhaltig als in den untersuchten Schulen

Maßnahme	Anpassungsfortbildung	Anpassungsfortbildung für arbeitslose Facharbeiter
Anbieter	2 Industrie- und Handelskammern, 1 Berufsförderungszentrum	2 Berufsförderungszentren
Ziel	Anpassung an die technische Entwicklung	Anpassung an die technische Entwicklung/ Verbesserung der Vermittlungschancen
Adressaten/ erforderliche Vorkenntnisse	Fachpersonal in der spanenden Fertigung, Fach- arbeiter, Meister, Betriebsingenieure mit ent- sprechenden Vorkenntnissen	arbeitslose Facharbeiter, Meister, Techniker der Metalltechnik, angelerntes Fachpersonal der Zerspanungstechnik
Jahr der Einführung	81–83	81–83
Zeitungfang	180 h bei 4–10 h/Woche Teilzeitlehrgang	520 h (13 Wochen) Vollzeit
Lernziele/ Inhalte	1. – Grundlagen der NC-Technik (Entwicklung, Anwendungskriterien, Konstruktionsmerk- male, Bauarten, Steuerungen, Programm- aufbau und -vorbereitung) – Übungsbeispiele Drehen und Fräsen (Programmerstellung und -eingabe an der Maschine, Vorbereitung der Maschine, Testlauf, Werkstückbearbeitung, Werkzeug- korrektur, Zyklen, Unterprogramme, Inkremental- und Absolutmaßprogramm)	– Reaktivierung und Aktualisierung konventionelle Zerspanungstechnik – CNC-Drehen und -Fräsen – ausgedehnte Übungen – Einführung in das rechnergestützte und maschi- nelle Programmieren – umfangreiche Prüfung

(Fortsetzung) Typisierte Aus- und Weiterbildungskonzeptionen in der CNC-Technik

Maßnahme	Anpassungsfortbildung	Anpassungsfortbildung für arbeitslose Facharbeiter
	<ul style="list-style-type: none"> – Programmierhilfen und Entwicklungstendenzen von Steuerungssystemen – Vertiefung der Grundlagen des NC-Drehens und -Fräsen (Programmoptimierung und -änderung an der Maschine, Archivierung von Programmen) – Abschlußtest <p>2. – Vertiefung der Grundlagen (Steuerungsarten, Achsensysteme, Programmaufbau, Bezugspunkte)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Mathematische Grundlagen – Programmierbeispiele Drehen und Fräsen – Rechnergestütztes Programmieren – Grundinformation AC-Systeme, CAD/CAM – Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen – Abschlußtest 	
Umfeld	Anknüpfen an die berufliche Erfahrung	Anknüpfen an die berufliche Erfahrung
Curriculare Grundlage	DIHT-Konzept bzw. eigene Entwicklung	Inhaltliche (nicht zeitliche) Anlehnung an das DIHT-Konzept/eigene Entwicklung
Unterrichts-/ Unterweisungsform	Seminarform/Kleingruppen an Maschinen und Programmierplätzen bzw. Demonstrationen an Maschinen	Frontalunterricht/Seminararbeit für die Theorie Kleingruppen und an Programmierplätzen und Maschinen
Lehr-/Lernmittel	Selbsterstellte, teilweise ausgezeichnete Unterlagen	
Ausstattung	In einem Fall nur kleine Produktionsfräsmaschine der Lehrwerkstatt einer mittelständischen Firma, sonst aufwendige Ausstattung mit modernen Maschinen, Programmierplätzen usw.	gute Ausstattung, 2 moderne Produktionsmaschinen, Programmierplätze mit Bildschirmen, Plotter u. a. Peripherie
Bemerkungen	Teilnahmebescheinigung, jedoch keine Weiterbildungsprüfung nach BBiG	Interne Abschlußprüfungen und Teilnahmebescheinigungen, IHK-Nachfrage nach Prüfungsmöglichkeit negativ, ausgezeichnete Vermittelbarkeit der Absolventen

Maßnahme	Herstellerschulung	NC-Anwendungsfachmann
Anbieter	drei Hersteller von WZM	drei Berufsförderungswerke
Ziel	Schulung von Käufern bzw. deren Mitarbeitern	Umfassende (Um)schulung zu einem Fachmann der CNC-Technik
Adressaten, erforderliche Vorkenntnisse	anfangs Betriebsleiter, Ingenieure, Meister jetzt zunehmend Facharbeiter/konventionelle Zerspanung	Facharbeiter mit einschlägiger metalltechnischer Ausbildung oder dreijährige einschlägige Tätigkeit
Jahr der Einführung	sukzessive seit ca. 1977	82
Zeitungsfang	typisch: eine Woche Vollzeit (24–36 h Theorie/20 h Praxis) auch 2-Tages-Kurse und längerfristige Maßnahmen (Baukastensystem)	21monatige Umschulung mit Schwerpunkt NC-Technik, Vollzeitmaßnahme
Lernziele/ Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> – Grundlagen der CNC-Technik <ul style="list-style-type: none"> ○ Maschinenteknik ○ Zerspanungstechnologie ○ Programmierungstechnik – Hersteller- und maschinenspezifische Aufgaben und Probleme <ul style="list-style-type: none"> ○ Umgang mit speziellen Steuerungen ○ Arbeiten an speziellen Maschinen 	<ul style="list-style-type: none"> – Kenntnisse <ul style="list-style-type: none"> ○ Technologie ○ Fertigungsverfahren ○ NC-Technik ○ Anwendungsbezogene Mathematik ○ technisches Zeichnen ○ Werkstoffkunde ○ physikalische Grundlagen ○ Meßtechnik und Werkzeu gvoreinstellung – Fertigkeiten <ul style="list-style-type: none"> ○ Grundlagen der Metallverarbeitung ○ maschinentechnische Ausbildung (konventionell) ○ NC-Programmierung ○ manuell ○ maschinell ○ NC-Drehen ○ NC-Fräsen ○ NC-Drahterodieren

(Fortsetzung) Typisierte Aus- und Weiterbildungskonzeptionen in der CNC-Technik

Maßnahme	Herstellerschulung	NC-Anwendungsfachmann
Curriculare Grundlage	selbstentwickelte Lehrgangspläne	Ausbildungsrahmenplan eines BFW, Metalltechnik Arbeitskreis der BFWs
Umfeld	bezogen auf die Maschinen und Steuerungen des jeweiligen Herstellers	1. Drittel identisch mit konventioneller Umschulung zum Mechaniker usw. 2. und 3. Drittel konsequente Ausrichtung aller Fächer auf die CNC-Technik
Unterrichtsform	<ul style="list-style-type: none"> – Lehrgangsform – Theorie in Seminargruppen – Arbeit an Programmierplätzen und Maschinen in Zweiergruppen 	<ul style="list-style-type: none"> – Lehrgangsform – Theorievermittlung in Seminargruppen – Arbeit an Programmierplätzen und Maschinen in Zweiergruppen
Lehr-/Lernmittel	aufwendig aufbereitete Lehrgangsunterlagen, Foliensätze usw.	meist selbsterstellte Unterlagen
Ausstattung	jeweils firmenspezifische Maschinen und Programmierplätze (systematisch aufgebaut)	gute systematische Ausstattung 5–6 neue Produktionsmaschinen (1 Bearbeitungszentrum), Programmierplätze, Peripherie
Bemerkungen	die einwöchigen Kurse werden von den Herstellern selbst nur als Grundlage und nicht als intensive Einarbeitung angesehen. Sie empfehlen daher den Besuch weitergehender Kurse.	Es existiert eine Prüfungsordnung einer IHK zum NC-Anwendungsfachmann nach der die Absolventen geprüft werden.

Maßnahme	Umschulung
Anbieter	3 Berufsförderungswerke bzw. -zentren
Ziel	Umschulung zum Dreher, Fräser, Mechaniker, Feinmechaniker, Werkzeugmacher, Automaten-einrichter
Adressaten/erforderliche Vorkenntnisse	Umschüler mit Kenntnissen und Fertigkeiten im konventionellen Zerspanen
Jahr der Einführung	81–83
Zeitumfang	ca. 220–400 h Vollzeit in Zusammenhang mit einer 18- bzw. 21monatigen Umschulung
Lernziele/Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> – Voraussetzungen der CNC-Technik (Zeichnen, Planen, Handhaben, Werkzeug- und Werkstoffkenntnisse) – Allgemeine Grundlagen (Numerische Steuerungen, Werkstückgeometrie, technologische Daten) – Teile-Programm mit werkstattüblichen Mitteln erstellen – CNC-Maschinen bedienen, Programm eingeben – Werkzeuge, Spannzeuge, Meßzeuge anwenden – Dreh- und Frästeile herstellen – Teileprogramme mit Computer-Unterstützung erstellen <p>Arbeitsabläufe systematisch planen, Arbeitsergebnis kontrollieren, bewerten, Optimierungsvorschläge entwickeln.</p>
Umfeld	Verknüpfung traditioneller und CNC-Lerninhalte, Zeichnen, Geometrie, Mathematik
Curriculare Grundlage	Selbstentwickelt bzw. inhaltliche Anlehnung an DIHT-Konzept
Unterrichts-/Unterweisungsform	Informationsphasen wechseln mit intensiven Übungsphasen, Arbeit an Programmierplätzen und Maschinen in kleinen Gruppen.
Ausstattung	Gute Ausstattung mit modernen Produktionsmaschinen (bis zu 6), Programmierplätzen und entsprechender Peripherie
Bemerkungen	Interne Teilnahmebescheinigung, IHK-Anfrage nach Prüfungsmöglichkeit negativ, Abschluß als NC-Anwender/NC-Facharbeiter mit Prüfung vor der NC-Gesellschaft

Fazit

Das Spektrum der untersuchten Aus- und Weiterbildungskonzeptionen zur CNC-Technik zeigt, wie schon bei der eingangs erwähnten Analyse schriftlicher Lehrgangunterlagen [5] festgestellt wurde, eine große Vielfalt mit höchst unterschiedlicher Substanz.

Das gemeinsame Ziel aller Maßnahmen ist, wenn auch mit unterschiedlicher Akzentuierung und unterschiedlicher Tiefe und Breite, die Vermittlung von Kenntnissen und Fertigkeiten zur möglichst kompetenten und selbständigen Programmierung und Bedienung von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen. Wie unterschiedlich Tiefe und Breite der Vermittlung trotz der gleichen avisierten Lernziele sein müssen, zeigen die Zeitansätze:

- Die schulische Ausbildung im NC-Bereich umfaßt 20 bis 80 (im Mittel 36) Stunden,
- in der betrieblichen Ausbildung werden 80 Stunden angesetzt,
- für die Anpassungsfortbildung von beschäftigten Facharbeitern werden Teilzeitlehrgänge mit 180 Stunden durchgeführt,
- die Anpassungsfortbildung für arbeitslose Facharbeiter umfaßt dagegen 530 Stunden Vollzeitunterricht,
- die typischen Herstellerkurse werden innerhalb einer Woche (ca. 40 Stunden) durchgeführt,
- der Lehrgang „NC-Anwendungsfachmann“ umfaßt 21 Monate Vollzeitunterricht von denen etwa zwei Drittel NC-orientiert sind,
- schließlich werden die Umschulungsmaßnahmen in 220 bis 400 Stunden Vollzeitunterricht abgewickelt.

In allen Maßnahmen werden folgende inhaltliche Bereiche angesprochen:

- Maschinenteknik (Vergleich konventioneller und numerisch-gesteuerter Werkzeugmaschinen),
- relevante Fachmathematik,
- programmierungsgerechtes Zeichnen,
- Grundlagen der Programmierung,
- Erstellung von Werkstückprogrammen,
- Bearbeitung von Werkstücken meist mit Schwerpunktsetzung auf Drehen oder Fräsen.

Dabei ist jedoch neben dem zeitlichen auch der didaktische Ansatz und der fachliche Zusammenhang sehr unterschiedlich. Die schulischen Angebote, die Umschulung und das Angebot „NC-Anwendungsfachmann“ versuchen, einen integrativen Ansatz zu verfolgen, in dem beispielsweise Fachkunde, Mathematik und Fachzeichnen auf die Besonderheiten der NC-Technik ausgerichtet werden. In einem (schulischen) Fall wird auch die Steuerungstechnik in diesem Zusammenhang behandelt und damit eine technikübergreifende Betrachtung angestrebt.

Ebenfalls nur in einem Fall konnte ein ausdrückliches Eingehen auf die gesellschaftlichen Auswirkungen der CNC-Technik festgestellt werden.

Die betriebliche Ausbildung und die Maßnahme der Anpassungsfortbildung sind eher instrumentell und additiv ausgerichtet, d. h., sie konzentrieren sich auf den engeren Bereich der zur Bedienung und Programmierung von Werkzeugmaschinen zur Zeit unmittelbar erforderlichen Qualifikationen.

Weitgehende Parallelen scheint es auf den ersten Blick wieder im methodischen Ansatz der verschiedenen Maßnahmenteilen zu geben. Die Unterschiede werden deutlich, wenn man die maschinelle Ausstattung und die zur Verfügung stehenden Lehr- und Lernmittel in Betracht zieht.

Unter sehr guten Bedingungen können die Herstellerschulungen und die Maßnahmen an den Berufsbildungswerken und -zentren durchgeführt werden. Diese verfügen über eine systematisch aufgebaute maschinelle Ausrüstung, ausreichend viele und moderne externe Programmierplätze mit entsprechender Peripherie (Plotter, Bildschirm, Simulator) die das Austesten der Programme auch ohne direkten Zugang zur Werkzeugmaschine ermög-

lichen. In den untersuchten betrieblichen Ausbildungsstätten konnte teilweise eine sehr gute, teilweise aber auch eine gerade ausreichende Ausstattung festgestellt werden, die gerade noch zur Demonstration der neuen Fachinhalte ausreicht. Ähnlich ist die Situation in der schulischen Ausbildung und bei den in die Fallstudien einbezogenen Trägern der Anpassungsfortbildung. Kapazitäts- und Zeitprobleme treten vor allem bei der Bearbeitung von Werkstücken an den Werkzeugmaschinen selbst auf, wenn beispielsweise 12 oder sogar 20 Lehrgangsteilnehmer an einer Maschine möglichst mehrere Werkstücke auch tatsächlich fertigen sollen. Eine ausreichende Sicherheit im Umgang mit den Maschinen kann bei den kurzfristigen Aus- und Weiterbildungs-gängen kaum erreicht werden. So liegt auch das Schwergewicht dieser Angebote auf der Vermittlung von Programmierkenntnissen, die entweder mit Hilfe externer Programmierplätze und entsprechender Peripherie (Plotter, Bildschirm, Simulator) oder allein mit Hilfe von Papier und Bleistift erreicht werden sollen.

Zusammenfassend können die folgenden Merkmale festgehalten werden:

- 1) Der Zeitansatz der schulischen und betrieblichen Ausbildung und der Herstellerschulung erscheint für Bildungsgänge, die die Teilnehmer befähigen sollen, selbständig Programme zu schreiben und die entsprechenden Werkzeugmaschinen kompetent und sicher zu bedienen, als zu gering, selbst wenn man sich nur auf die engere Thematik der CNC-Technik beschränken würde bzw. beschränkt.
- 2) Ein fachübergreifender integrativer Ansatz wird in den schulischen Ausbildungsangeboten und in den Umschulungsmaßnahmen angestrebt. Im Fall der schulischen Angebote können die jeweiligen fachlichen Komponenten aufgrund des knappen Zeitbudgets jedoch nur angerissen werden.
- 3) Die betriebliche Ausbildung, die Herstellerschulung und mit Einschränkung die Maßnahme zur Anpassungsfortbildung haben eher instrumentellen Charakter und beschränken sich auf die engeren in der Praxis derzeit erforderlichen Qualifikationen.
- 4) Die Chance der Einbindung der CNC-Technik in ein grundlegendes informationstechnisches Angebot, das die langfristige Entwicklung der Steuerungstechnik in der mechanischen Fertigung berücksichtigt, wird von keinem Anbieter genutzt.
- 5) Der gesellschaftliche Bezug der CNC-Technik und Fragen der Mitgestaltung der Technik, der Arbeitsorganisation und der Arbeitsbedingungen durch die Beschäftigten wird ebenfalls so gut wie gar nicht thematisiert. Bisher kann in den untersuchten Aus- und Weiterbildungsangeboten im Fachgebiet CNC-Technik nicht mehr als der Versuch der Anpassung an die vorausseilende technische Entwicklung festgestellt werden.

Zukünftige Entwicklungen von Bildungsgängen im Fachgebiet CNC-Technik müssen darauf angelegt sein, die hier aufgeführten Merkmale zu berücksichtigen und die festgestellten Defizite zu überwinden. Als Voraussetzung dafür ist zunächst ein ausreichender Zeitansatz erforderlich, der es dann erlaubt, fächerintegrativ vorzugehen, eine ausreichende Sicherheit im Programmieren und Bedienen zu erreichen (dies möglichst maschinen- und steuerungsneutral), die technische Weiterentwicklung durch die Vermittlung grundlegender informationstechnischer Inhalte zu berücksichtigen und schließlich auch die Aspekte der Technik- und Arbeitsplatzgestaltung zu thematisieren.

Anmerkungen

- [1] Lindner, R. B., unter Mitarbeit von Lietzau, E., u. Kreibich, R.: Analyse und Vergleich schriftlicher Lehrgangsmaterialien und Curricula im Fachgebiet NC-Technik. Vervielfältigtes Manuskript, Berlin 1984.
- [2] Waller, S.: Internationaler Stand der Steuerungstechnik und technischer Informationsverarbeitung. wt-Zeitschrift industrieller Fertigung 73, Nr. 5, 1983, Seite 287–290.
- [3] Quelle: Waller, S. a.a.O.
- [4] Vgl.: Hoppe, M., und Erbe, H. H. (Hrsg.): Neue Qualifikationen – alte Berufe?, Wetzlar 1984, Seite 171.
- [5] Vgl.: Lindner, R.B.: „Analyse und Vergleich . . .“, a.a.O.