

zubildenden ungewohnt ist und das deshalb ganz gezielt vermittelt werden muß. Ansonsten scheinen die Jugendlichen gut mit der neuen Technik zurecht zu kommen, zumindest mit den Grundlagen — ein positives Ergebnis, wenn man an die anfänglichen Befürchtungen vieler Praktiker denkt.

3 Wie geht es weiter?

Obwohl zunehmend Einigkeit über die zu vermittelnden Inhalte und Fähigkeiten besteht, ist die CNC-Ausbildung unter methodisch-didaktischen Gesichtspunkten noch in vieler Hinsicht offen. Manches Vorgehen, das einer raschen Deckung der Qualifikationsnachfrage dienen sollte, wird durch tragfähigere Vermittlungskonzepte ersetzt werden. Diejenigen, die bereits seit einigen Jahren in der CNC-Technik ausbilden und sich dafür selbst Leitlinien und Lehr-Lernhilfen entwickelt (oder Externes übernommen) haben, werden — so die Erkenntnisse der Innovationsforschung — den einmal eingeschlagenen Weg in der nächsten Zeit weiterverfolgen. Neue Impulse werden dementsprechend am ehesten von denjenigen ausgehen bzw. aufgegriffen werden, die sich noch nicht festgelegt oder aber ihrerseits schon soviel Erfahrung mit der CNC-Ausbildung gesammelt haben, daß sie an innovativen didaktischen Lösungen besonders interessiert sind.

Anmerkungen

- [1] Diese Erprobung ist eine Maßnahme innerhalb des BIBB-Forschungsprojektes 5.015, das sich mit Fragen geeigneter didaktischer Konzeptionen und Ausbildungsmittel für die CNC-Technik auseinandersetzt.
- [2] Lindner, Rolf B., unter Mitwirkung von E. Lietzau und R. Kreibich: Abschlußbericht zum Teilprojekt „Vorstudie zur Curriculument-

wicklung“ im Rahmen des BIBB-Forschungsprojektes 5.052 (Fernlehrgang über numerisch gesteuerte Produktionsmaschinen), Berlin 1984 (verv. Manuskript), S. 17.

- [3] Vgl.: Buschhaus, D.; Goldgräbe, A.: „Veränderte Qualifikationen der Metallfacharbeiter durch eine rechnerunterstützte Fertigung.“ In: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 13. Jg. (1984), Heft 5, S. 160–163.
- [4] Zu Fragen der Lernhardware: Laur-Ernst, U.; Buchholz, Ch.: „CNC-Ausbildung an der Produktionsmaschine oder am Simulator?“ In: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 13. Jg. (1984), Heft 5, S. 164–167.
- [5] Linke, J.; Witte, H.: Praxisbezogene Ausbildung für die computer-gesteuerte Fertigung“. In: M. Hoppe; Heinz-H. Erbe (Hrsg.): Neue Qualifikationen — alte Berufe? Berufliche Bildung Band 5, S. 155, Wetzlar 1984.
- [6] Hier ist z. B. auf ein Projekt des Hahn-Meitner-Instituts, Berlin, zu verweisen, Müller G. In: M. Hoppe; Heinz-H. Erbe a.a.O., S. 176–179.
- [7] Laur-Ernst, U.: „Entwicklung beruflicher Handlungsfähigkeit. Theoretische Analyse und praktische Konsequenzen für die Berufsbildung.“ Europäische Hochschulschriften, Frankfurt/M. 1984.
- [8] Vgl.: Biehler-Baudisch, H.: „Auswirkungen der Mikroelektronik auf die Erstausbildung in der Metalltechnik — ein Projektbericht“ (zum FP 5.015), in: M. Hoppe; Heinz-H. Erbe, a.a.O., S. 165.
- [9] Diese Untersuchungsergebnisse wurden bei einer Gruppe von 25 Ausbildern und 400 Auszubildenden gewonnen, die sich an der Erprobung der neuen Lernunterlagen beteiligt haben und in den 25 Ausbildungsbetrieben (unterschiedliche Branchen) tätig sind, die am Projekt 5.015 teilnehmen.
- [10] Hierzu wurde auch ein vom BMFT gefördertes Projekt „CNC-Ausbildung in der betrieblichen Praxis“ vom IFAO, Karlsruhe, gemeinsam mit Industriefirmen und Ausbildungsstätten durchgeführt; siehe Tagungsband zu einer Präsentationsveranstaltung, hrsg. v. Kernforschungszentrum Karlsruhe 1984.

Dieter Buschhaus

Auswirkungen neuer Technologien auf die Ausbildungsinhalte der Metallberufe

Die Mikroelektronik wirkt sich sowohl auf die inhaltliche Ausgestaltung der Grundbildung als auch der Fachbildung aus. Völlig neue Berufe entstehen nur in Ausnahmefällen. Vielmehr werden die traditionellen Berufe zusammengefaßt und inhaltlich breiter angelegt. Es gibt Basisqualifikationen der Metallberufe, die den Erwerb der fachlichen Qualifikationen im Umgang mit den neuen Technologien vorbereiten und stabil gegenüber raschen technischen Veränderungen sind. Die traditionellen Ausbildungsinhalte im Berufsfeld Metalltechnik haben zumeist weiterhin für die Berufsausbildung und die Facharbeitertätigkeit Bedeutung. Sie müssen jedoch im Hinblick auf die neuen Technologien neu gewichtet werden. Bei ihrer Vermittlung sind Methoden anzuwenden, die gleichzeitig nichtfachspezifische Fähigkeiten fördern.

Ausgangslage

Bei der Neuordnung der Metallberufe besitzt die Frage der Auswirkungen der neuen Technologien auf die Qualifikationsanforderungen einen hohen Stellenwert. Es zeichnet sich ab, daß nur wenige Arbeitsplätze für Metallfacharbeiter in Zukunft von der Mikroelektronik unberührt bleiben. Allerdings werden die Folgen für den einzelnen Beruf und Arbeitsplatz nach Art und Umfang sehr unterschiedlich sein. Derzeit führt das Bundesinstitut für Berufsbildung mehrere Neuordnungsvorhaben im Metallbereich durch. Dabei handelt es sich vor allem um die Revision der Ausbildungsordnungen für 42 industrielle und für 18 handwerkliche Metallberufe. Die neuen Ausbildungsordnungen der beiden Berufe Gießereimechaniker und Verfahrensmechaniker stehen kurz vor dem Erlass. Die Neuordnung der technisch-zeichnerischen Ausbildungsberufe ist wegen unterschiedlicher Auffassungen der Sozialparteien zu den Auswirkungen der neuen Techno-

logien auf die Berufsstruktur ins Stocken geraten. Für die drei luftfahrttechnischen Ausbildungsberufe gelten bereits seit 1984 neue Ausbildungsordnungen, in denen die Fortschritte in der Luft- und Raumfahrttechnik die inhaltliche Ausgestaltung maßgeblich beeinflussten.

Insgesamt sind von der Neuordnung der Metallberufe etwa 375 000 Ausbildungsplätze betroffen, das sind 22 Prozent aller Ausbildungsplätze. Dem Berufsfeld Metalltechnik sind nach der Berufsgrundbildungsjahr-Anrechnungsverordnung in den drei Schwerpunkten „Fertigungs- und spanende Bearbeitungstechnik“, „Installations- und Metallbautechnik“ sowie „Kraftfahrzeugtechnik“ insgesamt 76 Ausbildungsberufe zugeordnet. In wenigen Jahren werden die diesem Berufsfeld zuzurechnenden Ausbildungsberufe weitgehend Ausbildungsordnungen und Rahmenlehrpläne besitzen, die den technischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklungen angepaßt sind. Damit stellt sich auch die Frage nach einer modernen beruflichen Grundbildung Metalltechnik.

Generelle Auswirkungen auf die Grund- und Fachbildung

Wegen des raschen technischen Wandels kommt es vor allem darauf an, eine Grundbildung zu vermitteln, die hinreichend vorbereitet auf die sich abzeichnenden Entwicklungen. Es ist wichtig, in die Grundbildung Inhalte aufzunehmen, die auf den Umgang mit den neuen Technologien berufsfeldbezogen vorbereiten. Dies ist um so notwendiger, als bisher die berufliche Grundbildung kaum der technischen Entwicklung angepaßt worden ist, wenn auch bereits in einer Reihe von Betrieben neue Inhalte in der Fachbildung vermittelt wurden. Die Grundbildung der Metallberufe ist beispielsweise nach den geltenden Ordnungsmitteln

in erster Linie auf die Vermittlung manueller Fertigkeiten ausgerichtet. Dies entspricht nicht mehr den Anforderungen der Praxis, wie eine Analyse des Bundesinstituts über die Ausbildung in 42 der gegenwärtig bestehenden industriellen Metallberufen ergeben hat. Die 180 beteiligten Experten bewerteten die komplexen Ausbildungsinhalte, wie z. B. Montage hinsichtlich der Bedeutung für die Berufsausübung, deutlich höher als die manuellen Grundfertigkeiten. Zwar ist das Erlernen elementarer Fertigkeiten und Kenntnisse nach wie vor Voraussetzung für den Erwerb anspruchsvollerer Inhalte, jedoch muß dieser Elementarbereich zeitlich reduziert und inhaltlich neu strukturiert werden. [1]

Im Metallbereich werden die Auswirkungen der neuen Informationstechnologien auf die Berufsausbildung vor allem vor dem Hintergrund der technischen Entwicklungen in den Bereichen CAD (Computer Aided Design), CNC-Werkzeugmaschinen (Computer Numerical Control) und automatisierte Fertigungssysteme (Industrieroboter, Flexible Fertigungssysteme usw.) diskutiert. Im Zusammenhang mit den Neuordnungsarbeiten führt das Bundesinstitut für Berufsbildung Analysen über die Auswirkungen neuer Technologien auf die Qualifikationsanforderungen durch, die u. a. zu folgenden Ergebnissen kommen:

- Bei den technisch-zeichnerischen Berufstätigkeiten lassen sich diejenigen Anteile automatisieren, die durch einen Algorithmus beschreibbar sind. Dabei werden im Dialog über ein Bildschirmgerät die kreativen Arbeitsschritte von der Fachkraft und die schematischen vom Rechner ausgeführt. An den neuen Arbeitsplätzen ergeben sich daraus insgesamt höhere Anforderungen. Die Auszubildenden müssen lernen, die auf dem Bildschirm darzustellenden Bauteile zuvor gedanklich in geometrische Grundelemente zu zerlegen und diese sodann durch analytisch-geometrische Beziehungen wieder zu verknüpfen. CAD-Systeme sind erst in relativ geringem Umfang und in besonders geeigneten Bereichen eingeführt, so daß die technisch-zeichnerischen Arbeitskräfte in absehbarer Zukunft sowohl am Zeichenbrett als auch am Bildschirm ihren Beruf ausüben werden. [2]
- Während zur Zeit noch technisch-zeichnerische Arbeiten nur in begrenzten Fachgebieten durch Computer ausgeführt werden können, ist die spanende Bearbeitung nahezu aller Werkstücke auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen möglich. Angaben aus der Wirtschaft über Neubeschaffungen von Werkzeugmaschinen lassen eine zügige Verbreitung der CNC-Maschinen in naher Zukunft erwarten. Für eine eigenverantwortliche Tätigkeit an CNC-Maschinen sollen Facharbeiter in der Lage sein, kleinere Programme zu erstellen und komplexe Programme zu optimieren. Dazu müssen sie insbesondere die Fähigkeit erwerben, die Arbeitsaufgabe in logisch aufeinanderfolgende Arbeitsschritte zu gliedern und diese in Programmform umzusetzen. [3]
- Die Instandhaltung von automatisierten Fertigungssystemen ist ein Aufgabengebiet für Metall- und Elektroberufe, das immer mehr an Bedeutung gewinnt und beispielsweise mit dem Einsatz von Industrierobotern neue Qualifikationen erfordert. Für Metallberufe, wie Maschinenschlosser oder Mechaniker, wird die Steuerungstechnik zu einem unabdingbaren Ausbildungsabschnitt. Zur Instandhaltung der Handhabungsgeräte ist es unerlässlich, die funktionalen Zusammenhänge zwischen den Programmbefehlen und dem Bewegungsablauf des Roboterarms zu kennen. Um künftig höhere Programmiersprachen für Roboter anstelle des heute vorwiegenden „Teach-In-Verfahrens“ anwenden zu können, müssen die Facharbeiter in der Lage sein, für einfache Arbeitsaufgaben algorithmische Lösungen systematisch zu entwickeln.

Ogleich sich die Qualifikationsanforderungen aufgrund des ökonomisch-technischen Wandels, beispielsweise für Technische Zeichner, Dreher und Maschinenschlosser, am Arbeitsplatz sehr verschieden darstellen, können sie jedoch auf ein gemeinsames Basiswissen zurückgeführt werden. Der Technische Zeichner zer-

legt die darzustellenden Bauteile gedanklich in geometrische Grundelemente und bestimmt ihre Lage innerhalb von Koordinatensystemen. Der Dreher gliedert die Bearbeitungsaufgabe in elementare Arbeitsschritte unter Berücksichtigung der Koordinatensysteme des Werkstückes und der Maschine. Der Maschinenschlosser muß die einzelnen logischen Schritte der Steuerung und die Koordinatensysteme für die Bewegungen des Industrieroboters kennen. Somit erfordert der technische Wandel in allen drei Bereichen grundlegende Fähigkeiten, wie abstrakt-logisches Denken und die Anwendung von analytisch-geometrischen Gesetzmäßigkeiten.

Konkrete Auswirkungen auf die Inhalte der Grund- und Fachbildung

Es kommt nunmehr darauf an, diese allgemeinen Anforderungen in konkrete Inhalte für Ausbildungsordnungen und Rahmenlehrpläne umzusetzen:

Fähigkeiten im abstrakt-logischen Denken sind z. B. Grundlage für das Betreiben und die Instandsetzung automatisierter Maschinen und Systeme. Durch die Kombination von Baugruppen der Hydraulik oder Pneumatik mit mikroelektronischen Elementen entstehen komplexe Steuerungssysteme. Für den Facharbeiter und erst recht für den Auszubildenden werden damit die in der Maschine ablaufenden Vorgänge immer unanschaulicher.

Ein erster Schritt in Richtung der Systematisierung der Ausbildung in der Steuerungstechnik wurde bei der Neuordnung der luftfahrttechnischen Ausbildungsberufe gegangen. In die gemeinsame Fachbildung für den Fluggerätmechaniker und den Flugtriebwerkmechaniker sind die Grundlagen der Elektrotechnik, der Hydraulik, der Pneumatik sowie der Steuerungs- und Regelungssysteme aufgenommen worden. Erst in der speziellen Fachbildung der einzelnen Berufe erfolgt dann die berufsspezifische Erweiterung und Vertiefung dieser Grundfertigkeiten und -kenntnisse am Fluggerät bzw. am Flugtriebwerk.

Ein weiterer Bereich, in dem abstrahierendes Denken und logisches Vorgehen immer mehr an Bedeutung gewinnen, ist das vorausschauende Planen von Arbeitsaufgaben. So wurden z. B. im Rahmen eines Modellversuches „Das Lehr-/Lernsystem Hobbymaschine“ der Stahlwerke Peine-Salzgitter AG Aufgabenstellungen entwickelt und erprobt, mit denen der Auszubildende an ein planmäßiges, methodisch durchdachtes Vorgehen bei der Ausführung eines fachlichen Auftrages gewöhnt wird. Mit der Erprobung geeigneter Aufgaben zur Anregung der Denktätigkeit sollten zugleich die Selbständigkeit und Selbstverantwortung der Auszubildenden gefördert werden, bis hin zur Selbstkontrolle und Qualitätsüberprüfung der eigenen Leistung. [4] Um der Ausgangssituation Rechnung zu tragen, daß den Auszubildenden die beruflichen Erfahrungen noch fehlen, komplexe Aufgabenstellungen ausschließlich gedanklich zu gliedern, gaben die Ausbilder in diesem Modellversuch die einzelnen Arbeitsstufen auf kleinen Kärtchen vor. Das Lernteam diskutierte nun die technologisch richtige Anordnung der Arbeitsstufen, bis es eine optimale Lösung fand.

In den letzten Jahren wurden noch weitere für die künftige Ausbildung in den Metallberufen wegweisende Modellversuche durchgeführt:

- Förderung der Fach-, Methoden- und Sozialkompetenz der Auszubildenden [5],
- Förderung des planvollen, systematischen und selbstkontrollierten Handelns der Auszubildenden durch Selbststeuerung von Lernprozessen. [6]

Die Ergebnisse dieser Modellversuche im Metallbereich zeigen, daß durch eine veränderte Lernorganisation die Jugendlichen besser auf die Anforderungen der Arbeitswelt, vor allem im Hinblick auf die neuen Technologien, vorbereitet werden können. Besonders deutlich wird die Notwendigkeit des planmäßigen Vorgehens bei der Erstellung von Programmen für CNC-Werk-

zeugmaschinen. Die Fähigkeit des Analysierens einer Arbeitsaufgabe, deren Zerlegung in Teilschritte und die bearbeitungstechnisch richtige Anordnung der Teilschritte sollten deshalb bereits in der Grundbildung, z. B. an konventionellen Werkzeugmaschinen, geübt werden. Die Grundlagen der CNC-Technik könnten, darauf aufbauend, in der Fachbildung leichter erlernt werden. Eine detaillierte Festlegung der Inhalte zur CNC-Technik, z. B. für die Ausbildung in dem künftigen Beruf Zerspanungsmechaniker, erfolgte bisher noch nicht. Nach den Untersuchungen des Bundesinstituts für Berufsbildung sollten den Auszubildenden u. a. Programmierkenntnisse vermittelt werden, die sie befähigen, einfache Teilprogramme zu erstellen und komplexe Programme zu lesen. Dazu müssen ihnen beispielsweise die Grundlagen des Programmaufbaus, das Arbeiten mit Koordinatensystemen, das Festlegen von technologischen und geometrischen Daten und das Umsetzen der Informationen in Programmsätze vermittelt werden. Daran anschließend könnten das Programmieren und Bedienen von CNC-Werkzeugmaschinen für bestimmte Bearbeitungsverfahren wie CNC-Drehen, CNC-Fräsen und CNC-Schleifen im Rahmen der Fachrichtungen erweitert und vertieft werden.

Die Kenntnis analytisch-geometrischer Gesetzmäßigkeiten ist die Grundlage des Verständnisses für die grafische Datenverarbeitung. Insbesondere sind hier der Umgang mit geometrischen Grundelementen und das Anwenden von Koordinatensystemen zu nennen. Die traditionelle Ausbildung in den Grundlagen des Technischen Zeichnens müßte um derartige Fertigkeiten und Kenntnisse erweitert werden. Dies könnte z. B. auf Kosten der häufig zu ausführlichen Behandlung von Durchdringungen und Abwicklungen erfolgen. Auch hier sind wiederum Betrieb und Schule angesprochen, die anspruchsvollen Inhalte adäquat zu vermitteln. Aufgrund der langen Tradition des technischen Zeichnens werden sich Veränderungen in diesem Bereich nur allmählich durchsetzen. Es kann deshalb nicht nachdrücklich genug darauf hingewiesen werden, daß mit einer konventionellen Ausbildung und einem späteren kurzen CAD-Einführungskurs ein grundlegendes Verständnis der neuen Technologien und ihr optimaler Einsatz nicht erreicht werden kann. Erste Ansätze, die Jugendlichen schon jetzt auf die rechnerunterstützte Zeichnungserstellung vorzubereiten, hat das Kuratorium der Deutschen Wirtschaft für Berufsbildung in seinen „Aktualisierten Ausbildungsplan-Empfehlungen“ gemacht, in denen die bisherigen Erkenntnisse der Neuordnungsarbeit eingeflossen sind. Unter der Position „Grundlagen des Technischen Zeichnens“ wurden die Inhalte „Körper in geometrische Grundelemente zerlegen“ und „Koordinatensysteme erklären und anwenden“ aufgenommen. [7] Veränderungen in den Grundlagen des technischen Zeichnens werden sich auch auf die übrigen Metallberufe auswirken, da die grafische Datenverarbeitung auch in die Werkstatt, z. B. bei der Programmierung von Werkzeugmaschinen oder Meßmaschinen sowie bei der Simulation von Arbeitsvorgängen mit Hilfe von Bildschirmgeräten, eindringt.

Der Umgang mit den neuen Technologien erfordert ein Grundverständnis des Computers und ein Grundwissen der Informatik. Es ist unabdingbar, daß dieser Bereich alsbald in den allgemeinbildenden Schulen vermittelt wird. Die Kultusminister der einzelnen Länder unternehmen zur Zeit Anstrengungen, Mikrocomputer in die Schulen einzuführen und eine informationstechnische Grundbildung zu vermitteln. Nach einer Umfrage der „Aktionsgemeinschaft Mikro-Computer in Schulen“ besitzen bereits ca. 60 Prozent aller Schulen mindestens einen Mikrocomputer, wobei zur Zeit allerdings die berufsbildenden Schulen führend sind. International hat die Frage der Erweiterung der Allgemeinbildung um diesen Bereich einen hohen Stellenwert erlangt. Einig sind sich die Fachleute darin, daß die Schüler die Grundbegriffe der Informatik kennen, den Computer benutzen und selber kleine Programme schreiben sollen. Darüber hinaus sollen sie die Fähigkeit erwerben, Probleme zu analysieren und in logischen Abfolgen darzustellen sowie die Chancen und Risiken der neuen Technologien einzuschätzen.

Die beim bisherigen Stand der Neuordnung der industriellen Metallberufe allerdings erst grob gegliederten Ausbildungsinhalte für die berufliche Grundbildung lassen bereits eine neue Gewichtung der traditionellen Inhalte erkennen. So wurde das „manuelle Zerspanen“ auf 8 Wochen als zeitlicher Richtwert für die Ausbildung reduziert. Demgegenüber sieht die derzeitige Metallausbildung für die manuellen Grundfertigkeiten bis zu 6 Monate vor. Einige der bisherigen Grundfertigkeiten wie Schaben, Nieten und Schmieden werden aufgrund ihrer verringerten technologischen Bedeutung nicht mehr zu den Mindestanforderungen der künftigen Grundbildung gehören. Der Tatsache, daß in Zukunft nicht mehr Zeichnungen, Skizzen, Stücklisten usw. alleinige Informationsträger für die Fertigung sind, wird durch einen besonderen Ausbildungsabschnitt „Technische Kommunikation“ in der Grund- und Fortbildung Rechnung getragen. Darin werden, neben den herkömmlichen, auch die neuen Kommunikationsmittel, wie z. B. Datenein- und Datenausgabegeräte, behandelt. Ein weiterer wichtiger Bereich dieser Ausbildung ist das „Planen, Steuern, Kontrollieren, Bewerten“, für den bereits in der Grundbildung fünf Wochen vorgesehen werden sollen.

Die Diskussion über die inhaltlichen Auswirkungen der neuen Technologien auf die Metallberufe ist noch nicht abgeschlossen. Entwicklungen, wie das Zusammenwachsen der Elektronik und Mechanik im Bereich der Automatisierungstechnik, werfen auch Fragen der Arbeitssicherheit auf, die für die Metallberufe noch ungelöst sind. Zwar kommt es im Hinblick auf die Elektrotechnik, zumindest im Bereich der Kleinspannungen, sicherlich zu inhaltlichen Erweiterungen in einigen Metallberufen, jedoch lassen sich Doppelqualifikationen in einem Ausbildungsberuf „Hybridfacharbeiter“, der Fertigkeiten und Kenntnisse der Metall- und Elektrotechnik gleichermaßen in sich vereinigt, allein wegen der begrenzten Ausbildungsdauer nicht erreichen. [8] Grundsätzlich gilt, daß Elektro- und Metallfacharbeiter, insbesondere im Bereich der Instandhaltung automatisierter Maschinen, Anlagen und Systeme, auf der Basis eines besseren gegenseitigen fachlichen Verständnisses enger zusammenarbeiten müssen. Somit erhalten neben den fachspezifischen auch übergreifende Fähigkeiten wie Kommunikation, Kooperation und Kreativität, die nur schwer in Ausbildungsordnungen festgelegt werden können, in der Ausbildung künftig einen höheren Stellenwert.

Anmerkungen

- [1] Buschhaus, D.; Goldgräbe, A.; Hoch, H.-D.: Montieren – ein Qualifikationsschwerpunkt der Metallberufe. In: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 12. Jg. (1983), Heft 5, S. 161 ff.
- [2] Buschhaus, D.: Problemanalyse zur Neuordnung der Berufsausbildung für Technische Zeichner, Teil 2. Auswirkungen der rechnerunterstützten Zeichnungserstellung. Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.): Berlin 1973 (Berichte zur beruflichen Bildung, Heft 8).
- [3] Buschhaus, D.: Die Werkzeugmaschinenberufe im Wandel der Technik – Auswirkungen numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen auf die Qualifikationsanforderungen. Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.): Berlin 1982 (Berichte zur beruflichen Bildung, Heft 49).
Laur-Ernst, U., u. a.: Qualifizierungskonzept für das Arbeiten mit CNC-Maschinen im Rahmen der Erstausbildung für Metallberufe. Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.): Berlin 1982 (Berichte zur beruflichen Bildung, Heft 49).
- [4] Koch, J.; Neumann, E.; Schneider, P.-J.: Das Lehr-/Lernsystem Hobbymaschine. Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.): Berlin 1983 (Modellversuche zur beruflichen Bildung, Heft 15).
- [5] Kröll, W.; Schubert, U.; Schubert, G.; Rottluff, J.: Mehr Selbständigkeit und Teamarbeit in der Berufsbildung. Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.): Berlin 1984 (Modellversuche zur beruflichen Bildung, Heft 18).
- [6] Fischer, H.-P.; Merkel, H.; Walz, R.: Projektorientierte Fachbildung im Berufsfeld Metall. Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.): Berlin 1982 (Modellversuche zur beruflichen Bildung, Heft 9).
- [7] Aktualisierte Ausbildungsplan-Empfehlungen. Technischer Zeichner/Technische Zeichnerin. Kuratorium der Deutschen Wirtschaft für Berufsbildung (Hrsg.): Bonn 1984.
- [8] Krischok, D.: „Hybridqualifikationen“. In: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 13. Jg. (1984), Heft 5, S. 182 ff.