

Rainer Schultz-Wild/Friedrich Weltz

Technischer Wandel und Industriebetrieb

Die Einführung numerisch gesteuerter
Werkzeugmaschinen in der Bundesrepublik

Athenäum Verlag

Rainer Schultz-Wild/Friedrich Weltz

Technischer Wandel und Industriebetrieb

Sozialwissenschaftliche Sonderserie

Arbeiten des Instituts
für Sozialwissenschaftliche Forschung
München

Herausgegeben von:

Norbert Altmann

Burkart Lutz

Friedrich Weltz

Athenäum Verlag

Alle Rechte vorbehalten
© Athenäum Verlag, Frankfurt/M. 1973
Umschlaggestaltung: Jürgen Keil-Brinckmann
Gesamtherstellung: Allgäuer Zeitungsverlag, Kempten
ISBN 3-7610-5876-4

<u>Inhalt</u>	Seite
Vorbemerkung	2
1. <u>Einleitung</u>	3
2. <u>Entwicklung und Ausbreitung der NC-Maschinen in den Vereinigten Staaten und Großbritannien</u>	9
2.1. Entwicklung und Einsatz von NC-Maschinen	9
2.2. Auswirkungen des Einsatzes von NC-Maschinen auf die Beschäftigung	12
2.3. Betriebliche Verfahrensweisen bei der Einführung von NC-Maschinen	15
3. <u>Ausbreitung der NC-Maschinen in der Bundesrepublik</u>	24
3.1. Der Bestand und seine Entwicklung	25
3.2. Struktur des NC-Maschinen-Bestands	30
3.3. Einsatzfeld der NC-Maschinen	38
3.4. Betriebliche Einsatzcharakteristiken der NC-Maschinen	41
3.4.1. Zur organisatorischen Eingliederung	41
3.4.2. Zum Schichteinsatz	43
3.4.3. Zur Kapazitätsauslastung der NC-Maschinen	45
3.4.4. Verwendungsarten	48
3.4.5. Art der Programmierung	50
3.5. Charakteristiken der Bearbeitungsprozesse mit NC-Maschinen	51
3.5.1. Die Zahl der pro Monat auf den NC-Maschinen geführten Programme	52
3.5.2. Typische Losgrößen bei der Fertigung mit NC-Maschinen	54
3.5.3. Bearbeitungszeiten typischer Werkstücke auf NC-Maschinen	56
3.5.4. Rüst- und Bearbeitungszeiten	58
3.5.5. Mehrfachaufspannung bei NC-Maschinen	60
3.5.6. Wiederholhäufigkeit der Fertigung gleicher Werkstücke	62
3.5.7. Mehrmaschinenbedienung	64

4. <u>Personalpolitische Erwartungen des Managements</u>	67
4.1. Entscheidungsperspektiven in der Frühphase der allgemeinen Einführung der NC-Technologie	69
4.2. Entscheidungsperspektiven auf dem Hintergrund breiterer praktischer Erfahrung mit dem Einsatz von NC-Maschinen	72
5. <u>Betriebliche Organisationsformen der Fertigung mit NC-Maschinen</u>	80
5.1. Organisatorische Einsatzbedingungen von NC-Maschinen	81
5.2. Zwei Beispiele betrieblicher Organisation der NC-Fertigung	93
5.3. Veränderungspotential und mögliche Entwicklungstendenzen	104
6. <u>Formen der Arbeit bei Fertigung mit NC-Maschinen</u>	115
6.1. Zur Tätigkeit des Maschinenbedieners	116
6.2. Zur Tätigkeit des Programmierers	125
6.3. Zur Stellung des Meisters in der NC-Fertigung	128
6.4. Allgemeine Tendenzen	131
7. <u>Quantitative Aspekte des Personaleinsatzes</u>	133
7.1. Einsatz der wichtigsten Arbeitskräftegruppen	133
7.1.1 Einrichter	133
7.1.2 Bedienungspersonal	135
7.1.3 Programmierer	138
7.2. Veränderungen und Bewegungen im Personalstand	142
7.2.1 Personaleinsparungen	143
7.2.2 Neueinstellungen	145
7.2.3 Überlegungen zur Auswirkung auf die Beschäftigung	146

8. <u>Auswahl und Einweisung der Arbeitskräfte</u>	150
8.1. Einrichter	150
8.2. Maschinenbediener	151
8.3. Reparatur- und Wartungspersonal	155
8.4. Programmierer	156
8.5. Personalpolitische Aspekte	159
8.6. Exkurs: zum Problem leistungsgerechter Entlohnung des Bedienungspersonals an NC-Maschinen	162
9. <u>Zusammenfassung</u>	169
10. <u>Anhang</u>	179

Vorwort der Herausgeber

Qualifizierung, Mobilität und Einsatz von Arbeitskräften, technisch-organisatorische Veränderung von Arbeitsprozessen in Betrieben und in der öffentlichen Verwaltung, Reformen im Bildungs- und Berufsbildungssystem, Sicherung gegenüber sozialen Risiken und ähnliche gesellschaftliche Probleme sind gegenwärtig vieldiskutierte Themen in der politischen Öffentlichkeit.

Die Arbeiten des Instituts für sozialwissenschaftliche Forschung, München, nehmen in bestimmter Weise auf diese Probleme Bezug.

Im Gegensatz zu zahlreichen sozialwissenschaftlichen Untersuchungen, in denen in verengter oder ausschließlich anwendungsbezogener Orientierung Einzelprobleme unmittelbar als Forschungsgegenstand betrachtet und isoliert untersucht werden, werden in den Forschungsprojekten des Instituts die objektiven Bedingungen der Entwicklung von gesellschaftlichen Problemen in die Forschungsperspektive miteinbezogen. Durch Rekurs auf gegebene gesellschaftlich-historische Bedingungen der kapitalistischen Produktionsweise wird versucht, über die "Unmittelbarkeit" des Vorgefundenen hinauszugehen und in begrifflicher und theoretischer Analyse von konkreten Formen gesellschaftlicher Reproduktion einen Beitrag zur sozialwissenschaftlichen Theoriebildung zu leisten.

Der Anspruch an theoretische Fundierung in den Arbeiten des Instituts zielt jedoch nicht auf die Ausarbeitung globaler Theorien "spätkapitalistischer Gesellschaften", in denen zwar Aussagen über objektive gesellschaftliche Strukturen und Entwicklungstendenzen gemacht werden, der Zusammenhang zwischen konkreten empirischen Erscheinungsformen und jenen objektiven gesellschaftlichen Bedingungen jedoch im Dunkeln bleibt oder nur unvermittelt hergestellt werden kann.

Werden keine theoretischen Bemühungen angestellt, um die konkrete Vermittlung gesellschaftlicher Strukturbedingungen kapitalistischer Produktionsformen in empirischen Untersuchungsobjekten aufzuzeigen, bleibt der Erklärungswert gesellschaftstheoretischer Ansätze relativ gering, bleibt es bei der unverbundenen Gegenüberstellung von sogenannter angewandter Forschung und theoretischer Grundlagenforschung.

Auf die Überwindung dieses Gegensatzes richten sich die Intentionen des Instituts, indem es in seinen Arbeiten auch den Vermittlungsprozeß selbst zum Gegenstand theoretischer und empirischer Untersuchungen macht. In der inhaltlichen Forschungsperspektive schlägt sich dieses Bemühen in der Konzentration auf zwei zentrale analytische Kategorien nieder.

(1) Auf der Grundlage theoretischer Annahmen über Strukturbedingungen einer industriell-kapitalistischen Gesellschaft wird die Analyse und die begriffliche Durchdringung des Verhältnisses von Betrieb (als analytischem Begriff) und allgemeinen Bedingungen gesellschaftlicher Produktion zum zentralen Bezugspunkt theoretischer und empirischer Arbeiten. Im Betrieb schlägt sich - auf der gegenwärtigen Stufe der Entwicklung des gesellschaftlichen Verwertungszusammenhangs - konkret das jeweilige gesellschaftliche Verhältnis von Arbeit und Kapital als "unmittelbares" Handlungs- und Entscheidungsproblem nieder. Über die in analytischen Dimensionen zu fassenden Strategien von Betrieben kann der Durchsetzungsprozeß der objektiven gesellschaftlichen Strukturbedingungen in konkrete betriebliche Handlungsbedingungen und betriebliche Interessen untersucht werden.

(2) In derselben Perspektive setzt der zweite Forschungsschwerpunkt des Instituts an der analytisch-begrifflichen Bestimmung der Kategorie des Staates an. Staatliche und andere öffentliche Institutionen und Aktivitäten werden in ihrer Funktion und Genese als Lösungsformen von Problemen des in seiner Struktur und Entwicklung widersprüchlichen gesellschaftlichen Verwertungszusammenhangs bestimmt.

Diese beiden zentralen Forschungsperspektiven wurden und werden im Institut in einzelnen Forschungsprojekten formuliert und bearbeitet, die sich - wenn auch in unterschiedlicher Weise - als je spezifische Erklärungsschritte zur Ausarbeitung der genannten theoretischen Ansätze verstehen. Auch dort, wo in überwiegend empirischen Untersuchungen dieser theoretische Impetus nicht ausgewiesen wird, ist er implizit in Auswahl, Durchführung und Zielsetzung in das jeweilige Forschungsprojekt eingegangen.

Da der theoretische Anspruch nie isoliert, sondern immer in Verbindung mit der Frage nach der politischen und praktischen Relevanz von Forschungsprojekten gestellt wird, glaubt das Institut, den Dualismus von unreflektierter anwendungsorientierter Forschung und politisch irrelevanter theoretischer Forschung als falsche Alternative ausweisen und überwinden zu können. Das Institut sucht dies gerade in seinen empirischen und anwendungsorientierten Forschungen nachzuweisen.

Das Institut für sozialwissenschaftliche Forschung e.V., München, besteht seit 1965 in der Rechtsform eines eingetragenen Vereins mit anerkannter Gemeinnützigkeit. Mitglieder sind vorwiegend Münchner Sozialwissenschaftler. Die etwa 25 Mitarbeiter sind Volkswirte, Soziologen, Juristen. Das Institut finanziert sich ausschließlich über seine laufenden Projekte.¹⁾

INSTITUT FÜR SOZIALWISSEN-
SCHAFTLICHE FORSCHUNG E.V.
MÜNCHEN

- 1) Über die bisher durchgeführten und veröffentlichten sowie die gegenwärtig bearbeiteten Forschungsprojekte gibt eine Liste im Anhang dieses Bandes Aufschluß.

Vorbemerkung :

Im Sommer 1967 vergab das Rationalisierungskuratorium der Deutschen Wirtschaft (RKW) an eine Forschungsgruppe von Soziologen, Betriebs- und Volkswirten den Auftrag, den Einsatz numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen in der Bundesrepublik zu untersuchen. (RKW-Projekt A 47). In Erfüllung dieses Auftrags legte die Forschungsgruppe (Dipl.Ing. Jürgen Kneiding, Eyke Neugebauer, Dr.Theo Pirker, Dipl.Soz. Rainer Schultz-Wild, Dr. Friedrich Weltz) Anfang 1970 dem RKW einen etwa siebenhundert Seiten starken Forschungsbericht vor.

Der hier vorgelegte Bericht stellt eine stark verkürzte und überarbeitete Fassung jener Teile des Forschungsberichtes dar, die sich vorwiegend mit den innerbetrieblichen Auswirkungen des Einsatzes von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen auseinandersetzten. Eine gesonderte Veröffentlichung der Teile, die die gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Voraussetzungen der Entwicklung und Einführung von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen in den Vereinigten Staaten und Europa behandeln, ist vorgesehen.

Dank gebührt vor allem Frau Dr. Maria Walther, die das Projekt beim RKW betreute, für ihren unermüdlichen Einsatz, sowie Herrn Dr. Günther Friedrichs, dessen Anregungen wesentlich dazu beitrugen, daß das Projekt Wirklichkeit werden konnte.

1. Einleitung

Die hier vorgelegte Analyse setzt sich mit den sozialen Auswirkungen der Einführung von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen auseinander. Sie steht damit im Feld jener Untersuchungen, die in den letzten Jahren zu klären suchten, wie technisch-organisatorische Veränderungen den Charakter der Arbeit beeinflussen.

Im Mittelpunkt dieser Auseinandersetzung standen zunächst Fragen wie die Auswirkung des "technischen Fortschritts" auf das Beschäftigungssystem, insbesondere das Problem der Gefahr der durch technisch-organisatorische Veränderungen induzierten Arbeitslosigkeit, vor allem qualifizierter Fachkräfte. Zentrale Themenstellungen waren in diesem Zusammenhang etwa die "Sicherung der Vollbeschäftigung"; die "Entqualifizierung von Facharbeitern"; die "Arbeitslosigkeit älterer Angestellter"; die "Sicherung des sozialen Besitzstandes"¹⁾.

Im weiteren Verlauf richtete sich die Aufmerksamkeit mehr und mehr auch auf die Möglichkeiten, negativen Auswirkungen des technischen Fortschritts präventiv zu begegnen, etwa auf dem Gebiete der Sozial-, Gesundheits- oder Arbeitsmarktpolitik, insbesondere aber auf dem Gebiete der Bildungspolitik²⁾.

Schließlich richtete sich das Interesse der Sozialwissenschaften auch in zunehmendem Maße auf die Frage, welche Veränderungen industrielle Arbeit unter dem Einfluß des technischen Wandels erfahre, wie auch "nach dem Verhältnis von technischem Wandel und Arbeiterbewußtsein"³⁾.

¹⁾ Vgl. hierzu etwa die Beiträge zu der internationalen Arbeitstagung der IG Metall 1963, veröffentlicht in "Automation und technischer Fortschritt in Deutschland und USA", Redaktion Günther Friedrichs, Frankfurt 1963

²⁾ Vgl. hierzu die Beiträge zur zweiten Internationalen Arbeitstagung der IG Metall 1965 in Oberhausen, veröffentlicht in "Automation, Risiko und Chance", Redaktion Günther Friedrichs, Frankf./M., 1965

³⁾ Vgl. etwa Kern/Schumann: "Industriearbeit und Arbeiterbewußtsein", Frankfurt/M., 1970

Das eigentliche Interesse all dieser Untersuchungen galt der Analyse der Auswirkungen des technischen Wandels, wobei in der Regel dessen eigene Entwicklung als ein mehr oder minder vorgegebenes Faktum betrachtet wurde, das aus dem Blickpunkt der Sozialwissenschaften höchstens unter dem Aspekt seiner Beschleunigung bzw. Verlangsamung durch soziale, wirtschaftliche oder gesetzgeberische Rahmenbedingungen diskutiert werden konnte.

Neben diesen "traditionellen" Themen beschäftigte in den letzten Jahren die Sozialwissenschaften zunehmend die Frage, wieweit der "technische Wandel" in seinem Tempo und vor allem in seiner spezifischen Ausprägung nicht selbst Reflexion bestimmter gesellschaftlicher Bedingungen sei.

In steigendem Maße wurde deutlich, daß die spezifische Ausprägung des Prozesses technisch-organisatorischer Veränderungen durchaus nicht durch eindeutig ableitbare technologische oder wirtschaftliche Notwendigkeit vorbestimmt ist. Nicht nur das Tempo, sondern auch der je spezifische technisch-organisatorische Charakter der Innovation sind durch eine Vielzahl anderer Faktoren, wie sie in den Prozeß der Entscheidungsfindung des Managements eingehen, mitgeprägt: durch das Verhältnis von Angebot und Nachfrage bestimmter Qualifikationen auf dem Arbeitsmarkt, durch Bedingungen auf dem Absatzmarkt und auch durch gesetzliche Maßnahmen, wie das Betriebsverfassungsgesetz.

Besonderes Interesse muß in diesem Zusammenhang dem Einzelunternehmen gelten, realisiert sich doch der technische Wandel vor allem durch Betriebe und in ihnen: nicht nur vollzieht sich technologische Innovation zum größten Teil im Rahmen des Einzelunternehmens, wenn auch die Rolle des Staates in einzelnen Bereichen, wie etwa der Raumfahrt- und Flugzeugindustrie beträchtlich an Bedeutung gewonnen hat, sondern auch wann und wie einzelne "Erfindungen" aufgegriffen, vor allem aber wie diese in den betrieblichen Rahmen eingegliedert werden, ist wesentlich Sache des Einzelbetriebes.

Technischer Wandel ist meist nicht nur die Einführung einer neuen, außerhalb des Betriebes fertig entwickelten Technologie, sondern wesentlich auch zugleich Veränderung technisch-organisatorischer Teilsysteme des Betriebes als Folge oder Voraussetzung deren Einführung, nicht selten zugleich auch Adaption der Technologie an die spezifischen Gegebenheiten des Betriebes.

Auch in der Art der Anwendung und Eingliederung bestimmter außerhalb des Betriebes entwickelter Technologie hat der Einzelbetrieb beträchtlichen Spielraum, und - so lautet eine zentrale These der folgenden Analyse - wie dieser genutzt wird, entscheidet in beträchtlichem Maße über die sozialen Folgen bestimmter technologischer Innovationen.

Diesem Aspekt der einzelbetrieblichen Aufnahme und Verarbeitung technologischer Neuerungen soll bei der Analyse der sozialen Auswirkungen der Einführung numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen in der deutschen Industrie besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Neben der Nachzeichnung der Veränderungen in Beschäftigungsstruktur und Arbeitsinhalten wird uns dabei also auch die Frage beschäftigen, wie weit diese durch den besonderen Prozeß der Eingliederung und Adaption der neuen Technologie in das vorhandene Fertigungssystem geprägt wurden.

Die NC-Maschine¹⁾ bot sich als Gegenstand einer soziologischen Analyse schon aus dem Grunde an, als sie nach dem Urteil zahlreicher Experten eine für große Teile der Industrie wichtige Innovation darstellt.

"Im Gegensatz zu konventionellen, d.h. handgesteuerten Werkzeugmaschinen erfolgt die Steuerung der NC-Maschine automatisch. Die für die Bearbeitung des Werkstücks erforderlichen Maschinenbefehle

¹⁾ Die abgekürzte Bezeichnung NC-Maschine für numerisch-gesteuerte (Werkzeug-) Maschine ist in der Bundesrepublik allgemein gebräuchlich; sie leitet sich vom Englischen 'Numerical Control' ab.

wie Schlittenführwerke und Geschwindigkeiten sowie Spindeldrehzahlen, sind in verschlüsselter Form (Zahlenwerte, daher die Bezeichnung "numerisch") in dem sogenannten Befehlsträger - z.B. einem Lochstreifen oder Magnetband - enthalten. Sie gelangen über einen Leser in den Steuerungsteil der Maschine, werden entschlüsselt und an den Maschinenteil zur Ausführung weitergegeben."¹⁾

Eine Reihe von Besonderheiten ließen die Auseinandersetzung mit der Einführung der NC-Maschinen in Zusammenhang mit der eben skizzierten Fragestellung besonders interessant erscheinen:

- o das Grundprinzip der numerischen Steuerung von Werkzeugmaschinen wird in zahlreichen, technisch sehr unterschiedlichen Variationen angeboten, von relativ einfachen zu höchst komplexen Aggregaten; es eröffnet also einen relativ breiten Fächer ähnlicher, aber doch in bezug auf Kosten, Anwendungsmöglichkeiten etc. verschiedenartiger "Lösungen".
- o Bei der Anschaffung einer einzelnen NC-Maschine handelt es sich - verglichen mit anderen technisch-organisatorischen Veränderungen, wie etwa Transferstraßen oder elektronischen Rechenanlagen, um relativ kleine Schritte auf dem Weg zur "Automatisierung"; auch hier hat der Betrieb wiederum eine relativ breite Auswahl unterschiedlicher "Einführungsstrategien" was die Zahl und den zeitlichen Abstand der einzuführenden NC-Maschinen betrifft.
- o Auch in ihren Anwendungsmöglichkeiten ist die NC-Maschine relativ wenig - etwa durch eindeutige wirtschaftliche oder technische - Vorgegebenheiten fixiert; gerade dies stellt offensichtlich einen ihrer Vorzüge dar; wieder stehen also unterschiedliche "Anwendungsstrategien" zur Wahl.

Insgesamt können wir also davon ausgehen, daß die NC-Technologie eine relativ große Bandbreite verschiedener Formen oder "Strategien"

1) "Numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen - Probleme ihres Einsatzes in der BR Deutschland", Ifo-Institut für Wirtschaftsforschung, München 1970.

der Einführung bot, sowohl was die Wahl des Tempos anbetrifft, als auch bezüglich der technologischen Komplexität und der arbeitsorganisatorischen Eingliederung. Insofern könnte also die NC-Maschine als ein Extremfall gelten, der die Verifizierung der oben skizzierten These besonders begünstigt.

Wir glauben aber - nur umfangreiche Untersuchungen könnten dies allerdings erklären -, daß ein großer und sehr wichtiger Teil des sogenannten "technischen Wandels" sich in solch relativ kleinen und flexiblen Innovationen vollzieht. Bislang dürften große dramatische technologische Neuerungen, wie Transferstraßen, das Bild vom Prozeß der Automation und ihrer Folgen über Gebühr bestimmt haben.

Zentrales Thema dieses Berichtes ist also der Querbezug zwischen den spezifischen Formen der "Eingliederung von NC-Maschinen in das betriebliche Produktionssystem und den Auswirkungen dieses Innovationsprozesses auf die Qualifikationsstruktur und den Charakter der Arbeit, insbesondere auch der Kooperation. Bewußt wurde auf Teile des umfangreichen Forschungsberichtes verzichtet, die nur in mittelbarem Bezug zu dieser Themenstellung standen, wie etwa die Darstellung des gesellschaftlichen und ökonomischen Hintergrunds des Innovationsprozesses, der manageriellen Entscheidungsprozesse, der Durchführung von Wirtschaftlichkeitsberechnungen. Ebenfalls hätten die detaillierten Angaben über den betrieblichen Einsatz der NC-Maschine (etwa Angaben über Art der Werkstücke, Losgrößen, Schichteinsatz etc.) den für diesen Bericht vorgezeichneten Rahmen gesprengt. Schließlich mußte auch ein Teil der Daten zum Personaleinsatz dem Ziel größerer Übersichtlichkeit und Stringenz der Darstellung geopfert werden. Der interessierte Leser sei hierzu auf den beim RKW vorliegenden Gesamtbericht verwiesen.

Die im folgenden dargestellten Untersuchungsergebnisse basieren, neben einer Analyse der einschlägigen Fachliteratur, auf einer Reihe eigener Erhebungen: in den Jahren 1967 und 1969 wurden jeweils schriftliche Repräsentativumfragen in den wichtigsten Verwenderindustrien von NC-Maschinen durchgeführt; 1968 erfolgte in einem klei-

neren Kreis von Unternehmungen eine intensive Befragung; schließlich wurden über einen längeren Zeitraum hinweg in mehreren, teils sehr umfangreichen Fallstudien der Einsatz von NC-Maschinen und seine Auswirkungen untersucht sowie eine Vielzahl von Expertengesprächen geführt.

Für genauere Angaben zu den einzelnen Erhebungsschritten sei auf den Anhang verwiesen.

2. Entwicklung und Ausbreitung der NC-Maschinen in den Vereinigten Staaten und Großbritannien

Die Untersuchung befaßt sich mit Problemen technisch-organisatorischer Veränderungen in der Industrie am Beispiel einer bestimmten technologischen Neuerung - der numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine -, die nach dem zweiten Weltkrieg entwickelt worden ist und seitdem zunehmende Verbreitung gefunden hat. Obwohl sich die Studie auf die Verhältnisse in der Bundesrepublik konzentriert, scheint es zur Einführung in die Thematik sinnvoll, zunächst einen Blick auf die "Erfindung" dieser technischen Neuerung in den Vereinigten Staaten zu werfen sowie - in sehr geraffter Form - die Ausbreitung der NC-Maschinen und deren Folgen im Ausland darzustellen.

2/1. Entwicklung und Einsatz von NC-Maschinen

Die Entwicklung der NC-Technologie¹⁾ hatte ihren Ausgangspunkt im Jahre 1947 in den USA in der Suche der amerikanischen Luftfahrtindustrie nach einem verbesserten Verfahren für die Herstellung komplizierter geformter Teile von Flugzeugkörpern.

Im Jahre 1949 erhielt das "Servomechanisms Laboratorium" des MIT - Massachusetts Institute of Technology - von der US Luftwaffe den Auftrag, eine elektronische Steuerung für Werkzeugmaschinen zu entwickeln. Mit Hilfe dieser Maschinen sollten Fertigungsprobleme gelöst werden, die mit konventionellen Mitteln kaum lösbar erschienen: die Bearbeitung von Werkstücken mit komplizierter, geometrischer Formgebung und von erheblicher Größe (die eine Fertigung an einem Stück nicht erlaubte).

Im Jahre 1952 wurde die erste NC-Maschine vom MIT der Öffentlichkeit vorgestellt; es handelte sich um eine Fräsmaschine, die mit einer Bahnsteuerung (auf Röhren- und Relais-Basis) arbeitete²⁾. Bemerkens-

1) Die Anwendung der NC-Technologie ist prinzipiell nicht auf den Bereich der Werkzeugmaschinen beschränkt. Die vorliegende Untersuchung befaßt sich jedoch ausschließlich mit diesem Bereich, zumal andere Anwendungsgebiete von NC-Steuerungen (z.B. Zeichen-, Montage- und Brennschneidemaschinen) bisher quantitativ noch kaum von Bedeutung sind. Vgl. auch Hatzold, O, Dritte industrielle Revolution kommt voran, Ifo-Schnelldienst, Nr.49, v.6.12.1972, S.14

2) Vgl.: Technology and American Economy, APP II, Washington DC, 1966, II, 86 ff.

wert an dieser Entwicklung eines Prototyps der numerischen Steuerung ist - abgesehen davon, daß sie geplant und durch öffentliche Mittel erfolgte- die Tatsache, daß am Anfang der Entwicklung von NC-Maschinen eine technologisch sehr komplexe Form der Bahnsteuerung stand¹⁾.

Die US-Luftwaffe spielte auch bei der weiteren Einführung numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen in den Vereinigten Staaten eine ausschlaggebende Rolle. Nach der Entwicklung des MIT-Steuerungsprototyps und ersten mißlungenen Versuchen der Einführung in die Industrie, begannen verschiedene Werkzeugmaschinen- und Elektrofirmen in den USA mit dem Bau eigener Steuerungen. Im Jahr 1956 vergab die US-Luftwaffe den ersten Großauftrag von mehr als 100 bahngesteuerten Fräsmaschinen an die Luftfahrtindustrie. Von diesem Zeitpunkt ab kann von einem industriellen Einsatz numerisch-gesteuerter Werkzeugmaschinen gesprochen werden.

In nennenswertem Umfang setzte sich jedoch erst Anfang der sechziger Jahre die neue Technologie durch, und zwar im Zusammenhang mit der Einführung und schnellen Weiterentwicklung der Halbleiter-Technik. Deren Anwendung brachte für den industriellen Einsatz wesentliche Vorteile: die Steuerungsaggregate konnten wesentlich verkleinert werden, aufgrund der Anwendung des Baukastenprinzips ergaben sich leichtere und schnellere Wartungsmöglichkeiten.

Während 1958 nur etwa 160 NC-Maschinen in der industriellen Fertigung in den USA eingesetzt waren, belief sich die Zahl 1963 bereits auf mehr als 3000 NC-Maschinen. Der jährliche Zuwachs wurde zu diesem Zeitpunkt auf 1600 NC-Maschinen geschätzt 2).

Während für die Anfangsphase die Ausstattung gängiger Werkzeugmaschinentypen mit NC-Steuerung charakteristisch war, war für den weiteren Prozeß der Durchsetzung der NC-Technologie im Werkzeugmaschinenbereich ausschlaggebend, daß NC-Maschinen als integrierte Einheiten von Steuerungs- und Maschinenteil konzipiert wurden, was bestimmte technologische

-
- 1) Wie noch zu zeigen sein wird, ging die Entwicklung in der Bundesrepublik dagegen von den technologisch einfacheren Formen der Punkt- und Streckensteuerung aus.
 - 2) Vgl. numerische Steuerung von Werkzeugmaschinen, RKW-Berichtsreihe Auslandsdienst, Kenn-Nr. A 30, Vorwort.

Änderungen auch beim Maschinenteil zur Voraussetzung hatte. Die technologisch einfacheren Punkt- und Streckensteuerungen spielten in dieser Phase Mitte der sechziger Jahre quantitativ die größere Rolle: 1965 waren in 1800 Industriebetrieben in den USA bereits über 7000 NC-Maschinen im Einsatz, darunter 6200 Maschinen mit Punkt- und Streckensteuerung und etwa 800 Maschinen mit Bahnsteuerung. Für das Jahr 1969 wird mit einer Zahl von 18000 NC-Maschinen in den USA gerechnet¹⁾, dies entspricht einem Anteil von etwa 1,5 bis 2 % aller Werkzeugmaschinen in den USA.

Im Hinblick auf die weitere Durchsetzung der NC-Technologie sind amerikanische Wissenschaftler der Ansicht, daß trotz abnehmender Komplexität und trotz sinkender Preise für die Steuerungen nur etwa 5% aller "metal-cotting-processes" durch NC-Maschinen durchgeführt werden können. Trotzdem wird die Bedeutung der NC-Technologie für die weitere Entwicklung der amerikanischen Industrie sehr hoch eingeschätzt²⁾.

Als Haupteinsatzgebiete für die NC-Maschinen erwiesen sich bislang neben der Flugzeug- und Raumfahrtindustrie die Autoindustrie, die Elektronikindustrie und vor allem der Maschinen- und Gerätebau³⁾.

Die rasche Ausbreitung der NC-Maschinen in diesen Bereichen wird darauf zurückgeführt, daß einerseits hohe Einsparungen an Arbeitskräften und Werkzeugkosten, andererseits - dies gilt insbesondere für die Autoindustrie - produktionstechnische Vorteile erwartet werden, die einen schnelleren Wechsel der für die Serienproduktion benötigten Werkzeuge (Karosseriebau) erleichterten.

1) Vgl. Hatzold, a.a.O., S. 12

2) So zählt Wolf bei, Director of Office of Manpower Automation and Training im US-Department of Labor, die numerische Steuerung von Werkzeugmaschinen und bestimmten anderen metallverarbeitenden Geräten bereits 1964 zu den großen Gebieten des technischen Fortschritts, auf denen die Wirtschaft der Vereinigten Staaten im Vergleich zu anderen Wirtschaftssystemen nicht nur führend ist, sondern die für das weitere Tempo des technologischen Fortschritts ganz entscheidend sein werden. VGL. OECD-Konferenz, Washington, 1964, Final Report, S. 52

3) Vgl. Technological Trends in Major American Industries, US-Department of Labor, Bull. 1474, Febr. 1966, p.5

Neben den USA ist als weiteres westliches Industrieland vor allem Großbritannien im Prozeß der Entwicklung und Ausbreitung der NC-Maschinen von Bedeutung. Dort wurde mit der Entwicklung der NC-Steuerung bereits 1950 begonnen; 1969 waren dort ca. 2700 NC-Maschinen im Einsatz¹⁾.

Entsprechend der "Pionierstellung" dieser Länder im Prozeß der Entwicklung und Anwendung der NC-Technologie liegen von dort auch die ersten breiteren Untersuchungen über die Auswirkungen des Einsatzes von NC-Maschinen auf die Beschäftigung in den relevanten Industriebereichen und auf die Arbeitssituation der betroffenen Arbeitskräfte vor. Auf diese Untersuchungsergebnisse soll im folgenden kurz eingegangen werden.

2/2. Auswirkungen des Einsatzes von NC-Maschinen auf die Beschäftigung

Bei der Frage nach den sozialen Auswirkungen der Ausbreitung einer neuen Technologie sind zunächst die wirtschaftlichen und sozialen Ausgangsbedingungen des spezifischen technisch-organisatorischen Wandels zu untersuchen. Im Rahmen dieser Studie kann es jedoch nicht um den Versuch gehen, Verlauf und Auswirkungen der NC-Maschinen-Einführung in den anderen westlichen Industrieländern zu erklären. Es kommt vielmehr - sehr viel vordergründiger - darauf an, einige wichtige soziale Folgeerscheinungen aufzuzeigen, die in den anderen Ländern diesen spezifisch technisch-organisatorischen Innovationsprozeß begleitet haben bzw. als seine Auswirkungen erwartet worden sind. Im Hintergrund steht dabei die hier nicht behandelte Frage, inwieweit die Entwicklung in der Bundesrepublik einen ähnlichen Verlauf genommen hat.

Zunächst ist hervorzuheben, daß die NC-Technologie nur eine unter vielen technisch-organisatorischen Neuerungen in den relevanten Bereichen der Industrie der Vereinigten Staaten darstellt und daß auch die - im Vergleich zur Bundesrepublik und anderen europäischen Ländern -

¹⁾ Vgl. Hatzold, a.a.O., S. 12

sehr große Zahl eingesetzter numerisch gesteuerter Maschinen nur einen sehr geringen Bruchteil des gesamten Produktionsapparates in diesem Bereich repräsentiert. Aus diesen Gründen sind genaue und detaillierte Aussagen über die Auswirkungen der NC-Technologie auf der Basis globaler Erhebungsgrößen (Zahl der Industriebeschäftigten verschiedener Kategorie usw.) nur sehr schwer möglich.

Eine Analyse der charakteristischen Einsatzbedingungen der neuen Technologie führt jedoch zu der Schlußfolgerung, daß ihre Verbreitung tendenziell zu einer Verminderung der Beschäftigung in den relevanten Industriezweigen beiträgt.

Diese Situation ist auf dem Hintergrund der Tatsache zu sehen, daß es in den USA in der Phase der Durchsetzung der NC-Technologie seit Anfang der sechziger Jahre angesichts der verbreiteten Arbeitslosigkeit Ziel der Beschäftigungspolitik sein mußte, ein vergrößertes Angebot von Arbeitsplätzen zu schaffen.

In der beachtlich höheren Produktivität der NC-Maschinen gegenüber konventionellen Werkzeugmaschinen ist hier daher ein Faktor zu sehen, der Probleme der Arbeitslosigkeit eher verschärft als vermindert. Im Hinblick auf eine Verminderung der Beschäftigung stellt sich allerdings die Situation in verschiedenen Teilen der Industrie und auch für verschiedene Kategorien des betroffenen Personals unterschiedlich dar.

Für den Bereich der Herstellerbetriebe von NC-Maschinen gilt, daß es durch den Einsatz dieser Maschinen gelingen wird, sowohl die Produktionskosten zu senken, als auch die Zahl der benötigten Arbeitskräfte zur Produktion gleicher Stückzahl (mit erhöhter Kapazität und automatischer Ausrüstung) tendenziell zu vermindern. Diesem Trend steht jedoch im Bereich der Herstellerbetriebe eine zunehmende Nachfrage nach NC-Maschinen gegenüber, die zur Gesamttendenz einer - wenn auch nur geringfügigen - Beschäftigungszunahme führt.

Für den Bereich der wichtigsten Verwenderindustrien von NC-Maschinen gilt, daß es einer starken Expansion der Gesamtwirtschaft bedurfte, um die Zahl der Beschäftigten auch nur stabil zu halten. Die Zahl der in der Fertigung beschäftigten Arbeiter zeigt deutlich abnehmende

Tendenz, während die Angestelltentätigkeiten zunehmen. Wie bereits angemerkt, ist für diese Entwicklung nicht ausschließlich die zunehmende Durchsetzung der NC-Technologie verantwortlich; diese verstärkt jedoch die Auswirkungen der in diesen Bereichen der Industrie vorhandenen Tendenzen technisch-organisatorischer Veränderungen. Besonders deutlich traten Tendenzen zur Verminderung des Arbeitsplatzangebots durch die NC-Technologie in den hochrationalisierten Großbetrieben der Rüstungsindustrie zutage¹⁾.

Für die einzelnen Kategorien des Personals in den relevanten Industriezweigen ergeben sich im Zusammenhang mit der Durchsetzung der NC-Technologie und anderen Rationalisierungsmaßnahmen die folgenden Tendenzen:

- die Zahl der unmittelbar an Werkzeugmaschinen Arbeitenden wird, aufgrund der Veränderung der Ersatzquote durch die höhere Kapazität der NC-Maschinen und aufgrund der Möglichkeit zu Mehrmaschinenbedienung, abnehmen.
- Die mit Montage, Testen, Inspektion und Qualitätskontrolle in der Fertigung mit Werkzeugmaschinen Beschäftigten werden ebenfalls abnehmen.
- Beim Personal für Überwachung und Instandhaltung ist - trotz höherer technologischer Komplexität der Maschinen - kaum eine erhebliche Zunahme zu erwarten.
- Ein Zusatzbedarf an Personal entsteht durch die Nachfrage nach Programmierern für NC-Maschinen; dabei ist jedoch fraglich, ob dadurch

¹⁾ "Von der NC-Technologie am unmittelbarsten betroffen werden die 1.100.000 Arbeiter sein, die gegenwärtig als Maschinenbediener, "Maschinisten", Werkzeugmacher und Vorrichtungsbauer sowie als Einrichter beschäftigt sind. Ganz besonders gefährdet sind Arbeiter in diesen Beschäftigungen, die in der Rüstungsindustrie angestellt sind. Diese Facharbeiter und Maschinenbediener sind in Betrieben beschäftigt, die beinahe vollkommen zur Herstellung spezieller Ausrüstungen errichtet worden sind. Die Maschinen und Verfahren in der Rüstungsindustrie sind das Ergebnis von finanziell gut ausgestatteten Forschungs- und Entwicklungsabteilungen. Die NC-Technologie wird auf die Rüstungsindustrie und die in ihr Beschäftigten größere Auswirkungen haben und im Zusammenhang mit dem Schwanken der Rüstungsausgaben und durch die Anwendung neuer Technologien zur Arbeitslosigkeit führen."

Vgl. Technology and American Economy, APP I, The Outlook for Technological Change and Employment, Wash.D.C., 1966, ppi 301/302

die Beschäftigtenlücke, die durch die Freisetzung von Bedienungspersonal entsteht, abgedeckt werden kann. Insbesondere durch die zunehmende Perfektion der Programmiersprachen, das wachsende Angebot an Programmierhilfen und durch die Tendenzen zum maschinellen Programmieren, das den Teileprogrammierer weitgehend überflüssig macht, ist eine starke Expansion dieser Beschäftigtengruppen nicht anzunehmen¹⁾.

Neben diesen Tendenzen der Veränderung der Zahl der verschiedenen Kategorien von Beschäftigten konstatieren die Untersuchungen, daß die Qualifikationsanforderungen an das Bedienungspersonal mit dem wachsenden Automatisierungsgrad und der fortschreitenden technischen Perfektionierung der NC-Maschinen eher abnehmen als steigen werden.

Zusammenfassend ergibt sich hinsichtlich der Auswirkungen einer breiteren Durchsetzung der NC-Technologie in den USA auf die Beschäftigung in den relevanten Industriezweigen und auf die verschiedenen Kategorien des Personals die Schlußfolgerung, daß nur unter der Bedingung starker Expansion die wichtigsten Kategorien von Arbeitnehmern ihrer Zahl nach im wesentlichen stabil bleiben werden und daß sich für die wichtige Kategorie der Maschinenbediener eine Tendenz zur Senkung der Anforderungen, d.h. die Gefahr von Entqualifizierung ergibt.

2/3. Betriebliche Verfahrensweisen bei der Einführung von NC-Maschinen

Im folgenden soll- auf der Basis empirischer Untersuchungen aus den USA und Großbritannien - kurz auf einige wichtige betriebliche Verfahrensweisen bei der Einführung der NC-Maschinen eingegangen werden. Es interessieren hier vor allem die Prozesse der Personalauswahl und -vorbereitung sowie die Lösungen der Entlohnungsprobleme²⁾.

Im Hinblick auf die Verfahrensweisen bei Rekrutierung, Auswahl und Ausbildung des für den Einsatz der NC-Maschinen notwendigen Personals

- 1) Eine ähnliche Situation ergibt sich übrigens auch für die Konstruktionszeichner: Computerunterstützte Konstruktionsmethoden und automatische Zeichenmaschinen werden schrittweise deren Aufgaben übernehmen.
- 2) Es handelt sich hier um eine sehr geraffte Darstellung wichtiger Ergebnisse der folgenden Untersuchungen:

b.w.

kommen die vorliegenden Untersuchungen - obwohl sie sich auf verschiedene Industriezweige und verschiedene Länder beziehen und Betriebe recht unterschiedlicher Größe und Struktur berücksichtigt haben - zu weitgehend übereinstimmenden Ergebnissen:

- Die Rekrutierung der für den Einsatz der NC-Maschinen wichtigsten Personalgruppen (Maschinen bediener, Programmierer) erfolgt fast ausschließlich innerbetrieblich.
- Die innerbetriebliche Auswahl des Personals geschieht in aller Regel nach sehr wenig systematisierten Kriterien. Im Vordergrund steht dabei der Anspruch, Personal mit möglichst reichhaltigen Erfahrungen in den jeweiligen konventionellen Bearbeitungsverfahren auszusuchen.
- Die Ausbildung bzw. qualifikatorische Vorbereitung des Personals erfolgt - soweit möglich - ebenfalls innerbetrieblich, und zwar während der jeweiligen Arbeitsprozesse; ausgesprochene Ausbildungs- und Schulungsveranstaltungen werden auf ein Minimum beschränkt.

Übereinstimmend weisen die Untersuchungen auf die recht informelle Art der Auswahl vor allem der Maschinenbediener hin; hierbei fällt den jeweiligen Meistern eine wichtige Rolle zu. Rekrutierungsfeld sind die Maschinenbediener der jeweiligen konventionellen Bearbeitungsprozesse; dabei kann es sich sowohl um angelernte (semi-skilled), wie auch um höher qualifizierte (skilled) Arbeitskräfte handeln. Mehr oder weniger ausgeprägt, kamen im Auswahlprozeß zusätzliche Kriterien wie "geistige Beweglichkeit", "Bereitschaft, sich gegenüber neuen Ideen und Verfahrensweisen offen zu zeigen", "geringe Neigung, sich schnell zu langweilen" zum Zuge.

Die "Schulung" der Bedienungsleute von NC-Maschinen erfolgt fast ausschließlich am jeweiligen Arbeitsplatz beim Einfahren der neuen Maschi-

Fortsetzg. d. Fußnote¹⁾ von S. 15

Grossman, E.R.F.W./ The Impact of Numerical Controll on Industrial Relations at Plant Level, Feb. 1968, als Manusk. vervielfältigt

Shaw, A.F.: Tavistock Institute of Human Relations, A Study on the Effect of the Introduction of Numerical Controlled Machine Tools on Plant Level Issues in Great Britain (1967)

Christensen, Eric: Automation and the Workers, London 1968.

nen. Zuweilen geschieht dies auch im Herstellerbetrieb der NC-Maschinen; ausgesprochene Schulungsveranstaltungen für die Maschinenbediener außerhalb des Produktionsprozesses sind sehr selten. Dauer und Intensität der Vorbereitung des Bedienungspersonals schwanken sehr stark, sowohl in Abhängigkeit von der technologischen Komplexität der Maschine und der Schwierigkeit der einzelnen Bearbeitungsprozesse, als auch nach der Art der Arbeitsorganisation. Die Dauer der Vorbereitungsprozesse hängt wesentlich davon ab, ob vom Bedienungsmann verlangt wird, die Maschine (mit-)einzurichten und die einzelnen Fertigungsaufgaben (mit-)vorzubereiten, bzw. Vorschläge hinsichtlich der Art oder Reihenfolge der durchzuführenden Operationen zu machen.

Nach der Vorstellung des Managements der untersuchten Betriebe sind diese Prozesse der Auswahl und Vorbereitung des Bedienungspersonals in aller Regel erfolgreich verlaufen; zuweilen zeigten sich in der Anfangsphase gewisse Widerstände vor allem bei hochqualifizierten Maschinenbedienern gegen eine Versetzung von konventionellen an numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen; diese seien jedoch abgebaut worden. In manchen Betrieben wurde die Erfahrung gemacht, daß es leichter war, vergleichsweise wenig erfahrene (jüngere) Bedienungsleute, die noch nicht so sehr wie die erfahrensten Maschinenbediener auf die konventionellen Arbeitstechniken fixiert waren, zur NC-Maschinenbedienung einzusetzen. In solchen Fällen wurde dann allerdings ein längeres Training und eine längere Periode detaillierter Kontrolle der Maschinenbediener in Kauf genommen.

Auch die Rekrutierung der Programmierer, d.h. des Personals für den im Zusammenhang mit der NC-Maschinen-Einführung neu entstehenden Bearbeitungsprozeß, habe in aller Regel keine besonderen Schwierigkeiten mit sich gebracht. Die Rekrutierung beschränkte sich auch hier fast ausschließlich auf eine Auswahl aus vorhandenem Personal; Rekrutierungsfeld waren sowohl die Abteilungen für Arbeitsvorbereitung wie auch der Werkstattbereich, wobei vor allem gelernte Werkzeugmacher und Vorrichtungsbauer bevorzugt wurden. Neben Erfahrungen mit den jeweiligen (konventionellen) Bearbeitungsprozessen wurden hier - jedenfalls mehr

oder weniger systematisch - Qualifikationen, wie geistige Beweglichkeit und mathematische Grundkenntnis vorausgesetzt. Widerstände seien in diesem Zusammenhang nicht aufgetreten, zumal der Übergang in die Programmierabteilung für Teile des ausgesuchten (ehemaligen Werkstatt-) Personals als vorteilhaft angesehener "Aufstieg" in eine Angestelltentätigkeit bedeutet.

Eigenständige Schulungsprozesse wurden für Programmierer etwas häufiger als für das Bedienungspersonal durchgeführt; es wurden Schulungskurse in der Anfangsphase zumeist bei den Herstellerbetrieben, später auch innerbetrieblich, durchgeführt; in einigen Fällen gab es (in den USA) spezielle Kurzausbildungen an nahe gelegenen Colleges.

Nach dem Urteil des Managements waren die eingeschlagenen Verfahren zur Rekrutierung eines ausreichend qualifizierten Programmierpersonals insgesamt erfolgreich; auch in dieser Beziehung läßt sich ein recht problemloser Übergang zu den neuen Fertigungsverfahren mit NC-Maschinen auf Betriebsebene konstatieren.

Neben der Frage nach den Verfahrensweisen bei Rekrutierung und Qualifizierung der wichtigsten Personalgruppen für die Fertigung mit NC-Maschinen ergibt sich als zweiter interessanter Problemkomplex die Frage nach den Auswirkungen der neuen Technologie auf die Entlohnung der Arbeitskräfte.

Wie bereits angemerkt, zeichnen sich die NC-Maschinen gegenüber vergleichbaren konventionellen in der Regel durch eine - je nach Maschinentyp und technologischer Komplexität unterschiedlich ausgeprägte - höhere Produktivität aus. Weitere, für die Lohnfindung grundsätzlich wichtige Charakteristiken sind: verminderte Eingriffsmöglichkeiten für den Maschinenbediener in den Arbeitsprozeß und - damit verbunden - reduzierte Möglichkeiten, das Arbeitstempo bzw. die Gesamtleistung der Maschine zu beeinflussen und schließlich - nach Meinung des Managements - tendenziell eher etwas geringere Anforderungen an das Bedienungspersonal gegenüber den an entsprechenden konventionellen Maschinen (unter sonst gleichen Einsatzbedingungen).

Von Interesse ist die Frage, inwieweit sich diese Charakteristiken in einer Veränderung der Formen der Lohnfindung niederschlagen bzw. welche Auswirkungen sie auf die Lohnhöhe für das Bedienungspersonal haben.

Die verschiedenen Untersuchungen aus USA und Großbritannien kommen im Hinblick auf diese Fragen zu einem gleichartigen allgemeinen Ergebnis: Obwohl der Einsatz von NC-Maschinen die bestehenden Formen der Lohnfindung je nach Art der vorhandenen Systeme mehr oder weniger stark in Frage stellt, zeigt sich eine recht starke Tendenz, Veränderungen in den Formen der Lohnfindung wie auch im betrieblichen Lohngefüge soweit irgend möglich zu verhindern .

In den untersuchten amerikanischen Betrieben wird das Bedienungspersonal von NC-Maschinen - wie nahezu alle Arbeiter in diesen Betrieben - auf Stundenbasis entlohnt. Obwohl sich das Management in den untersuchten Betrieben weitgehend darüber einig war, daß Anforderungen an NC-Maschinen eher niedriger als an vergleichbaren konventionellen Werkzeugmaschinen seien, blieb diese Ansicht - von ganz geringfügigen Abweichungen abgesehen - ohne Einfluß auf die Entlohnung des Bedienungspersonals: sie ist an vergleichbaren konventionellen und numerisch gesteuerten Maschinen etwa gleich.

Jeder Versuch, die NC-Maschinen-Bediener niedriger einzustufen, so wird diese Tatsache begründet, hätte den Widerstand der betrieblichen Gewerkschaftsvertretungen hervorgerufen und die Rekrutierung von Bedienungspersonal für NC-Maschinen aus dem vorhandenen Personalbestand erschwert. Darüberhinaus wäre in den vorausgegangenen betrieblichen Auseinandersetzungsprozessen das Argument der zu erwartenden Produktivitätsgewinne aufgeworfen worden, was das Management zu verhindern suchte. Besonders erwähnenswert in diesen Zusammenhang ist das Beispiel einer Firma, in der auch die Anwendung der Methoden analytischer Arbeitsplatzbewertung eine Gleichsetzung der Maschinen-Bediener von konventionellen und numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen nicht verhindert hat.

Anders waren die Ausgangsbedingungen in einer Vielzahl der in Großbritannien untersuchten Betriebe: dort herrschten Systeme der Leistungsentlohnung vor, z.T. in der Form des Stückakkords. Obwohl all-

gemein die Meinung vorherrschte, daß der Bereich der Beeinflussung der Leistung bei den NC-Maschinen durch den Bedienungsmann äußerst gering sei (er könne allenfalls den häufig geringen Anteil von sog. Nebenzeiten durch geschickte Vorbereitung von Werkstück- oder Werkzeugwechsel beeinflussen), wurden die jeweils bestehenden Formen der Leistungsentlohnung - einschließlich des Stückakkords - beibehalten. Ursache dafür war nicht so sehr die Erwartung, eine bessere Auslastung der NC-Maschinen zu erreichen, als vielmehr die Tatsache, daß dies die einfachste Methode zu sein schien, die Lohnfestsetzung an NC-Maschinen in die traditionelle Lohnfindung der Betriebe einzufügen.

In aller Regel erlaubte die Beibehaltung der überkommenen Prinzipien der Lohnfestsetzung gleichzeitig - durch Manipulation bestimmter, für die Festsetzung des Leistungslohns relevanter Faktoren - die Durchsetzung des Ziels, die Nominallöhne der Bedienungsleute an NC-Maschinen und vergleichbaren konventionellen Maschinen in etwa gleich hoch zu halten. Hierbei ergaben sich lediglich insofern zwischen den untersuchten Betrieben gewisse Unterschiede, als in einigen Fällen das Management ex ante beschlossen hatte, die Bedienungsleute an NC-Maschinen etwas besser zu bezahlen (Rekrutierungsanreiz!), in anderen Fällen jedoch eine Gleichstellung angestrebt wurde.

Nur in ganz wenigen der in Großbritannien untersuchten Betriebe hatte die Einführung der NC-Maschinen etwas weitergehende Auswirkungen auf die Prinzipien der Lohnfindung: Sie war hier zwar nicht Ursache, jedoch Auslöser dafür, daß ein - von den Gewerkschaften propagiertes - Gruppen-Bonus-System für Numerik-Maschinen und konventionelle Maschinen zusammen eingeführt wurde, d.h. daß Akkordentgelte auf Werkstatt- oder Betriebsebene zusammengefaßt wurden.

Insgesamt erweisen sich also die unmittelbaren Auswirkungen des NC-Maschinen-Einsatzes auf die Formen der Lohnfindung wie auch auf die Lohnhöhe bzw. das betriebliche Lohngefüge als recht unbedeutend. Zum Teil mag dies damit zusammenhängen, daß zum Zeitpunkt der Durchführung der hier ausgewerteten Untersuchungen der betriebliche Anteil der NC-Maschinen am gesamten Maschinenbestand noch sehr gering war; im Hinblick auf eine weitere Durchsetzung der NC-Technologie kann von der

Erwartung ausgegangen werden, daß sie - auch aus anderen Gründen vorhandene - Tendenzen zum Übergang auf Zeitlohn oder auf Gruppenleistungslohn fördert.

Ein anderes Beispiel bezieht sich auf den Schichteinsatz von NC-Maschinen und Personal. Aus betriebswirtschaftlichen Gründen liegt es prinzipiell nahe, die sehr teuren NC-Maschinen voll auszulasten, d.h. mit drei oder vier Schichtbesetzungen zu fahren. Obwohl in manchen der untersuchten Betriebe Bestrebungen des Managements vorhanden waren, eine solche mehrschichtige Auslastung durchzuführen, gab es keinen Fall, in dem der in diesen Betriebsbereichen meist übliche zweischichtige Arbeitseinsatz tatsächlich im Zusammenhang mit der NC-Maschinen-Einführung verändert worden wäre. Auch hier spielt eine Rolle, daß es letztenendes doch nicht als lohnend angesehen wurde, für nur einzelne Maschinen im gesamten Produktionsapparat der Betriebe eine andersartige Schichteinteilung vorzunehmen. Zuweilen wurde in längeren Übergangsphasen dieses Problem teilweise dadurch umgangen, daß man Maschinenbediener, aber auch Programmierer und Einrichter in erheblichem Umfang Überstunden leisten ließ. Dieses Vorgehen hatte für die Betroffenen oft keinen unmittelbaren Bezug auf die neue Technologie; es führte daher auch nicht zu NC-spezifischen betrieblichen Konflikten.

Generell weisen die angeführten Untersuchungen darauf hin, daß die betrieblichen Arbeitgeber - Arbeitnehmer - Beziehungen durch den Innovationsprozeß kaum belastet oder entscheidend tangiert wurden. Dies hängt sowohl mit der sukzessiven Art der Einführung dieser technischen Neuerung zusammen (es werden jeweils einzelne konventionelle Werkzeugmaschinen durch numerisch gesteuerte ersetzt), als auch mit der Strategie des Managements, den Veränderungsaufwand im organisatorischen und sozialen Umfeld der NC-Maschinen möglichst gering zu halten. Diese Art des Vorgehens wurde an den dargestellten Komplexen von Rekrutierung und Entlohnung bereits deutlich; sie gilt jedoch auch für andere mögliche oder denkbare "Begleitumstände" dieser technischen Neuerung.

Trotz des hohen Produktivitätszuwachses, den der Einsatz von NC-Maschinen gegenüber konventionellen in aller Regel mit sich bringt, werden unmittelbar - soweit überhaupt - stets nur einige wenige Arbeitskräfte freigesetzt. Diese lassen sich in den zumeist recht großen Verwenderbetrieben offenbar nahezu problemlos umsetzen. Als wichtigster Grund dafür wird angeführt, daß sich nur expandierende Unternehmen die vergleichsweise teuren NC-Maschinen leisten können.

Selbst in Großbritannien, mit seinem seit Jahren überhitzten Klima in den Arbeitgeber-Arbeitnehmer-Beziehungen in der Industrie kam es in den untersuchten Betrieben zu keinem speziellen "Numerik-Konflikt". Bei der - im Vergleich zur Bundesrepublik - häufig recht starken Stellung der betrieblichen Gewerkschaftsvertreter ist in diesem Zusammenhang von besonderer Bedeutung, daß es dem Management - trotz der eigenen hohen Erwartungen hinsichtlich der Vorteile der neuen Technologie - offensichtlich gelungen ist, deren Bedeutung hinsichtlich möglicher Veränderungen der Arbeitssituation herunterzuspielen. Dazu gehört auch, daß das Rationalisierungspotential der NC-Maschinen im wesentlichen nur dort weitgehend ausgenutzt worden ist, wo sich dies mit schon vor Einführung der NC-Maschinen beschlossenen Rationalisierungs- bzw. Reorganisationsmaßnahmen verbinden ließ. NC-Maschinen treten nicht so sehr als Auslöser, allenfalls als Beschleuniger von Rationalisierungsprozessen auf.

Zusammenfassend läßt sich aus den Ergebnissen der angeführten Untersuchungen die Schlußfolgerung ziehen, daß - vor allem vonseiten des Managements der Betriebe - generell kaum soziale Probleme als Folge der NC-Maschinen-Einführung gesehen wurden und daß - wo solche Probleme in Einzelfällen doch manifest wurden - diese kaum als gravierend eingeschätzt wurden. Auch die von der Umstellung auf NC-Maschinen betroffenen Arbeitnehmer bzw. ihre auf betrieblicher und überbetrieblicher Ebene institutionalisierten Vertretungen sahen die Folgeerscheinungen dieser technisch-organisatorischen Neuerung nicht als so schwerwiegend oder gar bedrohlich an, daß es dadurch zu ernsthaften Spannungen oder Konflikten auf betrieblicher oder gar überbetrieblicher Ebene gekommen wäre.

Aus diesen wie auch aus einigen, wegen der Ähnlichkeit der Ergebnisse hier nicht näher dargestellten Untersuchungen aus anderen Ländern, kann die These abgeleitet werden, daß bislang - trotz großer Verschiedenartigkeiten in den für den Ablauf des technisch-organisatorischen Wandels relevanten gesellschaftlichen Bedingungen - die Einführung der NC-Technologie in hochindustrialisierten Gesellschaften relativ rasch und reibungslos, ohne offen zu Tage getretene, ernsthaftere soziale Konflikte ablief.

Kritisch ist zu den hier in Kürze dargestellten Untersuchungsergebnissen allerdings anzumerken, daß häufig der Standpunkt bzw. Urteile des Managements mit den objektiven Gegebenheiten gleichgesetzt wurden, daß vor allem die als relevant definierten Probleme sehr vordergründig definiert wurden.

Das Fehlen offener und manifester Konflikte und Spannungen allein kann jedoch nicht mit völliger Problemlosigkeit gleichgesetzt werden. So erscheint der Befund, daß die Einführung von NC-Maschinen tendenziell zu einer Reduzierung der benötigten Arbeitskräfte führe, zunächst auf dem Hintergrund der langanhaltenden Arbeitslosigkeit in den Vereinigten Staaten als nicht unproblematisch, auch dann, wenn Freisetzungen unmittelbar betroffener Arbeitskräfte vermieden werden konnten. Die möglicherweise negativen Auswirkungen auf die Beschäftigungschancen anderer Arbeitskräftegruppen wiegen jedoch unter Umständen genau so schwer. Insgesamt scheinen in den herangezogenen Untersuchungen eben jene "sekundären", weniger unmittelbaren Auswirkungen der Einführung von NC-Maschinen weitgehend vernachlässigt.

3. Ausbreitung der NC-Maschinen in der Bundesrepublik

Produktion und Einsatz von NC-Maschinen begann in der Bundesrepublik - wie auch im übrigen Westeuropa - in etwa 5 bis 10 Jahren Abstand im Vergleich zu den Vereinigten Staaten¹⁾. Die Entwicklung in der Bundesrepublik wurde durch die "Erfindung" und allmähliche Verbreitung der NC-Technologie in den Vereinigten Staaten induziert; sie folgte dieser jedoch sehr zögernd. Ausschlaggebend dafür waren offensichtlich nicht so sehr technologische Schwierigkeiten als vielmehr die Einschätzung der Absatzchancen der sehr teuren Maschinen auf dem europäischen Markt durch die potentiellen Produzenten, die Werkzeugmaschinenindustrie²⁾. Über einen längeren Zeitraum hinweg glaubte man, daß das im Vergleich zu den USA sehr viel geringere Lohnniveau in den Investitionsgüterindustrien eine breitere Anwendung der NC-Technologie in der Werkzeugmaschinenfertigung verhindern würde, daß also nur geringe Absatzchancen bestünden.

Ausdruck dieser anfänglichen Skepsis dürfte - zumindest teilweise - ein zweites Charakteristikum der Entwicklung in der Bundesrepublik sein: diese begann, anders als in den USA, mit Werkzeugmaschinen der einfachen und daher vergleichsweise billigen Punktsteuerung, wurde erst dann zur Streckensteuerung und schließlich zur technologisch schwierigsten und teuersten Form der Bahnsteuerung fortgeführt,³⁾ wichtiger Einflußfaktor hierfür war natürlich auch das insgesamt andersartige Fertigungsprogramm in der deutschen Investitionsgüterindustrie, (z.B. weitgehendes Fehlen der Flugzeugindustrie, für die in den USA Werkzeugmaschinen mit Bahnsteuerung entwickelt worden sind).

1) Während für die USA im Jahre 1963 bereits mit einem Bestand von mehr als 3000 NC-Maschinen gerechnet wird, waren in der Bundesrepublik in diesem Jahr nur 33 NC-Maschinen aus inländischer Produktion im Einsatz.

2) Von dieser anfänglichen, weniger technologisch begründeten als absatzorientierten Skepsis der häufig als konservativ bezeichneten deutschen Werkzeugindustrie wurde recht übereinstimmend in vielen der im Rahmen der Untersuchung durchgeführten Expertengesprächen berichtet. Die Tatsache, daß bis 1965 mehr als die Hälfte der in der BRD eingesetzten NC-Maschinen nicht aus der Produktion deutscher Werkzeugmaschinenhersteller stammten, läßt sich nur dadurch und nicht durch einen generellen Rückstand technologischer Art gegenüber den USA erklären. Vgl. die folgende Tabelle.

3) Vgl. auch Hatzold, O., a.a.O. S. 8 f.

3/1. Der Bestand und seine Entwicklung

Exakte statistische Daten über die Entwicklung von Produktion und Einsatz der NC-Maschinen in der Bundesrepublik fehlen; eine Analyse ist hier weitgehend auf private Erhebungen angewiesen.

Relativ verlässliche Daten gibt es nur über die inländische Produktion von NC-Maschinen; sie entstammen den seit 1963 regelmäßig durchgeführten Sondererhebungen der Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen (VDW) im Verein Deutscher Maschinenbau Anstalten (VDMA).

Regelmäßig erhobene Daten über die Importe bzw. über die Gesamtheit der in der Bundesrepublik im Einsatz befindlichen NC-Maschinen existieren dagegen nicht. Bis zum Jahre 1967, als die erste Repräsentativerhebung zur Ermittlung des Bestands an NC-Maschinen im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführt und veröffentlicht wurde¹⁾, war die Fachwelt bezüglich Zahl und Art der in der Bundesrepublik eingesetzten NC-Maschinen ausschließlich auf Schätzungen verschiedener Experten angewiesen.

Weitere Aufschlüsse über den Bestand an NC-Maschinen und über seine Entwicklung gab eine zweite Repräsentativerhebung im Jahre 1969, die nach den gleichen Auswahlkriterien wie die Erhebung 1967 im Rahmen dieser Untersuchung von Infratest-Industria durchgeführt worden ist²⁾.

Mithilfe dieser beiden Erhebungen und der Daten des VDMA läßt sich die Entwicklung des NC-Maschinenbestands in der Bundesrepublik zwischen den Jahren 1962 und 1973 wenn auch nicht ermitteln, so doch einigermaßen verlässlich ableiten bzw. abschätzen.

Die Repräsentativerhebung 1967 ergab für dieses Jahr einen Gesamtbestand von ca. 940 NC-Maschinen; für das gleiche Jahr gibt der VDMA eine Zahl von 576 in der Bundesrepublik produzierten und verbliebenen

¹⁾ Vgl. RKW: Betriebstechnische Fachberichte, Nr. RB 6, 1968. Die Bestandszahl von mehr als 900 NC-Maschinen für 1967 in der Bundesrepublik lag um einiges über den damals gängigen Schätzungen der Fachleute aus dem Maschinenbau, die sich um rund 700 NC-Maschinen für dieses Jahr bewegten; die Ergebnisse der Erhebung sind jedoch - nachdem sie Anfang 1968 als ein Teil dieser Untersuchung vorab veröffentlicht worden sind - in der Fachwelt weitgehend akzeptiert worden.

²⁾ Vgl. Anhang.

NC-Maschinen an. Demnach wären rund 60% des damaligen Maschinenbestands in der Bundesrepublik produziert worden; die übrigen 40% stammten vorwiegend aus Importen, beinhalten aber darüber hinaus eine im einzelnen nicht erfaßbare Zahl von NC-Maschinen aus der Eigenproduktion von Verwenderfirmen und von ursprünglich konventionellen Werkzeugmaschinen, die nachträglich mit numerischen Steuerungen versehen worden sind.

Tabelle 1: Entwicklung des Bestands an NC-Maschinen in der BRD
(1962 - 1973)

Jahr	I Gesamtbest.anNC-Masch. (Repräsentativerhebungen - korrigiert)				II In BRD produzierte u. verbliebene NC-Maschinen (nach VDW)				III Importe und in II nicht erfaßte NC-Maschinen ab- zögl.ausgesonderte NC-Maschinen			
	jährl.Zu- wachs	jährl.Be- stand (ku- mulierte Werte	jährl.Zu- wachs	kumulierte Werte	jährl.Zu- wachs	kumulierte Werte	jährl.Zu- wachs	kumulierte Werte	jährl.Ver- änderung	kumulierte Werte	jährl.Zu- wachs	kumulierte Werte
	abs	% ^x	abs.	% ^x	abs.	% ^{xx}	abs.	% ^x % ^{xx}	abs.	% ^{xx}	abs.	% ^{xx}
bis 1962	65	3	65	3	11	17	11	1 17	(54)	83	(54)	83
1963	84	4	149	7	22	26	33	2 22	(62)	74	(116)	78
1964	107	5	256	12	63	59	96	6 38	(44)	41	(160)	62
1965	181	9	437	21	100	55	196	12 45	(81)	45	(241)	55
1966	228	11	665	32	160	70	356	22 55	(68)	30	(309)	45
1967	255	12	940	45	220	86	576	35 61	(55)	14	(364)	39
1968	(270)	13	(1220)	58	238	88	814	49 67	(32)	12	(386)	33
1969	360	17	1570	75	345	96	1159	71 74	(15)	4	(411)	26
1970	530	25	2100	100	492	93	1641	100 78	(48)	7	(459)	22
1971	(650)	31	(2250)	130	546	84	2187	134 79	(104)	16	(563)	21
1972	(750)	36	(3500)	166	(653)	87	(2840)	(174) 81	(197)	13	(660)	19
1973	(800)	38	(4300)	205	(710)	87	(3550)	(216) 82	(90)	11	(700)	18

^x Prozentzahlen bezogen auf den Bestand 1970

^{xx} Prozentzahlen jeweils bezogen auf den Gesamtzuwachs bzw. Gesamtbestand des Jahres

^{xxx} Bei den Werten in Klammern handelt es sich um Schätzungen

Quelle: Repräsentativerhebungen 1967 und 1969 von Infratest-Industria, München (korrigiert) sowie Sondererhebungen 1970 und 1972 des VDW/VDMA, Frankfurt

Aus den Ergebnissen der Ende 1969 durchgeführten Repräsentativerhebung errechnet sich ein Gesamtbestand von rund 1400 NC-Maschinen für dieses Jahr - , und zwar unter der Voraussetzung, daß nur Betriebe mit mehr als 100 Beschäftigten berücksichtigt werden.

Aus Gesprächen in Herstellerbetrieben und mit anderen Experten im Laufe des Jahres 1969 wurde jedoch bekannt, daß zunehmend auch Betriebe mit weniger als 100 Beschäftigten als Verwender von NC-Maschinen in Frage kamen. Aus diesem Grund wurde der - im übrigen analog zum Verfahren von 1967 durchgeführten - Breitenerhebung 1969 eine kleinere Befragung bei potentiellen Verwenderbetrieben mit weniger als 100 Beschäftigten angeschlossen.

Aus diesen Daten ergab sich, daß dem Bestand bei Betrieben mit mehr als 100 Beschäftigten eine Zahl von rund 170 weiteren NC-Maschinen, die bei kleineren Betrieben eingesetzt sind, hinzuzurechnen ist. Daraus ergäbe sich für das Jahr 1969 ein Gesamtbestand von etwa 1570 NC-Maschinen in der Bundesrepublik.

In der Repräsentativerhebung 1969 wurden neben den bereits im Einsatz befindlichen NC-Maschinen auch Zahl und Art der Ende 1969 von den Betrieben bestellten sowie der bis etwa 1972/73 geplanten NC-Maschinen erfaßt. Die Zahl der bestellten NC-Maschinen beträgt nach der Repräsentativerhebung bei Betrieben mit mehr als 100 Beschäftigten insgesamt 555 NC-Maschinen; aufgrund der Ergebnisse der Teilerhebung bei kleineren Betrieben kann man einen Schätzwert von weiteren 15 bestellten NC-Maschinen aus diesem Verwenderkreis annehmen.

Geht man davon aus, daß der weitaus größte Teil dieser vor November/Dezember 1969 bestellten NC-Maschinen - viele dieser Bestellungen dürften zum Zeitpunkt der Befragung schon eine längere Zeit gelaufen sein - während des Jahre 1970 ausgeliefert waren und setzt man weiter voraus, daß bei den üblichen langen Lieferfristen der Werkzeugmaschinenhersteller in keinem nennenswerten Umfang NC-Maschinen, die im Laufe des Jahres

1970 bestellt wurden, vor Anfang 1971 ausgeliefert werden konnten, so ergäbe sich nach den Ergebnissen der Repräsentativerhebung für 1970 ein Gesamtbestand von etwa 2.100 NC-Maschinen in der Bundesrepublik¹⁾.

Für eine Prognose der weiteren Entwicklung des NC-Maschinen-Bestandes in der Bundesrepublik können die Angaben der befragten potentiellen Verwenderbetriebe aus der Repräsentativerhebung 1969 über die Zahl und Art der geplanten, jedoch noch nicht bestellten NC-Maschinen herangezogen werden. Demnach wäre zwischen 1970 und Ende 1972 mit einer Zunahme des NC-Maschinen Bestands um fast 100% zu rechnen.

Wie sich bei der Repräsentativerhebung 1967 jedoch zeigte, tendieren Prognosen, die auf (vielfach noch unverbindlichen) Planungen der Betriebe basieren, dazu, den Bestandszuwachs innerhalb eines bestimmten Zeitraums zu überschätzen bzw. das Zeitintervall zu unterschätzen, innerhalb dessen sich der prognostizierte Bestandszuwachs wird realisieren lassen.²⁾

Dabei scheint es realistisch, anzunehmen, daß der prognostizierte Bestand von etwa 4.300 NC-Maschinen in der Industrie der Bundesrepublik erst bis Ende des Jahres 1973 realisiert wird.

1) Zu einem sehr ähnlichen Ergebnis kommt Hatzold bei seinen Berechnungen, die ebenfalls z.T. auf den Erhebungen des BDW/VDMA beruhen (a.a.O., S. 11).

2) Der Repräsentativerhebung 1967 war eine Frage nach Art und Zahl der für den betrieblichen Einsatz in den folgenden drei Jahren geplanten NC-Maschinen angeschlossen, die sich sowohl an Betriebe richtete, die 1967 bereits NC-Maschinen im Einsatz hatten, wie auch an solche, bei denen ein NC-Maschineneinsatz erst in Zukunft vorgesehen war. Neben dieser Erhebung wäre für das Jahr 1970 mit einem Bestand von insgesamt etwa 3.300 NC-Maschinen zu rechnen gewesen. Die Repräsentativerhebung 1969 ergibt jedoch für 1970 nur einen Gesamtbestand von etwa 2.100 NC-Maschinen in der Bundesrepublik. Es zeigt sich hier ein für Prognosen dieser Art sehr aufschlußreiches Phänomen: die 1967 befragten Betriebe haben den Zuwachs an NC-Maschinen innerhalb eines Zeitraums von etwa drei Jahren stark überschätzt, bzw. den Zeitraum unterschätzt, in dem sie ihren NC-Maschinenbestand entsprechend ausweiten konnten. Als Gründe für diese "Fehlentscheidungen" sind vor allem anzuführen:
 o Kaufabsichten - das zeigen auch andere Untersuchungen und Erfahrungen - liegen im Vergleich zu der späteren Realisierung tendenziell zu hoch, insbesondere dann, wenn sie - wie dies z.T. in unseren Untersuchungen der Fall gewesen sein dürfte - von Betriebsleitern und technischem Management ohne vorherige Abstimmung mit den In-
 b.w.

Über das Jahr 1973 hinaus sind einigermaßen abgestützte Angaben über die voraussichtliche weitere quantitative Ausweitung des NC-Maschinenbestands in der Bundesrepublik kaum möglich. Einiges spricht dafür, daß sich die Entwicklung noch einige Jahre in dem derzeit beobachtbaren Tempo fortsetzen wird. Dem steht die von wissenschaftlichen Experten und Betriebspraktikern nahezu einheitlich vertretene Meinung gegenüber, daß es unter Zugrundelegung des derzeitigen technischen Entwicklungsstandes von NC-Maschinen und den Bedingungen der gegenwärtigen Fertigungsstruktur in den Betrieben eine obere Grenze für den Anteil von NC-Maschinen am gesamten Werkzeugmaschinenpark gibt¹⁾

Nach unseren Beobachtungen und Untersuchungsergebnissen dürfte diese obere Grenze allerdings in der Industrie der Bundesrepublik in den nächsten 10 Jahren kaum erreicht werden. Dafür spricht zum einen, daß es immer noch Betriebe gibt, die mit dem Einsatz von NC-Maschinen eben erst beginnen und daß zum anderen in den Betrieben, die bereits seit Jahren NC-Maschinen im Einsatz haben, die angenommene Obergrenze ihres Anteils am gesamten Maschinenpark noch lange nicht erreicht scheint.

Fortsetzung ¹⁾ v. S. 28:

- vestitionsplänen der Firma geäußert werden;
- o zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung bestanden teilweise unklare - und insgesamt wohl eher übersteigerte - Vorstellungen über die wirtschaftlich und technisch sinnvollen Einsatzmöglichkeiten von NC-Maschinen, die zu einer Überschätzung des Ausbaus des NC-Maschinenbestands im eigenen Betrieb tendierten;
- o die potentiellen Käufer von NC-Maschinen in der Bundesrepublik scheinen sich im Verlauf der Einführung der neuen Technologie aufgrund einer Reihe von Veränderungen auf dem NC-Maschinen-Markt immer mehr auf das Angebot aus inländischer Produktion orientiert zu haben, worauf jedoch die deutschen Hersteller offensichtlich nicht genügend vorbereitet waren, so daß sie ihren Kunden sehr lange Lieferzeiten - häufig bis zu 1 1/2 Jahren - zumuten mußten.

¹⁾ Vgl. Überlegungen zur Sättigungsgrenze bei Brödner, P. und Hamke, F.: Automatisierung und Arbeitsplatzstrukturen, in: Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Kohlhammer Verlag, Stuttgart, Nr. 2, 1970, S. 137 ff, insbes. S. 156 f.

Bei den 89 in der Intensiverhebung 1968 erfaßten Betrieben ergab sich ^{ein} durchschnittlicher Anteil von 0,5 % NC-Maschinen am gesamten Werkzeugmaschinenpark. Nach den Planungen der Betriebe würde sich dieser Anteil bis 1972 auf etwa 1 % erhöht haben. Die von den gleichen Betrieben angenommene Obergrenze für den Anteil der NC-Maschinen liegt jedoch bei durchschnittlich 21 %, wobei die Angaben einzelner Betriebe allerdings recht unterschiedlich sind und von 5% - 100% schwanken.

Von den Gesichtspunkten der technischen Entwicklung der NC-Maschine und ihrer Integration in die betrieblichen Produktionsapparate her gesehen, scheint also eine Verminderung des Tempos der Ausweitung des NC-Maschinen-Bestandes nicht zu erwarten, zumal sich gezeigt hat, daß die Einsatzmöglichkeiten mit wachsendem Einsatz von NC-Maschinen noch steigen. Zumindest solange sich nicht konkurrierende neue Fertigungsverfahren in breiterem Umfang durchsetzen, ist aus fertigungstechnischer Sicht eher eine Beschleunigung des Tempos der Ausbreitung von NC-Maschinen zu erwarten ¹⁾.

Die Bestimmung des Tempos der weiteren Einführung wird nach den Untersuchungsergebnissen weitgehend von wirtschaftlichen und auch sozialen Faktoren ausgehen. Beschränkungen liegen sowohl in den Investitionskapazitäten der potentiellen Verwenderbetriebe wie auch in den Produktionsmöglichkeiten der Herstellerbetriebe. Nicht zuletzt werden Entwicklungen auf dem Arbeitsmarkt von Einfluß sein. Die Auswirkungen dieser Faktoren auf den zukünftigen Bestand an NC-Maschinen sind jedoch im einzelnen kaum zu quantifizieren, so daß ohne weitere Informationen aus neueren Untersuchungen eine zahlenmäßige Vorausschätzung der Entwicklung des Bestands an NC-Maschinen in der Industrie der Bundesrepublik über das Jahr 1973 hinaus nicht möglich ist.

3/2. Struktur des NC-Maschinen-Bestands

Eingangs wurde bereits kurz auf Tendenzen in der Veränderung der Zusammensetzung des Bestands an NC-Maschinen in der Bundesrepublik hingewiesen; auffallend ist vor allem der durchgehende und deutliche Trend

¹⁾ Auch Hatzold stellte in seinen Untersuchungen fest, "daß Firmen, die einmal den ersten Schritt zur NC-Technik getan haben, in den folgenden Jahren üblicherweise mehr NC-Maschinen anschaffen, als sie nach den ersten Erfahrungen annahmen" und schließt darauf auf eine Fortsetzung der Expansion. a.a.O. S. 13

zur Vergrößerung des Anteils der Drehmaschinen und der Abbau des Anteils der Bohrmaschinen, mit deren hauptsächlichen Einführung der Einsatz der NC-Technologie in der Bundesrepublik Ende der fünfziger/Anfang der sechziger Jahre begonnen hatte.

Tabelle 2: Verschiedene Arten von NC-Maschinen -
Bestand und Bestandsentwicklung in der BRD 1967 bis 1972 (Angaben in %)

	Bohrma- schinen	Fräs- Masch.	Bohr-u. Fräswerke	Dreh- masch.	Sonst. NC-Masch. (einschl. Bearb.-zentren)	alle Maschinen (absolut)	
Bis Ende 1967 in d. BRD prod. u.verbliebene NC-Masch. - nach VDW -	30	20	16	28	4	100	576
+ geschätzte Importe bis 1967	57	4	19	18	2	100	257
Bestand 1967 (Repräsentativerhebung)	37	16	19	24	4	100	937
Bis Ende 1969 in BRD prod. u.verbliebene NC-Masch. (VDW)	28	16	12	37	7	100	1137
+ geschätzte Importe bis 1969	57	4	16	21	2	100	324
Bestand 1969 (Repräsentativerhebung)	30	13	19	33	5	100	1400
+ geschätzter Bestand in Betrieben unt. 100 Beschäftigte	37	16	2	43	2	100	170
Gesamtbestand 1969	30	13	17	35	5	100	1570
Bestand Ende 1970/Anf.71 (Repräsentativerhebung)	27	13	18	37	5	100	2100
Voraussichtl.Bestandszuwachs bis 1972 (Betriebe über 100 Beschäftigte)	20	14	15	40	11	100	1780
Geschätzter Bestandszuwachs bis 1972 (Betriebe unter 100 Beschäftigte)	16	15	15	48	6	100	420
Bestandsprognose für 1972	23	13	17	39	7	100	4300

Quellen: Repräsentativerhebung 1969 (Infratest Industria),
Schätzungen aufgrund Teilerhebung bei Kleinbetrieben
und Erhebungen des VDW/VDMA - Frankfurt - (eigene Berechnungen)

Die Entwicklung der inländischen Produktion hat in erster Linie mit der Einführung numerisch gesteuerter Bohrmaschinen begonnen, also mit einer Maschinenart, die überwiegend mit einfacher Punktsteuerung ausgerüstet ist und vergleichsweise geringe Anforderungen an die Programmierung stellt.¹⁾

Es folgen die Fräsmaschinen, sowie die Bohr- und Fräswerke. Drehmaschinen, die bereits eine größere steuertechnische Komplexität aufweisen, sind in verstärktem Umfang erst seit 1966 eingesetzt worden. Noch zögernder verlief die Entwicklung bei den sonstigen NC-Maschinen, zu denen in erster Linie auch Bearbeitungszentren, d.h. Maschinen sehr komplizierter Art gezählt werden müssen.

Die Ergebnisse der Repräsentativerhebungen zeigen für die Struktur des NC-Maschinenbestands im wesentlichen ein ähnliches Bild und bestätigen die festgestellten Entwicklungstendenzen.

Der Verlauf des Einführungsprozesses zeigt weiter eine nur allmähliche Zunahme der steuertechnischen Komplexität der Maschinen, d.h. der Speicherkapazität und damit des Rechen- und Programmieraufwandes. Der Übergang zu komplizierteren Steuerungen ist in der Bundesrepublik relativ langsam erfolgt. Dafür waren neben der Strategie der Verwen-derbetriebe, die neue Technologie zunächst an einfachen Maschinen zu erproben, auch eine Vielzahl anderer Gründe bestimmend, die sich im wesentlichen auf das zögernde "Einsteigen" in die neue Technologie der deutschen Maschinen und Steuerungshersteller zurückführen lassen.

Die Hersteller dürften vielfach Ende der fünfziger/Anfang der sechziger Jahre die Bedeutung der neuen Technologie unterschätzt und dementsprechend die Intensität ihrer Entwicklungsarbeiten anfangs in nicht genügendem Maße forciert haben. Da die numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine eine völlig neue Kombination verschiedener Techniken darstellt,

¹⁾ Ein erheblicher Teil dieser zu Beginn der Entwicklung produzierten Bohrmaschinen weist nur einen relativ niedrigen Automatisierungsgrad auf. Die Steuerungen erlauben es zum Teil nicht, neben den Weginformationen auch die Schaltinformationen maschinell einzugeben. Vielmehr müssen die Schaltinformationen vom Bedienungsmann direkt in die Maschine eingegeben werden.

mag dabei eine gewisse Scheu vor möglichen konstruktiven Schwierigkeiten infolge fehlenden Fachwissens in der neuen "Nachbardisziplin" eine Rolle gespielt haben.

Andererseits wurde bereits sehr frühzeitig in der Fachliteratur ausführlich über die neue Technologie berichtet, so daß bei einigen der potentiellen Abnehmer ein Interesse geweckt worden ist. Daraus entstand eine gewisse Nachfrage, der sich die Hersteller auf die Dauer nicht verschließen konnten. Bezeichnend ist jedoch, daß sich die Hersteller von Werkzeugmaschinen zu Beginn der Entwicklung teilweise nicht zu einer neuen Konzeption ihrer Maschinen entschlossen haben, sondern die technisch wenig befriedigende Lösung einer Kombination von numerischer Steuerung und konventioneller Werkzeugmaschine wählten. Dies hatte nicht selten Betriebsstörungen zur Folge, was wiederum zur zurückhaltenden Einstellung bei den Abnehmern der Maschinen beigetragen haben dürfte.

Diese Entwicklungstendenzen spiegeln sich in der Veränderung der Anteile verschiedener Arten numerischer Steuerungen. Geht man von den in der Bundesrepublik für den inländischen Markt produzierten NC-Maschinen aus, so zeigt sich die allmähliche und immer deutlichere Zunahme des Anteils der mit Bahnsteuerung ausgestatteten NC-Maschinen.

Von den bis einschließlich 1965 in der Bundesrepublik produzierten und im Inland verkauften fast 200 NC-Maschinen waren nur 9 Maschinen, d.h. etwa 5% mit einer Bahnsteuerung ausgestattet, von den mehr als 1.100 NC-Maschinen aus inländischer Produktion, die in der Bundesrepublik bis einschl. 1969 verkauft worden sind, waren dagegen mehr als 300, d.h. etwa 30% mit einer Bahnsteuerung ausgerüstet. Insbesondere in den Jahren 1966 bis 1968 ist der Anteil der mit Bahnsteuerung ausgestatteten NC-Maschinen stark angestiegen (er lag 1968 fast 10 mal so hoch wie in der gesamten Produktion bis 1965) 1); 1969 war dagegen ein leichter Rückgang des Anteils der Maschinen mit Bahnsteuerung an der gesamten Jahresproduktion zu verzeichnen.

Es zeigt sich also insgesamt sehr deutlich eine Zunahme der Komplexität und des Automatisierungsgrades der zum Einsatz gekommenen NC-Maschinen - zumindest - insoweit sie aus inländischer Produktion stammen.

1) Diese Entwicklung ist in erster Linie auf den stark angestiegenen Einsatz von NC-Drehmaschinen zurückzuführen. Von allen in der Bundesrepublik bis einschließlich 1967 produzierten NC-Drehmaschinen (einschließlich der Exporte) waren 63%, d.h. fast zwei Drittel mit Bahnsteuerung ausgestattet, an der Gesamtproduktion bis einschl. 1969 betrug dieser Anteil bereits 73%, d.h. fast drei Viertel, d.h. daß in den Jahren 1968/69 insg. etwa 80% der in der BRD produzierten NC-Drehmaschinen mit Bahnsteuerung ausgestattet worden sind. Zahlenmäßig an 2. Stelle stehen die Fräsmaschinen, von denen etwa jede 5. der in der BRD produziert en NC-Drehmaschinen mit Bahnsteuerung ausgestattet worden sind.

Tabelle 3: Der Anteil verschiedener Steuerungsarten (in %) an der Jahresproduktion von NC-Maschinen für den inländischen Markt von 1957 - 1969

Steuerungsart	jeweilige Jahresproduktion					insges. bis 1969
	1957-65	1966	1967	1968	1969	
Punkt- oder Streckensteuerung	95	81	68	51	64	70
Bahnsteuerung	5	19	32	49	36	30
insgesamt	100	100	100	100	100	100
Basis (= Zahl der Maschinen)	196	160	220	238	323	1137

Quelle: Sondererhebungen des VDW, Frankfurt 1970

Tabelle 4 Veränderung der Anteile verschiedener Steuerungssysteme an den produzierten bzw. eingesetzten NC-Maschinen in der BRD.

a) Anteile der Steuerungsarten (in%) an der inländischen Gesamtproduktion (einschl. Export)

Maschinenart	Gesamtproduktion bis 1967		Gesamtproduktion bis 1969	
	Punkt- od. Streckensteuerung	Bahnsteuerung	Punkt- od. Streckensteuerung	Bahnsteuerung
Bohrmaschinen	100	-	99	1
Fräsmaschinen	80	20	79	21
Bohr- u. Fräswerke	99	1	98	2
Drehmaschinen	37	63	27	73
Sonst. NC-Maschinen (einschl. Bearbeitungszentren)	95	5	62	38
Alle Maschinenarten	76	24	63	37

b) Anteile der Steuerungsarten (in%) am inländischen Bestand ¹⁾ an NC-Maschinen

	Bestand 1967			Bestand 1970		
	Punktsteuerung	Streckenst.	Bahnsteuerung	Punktsteuerung	Streckenst.	Bahnsteuerung
Bohrmaschinen	86	14	-	65	35	-
Fräsmaschinen	2	80	11	4	81	15
Bohr- u. Fräswerke	29	66	3	13	84	3
Drehmaschinen	-	40	57	-	43	57
Sonst. NC-Maschinen (einschl. Bearbeitungszentren)	(37)	(63)	-	(3)	(77)	(20)
Alle Maschinen	44	42	14	18	52	30

Quellen: a) Sondererhebungen des VOW, Frankfurt 1970
b) Repräsentativerhebungen Infratest-Industria 1967/1969

1) Die Angaben beziehen sich auf die bei Betrieben mit über 100 Beschäftigten erfaßten Maschinen - ohne Hochrechnung der Bestandszahlen; wo die Prozentangaben in der Zeile nicht auf 100 addieren, fehlen entsprechende Angaben der Betriebe.

() = Wert beruht auf nur wenigen Nennungen.

Die aus der Entwicklung der inländischen Produktion an NC-Maschinen erkennbaren Trends im Hinblick auf die Ausstattung der Maschinen mit Punkt- oder Streckensteuerung bzw. Bahnsteuerung werden durch die Ergebnisse der Repräsentativerhebung 1967 und 1969 weitgehend bestätigt.

Im Unterschied zu den Angaben des VDW können bei den Ergebnissen der Repräsentativerhebungen auch die Anteile der punkt- und streckengesteuerten NC-Maschinen gesondert ausgewiesen werden. Es zeigt sich, daß bei fast allen Maschinenarten - insbesondere bei den Bdrmaschinen und bei den Bohr- und Fräswerken - der Anteil der streckengesteuerten Maschinen gegenüber den punktgesteuerten zwischen 1967 und 1970 ebenfalls zugenommen hat.

Insgesamt zeigt sich also, daß im Laufe der Entwicklung in den letzten Jahren eine deutliche Verschiebung bei der Ausstattung der NC-Maschinen mit verschiedenen Steuerarten eingetreten ist; zugenommen haben die komplexeren, strecken- oder bahngesteuerten NC-Maschinen zu Lasten der Maschinen mit einfacher Punktsteuerung.

Eine Betrachtung der Kostenentwicklung bei den für den inländischen Markt produzierten NC-Maschinen läßt ebenfalls gewisse Rückschlüsse auf den Ablauf der Einführung der NC-Technologie zu.

Die durchschnittlichen Gesamtkosten¹⁾ lagen bis einschließlich 1962 mit 370.000 pro NC-Maschine sehr hoch; sie sind im Jahre 1963 auf 300.000 und im Jahr 1964 auf etwa 200.000,-- DM pro Maschine gesunken. Von da ab ist wiederum ein Ansteigen des durchschnittlichen Werts der in der Bundesrepublik hergestellten NC-Maschinen zu beobachten: Von etwa 230.000,-- DM pro Maschine im Jahr 1965 auf etwa 340.000,-- DM in den Jahren 1968 und 1969

Der durchschnittliche Wert der Steuerungen pro in der Bundesrepublik produzierte NC-Maschine betrug bis einschließlich 1962 87.000,-- DM, im Jahre 1963 92.000,-- DM und sank in den Jahren 1964/65 auf 72.000 DM ab. Ab 1966 ist ein Ansteigen des durchschnittlichen Werts der Steuerungen zu beobachten: von 81.000,-- DM pro Maschine im Jahre 1966 auf 111.000,-- DM pro Maschine in den Jahren 1968/69.

¹⁾ Vgl. Sondererhebungen VDW/VDMA, a.a.O.

Diese Angaben über die Kostenentwicklung bei den NC-Maschinen bestätigen die bereits festgestellten Trends in der Entwicklung. Bis 1962/63 wurden NC-Maschinen nur in sehr geringer Zahl hergestellt, die aufgrund hoher Entwicklungskosten und wegen der quasi handwerklichen Herstellung sehr teuer waren. Durch eine relativ starke Erhöhung der Stückzahlen hergestellter NC-Maschinen seit den Jahren 1964/65 waren Kosteneinsparungen möglich. In all diesen Jahren lagen die durchschnittlichen Kosten für die Steuerungen - trotz einer vermutlichen Belastung mit zumindest einem Teil der Entwicklungskosten - relativ niedrig, da es sich in der Mehrzahl um relativ einfache Punktsteuerungen handelte.

Seit 1966 ergeben sich sowohl bei den durchschnittlichen Gesamtkosten der NC-Maschinen, wie auch bei den Kosten für die Steuerungen deutliche Erhöhungen, die - außer auf allgemeine Kostensteigerungen - in erster Linie auf die zunehmende Komplexität und den steigenden Automatisierungsgrad der Maschinen und Steuerungen zurückzuführen sein dürfen. Vor allem das starke Anwachsen des Anteils der Drehmaschinen wie auch die vermehrte Produktion sehr teurer Maschinen, wie z.B. von Bearbeitungszentren, mögen dafür ausschlaggebend gewesen sein.

3/3. Einsatzfeld der NC-Maschine

Die Abnahmebereiche für numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen liegen entsprechend der Art der technologischen Bearbeitungsverfahren fast ausschließlich in den Investitionsgüter-Industrien. Die speziellen Erhebungen im Rahmen dieser Studie erstreckten sich deshalb auf die Bereiche des Maschinenbaus, der Elektrotechnik, des Straßenfahrzeugbaus, des Stahl- und Leichtmetallbaus, des Schiffbaus, des Flugzeugbaus, auf Ziehereien, Kaltwalzwerke und Stahlverformung sowie Feinmechanik und Optik.

In diesen Bereichen der Investitionsgüterindustrien gab es in den Jahren 1967 bzw. 1969 etwa 5.000 bzw. 4.700 Betriebe mit mehr als 100 Beschäftigten¹⁾. Davon waren etwa zwei Fünftel Betriebe des Maschinenbaus, jeweils gut ein Viertel (27%) Betriebe aus der Elektrotechnik und den anderen Investitionsgüterindustrien sowie 6% bzw. 7% Betriebe aus dem Straßenfahrzeugbau.

Der Prozeß der Einführung der NC-Maschinen nahm im Hinblick auf die Zahl der Betriebe aus diesen Industriebereichen, die tatsächlich Verwender von NC-Maschinen waren, folgenden Verlauf.

Eine Aufteilung des durch die Repräsentativerhebungen für 1967 und 1970 festgestellten und aufgrund von Vorausschätzungen der befragten Betriebe für 1972/73 prognostizierten Bestandes zeigt Tabelle 5.

Tab. 5: Die Verteilung des NC-Maschinen-Bestands auf verschiedene Industriezweige

Industriezweig	Anteil an der Gesamtheit der Betriebe (Angaben in %)		Anteil am Gesamtbestand an NC- Maschinen (Angaben in %)		
	1967	1969	1967	1970	1972/73
Maschinenbau	39	40	60	67	72
Elektrotechnik	27	27	25	19	13
Straßenfahrzeugbau	6	7	11	10	10
andere Investitionsgüterind.	27	26	4	4	5
	100%	100%	100%	100%	100%

Quelle: Repräsentativerhebungen Infratest-Industria 1967 und 1969

¹⁾ Nach Angaben des Statistischen Bundesamts, Wiesbaden und der Infratest-Industria Industriekartei. Dabei ist zu beachten, daß in der offiziellen Statistik neben den angeführten Bereichen weiter die Eisen- Blech und metallverarbeitende Industrie zu den Investitionsgüterindustrien gerechnet werden. Dieser Industriezweig wurde bei den Untersuchungen außer acht gelassen, da aufgrund der Fertigungsverfahren kaum Einsatzmöglichkeiten für numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen gegeben sind.

Der größte Teil der NC-Maschinen war demnach sowohl 1967 wie 1970 in Maschinenbaubetrieben aufgestellt; 1967 mit 60% mehr als die Hälfte, 1970 etwa zwei Drittel aller NC-Maschinen. Nach den Planungen der Betriebe müßte sich dieser Anteil bis 1972/73 sogar noch erhöhen.

Die Repräsentativerhebung 1967 ergab, daß Ende dieses Jahres etwa 9% der Betriebe in diesen Industriebereichen NC-Maschinen einsetzten. Nach den Ergebnissen der Erhebung von 1969 hat sich dieser Anteil bis Ende 1970 auf 26% erhöht.

Tabelle 6: Verteilung der Betriebe nach gegenwärtigem und geplantem Einsatz von NC-Maschinen (Angaben in %)

	Zustand 1967 Prognose bis 1970	Zustand 1970 Prognose bis 1972
NC-Maschinen eingesetzt, kein zusätzlicher Einsatz geplant	2	9
NC-Maschinen eingesetzt, zusätzlicher Einsatz geplant	7	17
NC-Maschinen nicht eingesetzt, erstmaliger Einsatz geplant	15	18
NC-Maschinen weder eingesetzt, noch Einsatz geplant	76	56
	100%	100%

Nach den im Jahre 1969 erfaßten Vorausschätzungen auf 1972/73 planen bis dahin 33% der Betriebe NC-Maschinen anzuschaffen; gut die Hälfte davon sind Betriebe, die den erstmaligen Einsatz der neuen Technologie vorgesehen haben. Der Anteil dieser Betriebe hat sich erhöht: 1967 waren dies 15%, 1969 etwa 18% der Gesamtheit der Betriebe.

Dementsprechend hat sich der Anteil der Betriebe, die NC-Maschinen weder einsetzen, noch deren Einsatz planen, von 76% (1967) auf 56% (1969/70) stark vermindert.

Aus den Ergebnissen der beiden Erhebungen ergibt sich:

- o die Zunahme in der Zahl der Betriebe, die NC-Maschinen einsetzen, ist relativ hoch und spricht für ein inzwischen rasches Ausbreiten der Anwendung der NC-Technologie in den relevanten Bereichen der Industrie der Bundesrepublik; dazu kommt, daß seit 1967 auch die Zahl der NC-Anwender bei den Betrieben mit weniger als 100 Beschäftigten (die bei den obigen Angaben nicht berücksichtigt sind) nicht unerheblich angestiegen sein dürfte;
- o daß der Prozeß der Einführung von NC-Maschinen bereits die hemmende Informationsbarriere bzw. die Informationslücke überwunden hat, geht aus der bedeutenden Verringerung der Anzahl der Betriebe hervor, die 1970 gegenüber 1967 NC-Maschinen weder einsetzen noch deren Einsatz planen;
- o aus dem Prozentsatz von Betrieben, die 1967 bzw. 1970 den Einsatz von NC-Maschinen geplant haben sowie aus dem Prozentsatz der Betriebe, die bis 1972 diesen Einsatz planen, darf auf das Gleichbleiben des Einführungstempos ganz generell geschlossen werden.

3/4. Betriebliche Einsatzcharakteristiken der NC-Maschinen

Im folgenden werden in knapper Form einige der wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung über die organisatorische Eingliederung der NC-Maschinen, über die Art der Verwendung, über Schichteinsatz und Programmierverfahren referiert. Die Aussagen beziehen sich vorwiegend auf die 1968 bei rund hundert Verwenderbetrieben durchgeführte Intensiverhebung¹⁾.

3/4.1. Zur organisatorischen Eingliederung

Nur in etwa jedem 10. Betrieb waren die NC-Maschinen in einer eigenen Abteilung aufgestellt, während bei allen anderen Betrieben die NC-

¹⁾ Vgl. dazu Anhang. In den folgenden Tabellen werden Betriebe nach der Zahl der dort zum Zeitpunkt der Untersuchung vorhandenen NC-Maschinen unterschieden.

Maschinen zusammen mit konventionellen Werkzeugmaschinen in den betrieblichen Werkstätten standen. Darüber hinaus plante jeder sechste Betrieb, die NC-Maschinen in einer gesonderten NC-Abteilung zusammenzufassen, wenn der vorhandene Bestand an NC-Maschinen erweitert wird. Der Anteil der Betriebe, die eine NC-Abteilung eingerichtet haben, nimmt mit wachsender Zahl vorhandener NC-Maschinen zu. Bei etwa drei Viertel aller erfaßten Betriebe ist weder eine gesonderte NC-Abteilung vorhanden, noch die Einrichtung einer solchen geplant.

Tabelle 7: Organisatorische Eingliederung der NC-Maschinen (Angaben in %)

	Betriebe mit einer und mehr NC-Maschinen				Betriebe
	1	2	3	4 und mehr	
Gesonderte NC-Maschinen Abteilung	3	10	12	23	11
Aufstellung wie bei konv. Maschinen, jedoch geson- derte Abteilung vorgesehen	20	14	12	14	16
Aufstellung wie bei konv- Maschinen, gesonderte Ab- teilung <u>nicht</u> vorgesehen	77	76	75	64	73
Summe	100%	100%	100%	100%	100%

Bei etwa der Hälfte derjenigen Betriebe, die keine gesonderte NC-Abteilung eingerichtet haben, ist der Maschinenpark nach dem Modell der Werkstattfertigung organisiert, d.h. die Maschinen sind getrennt nach Maschinenarten in entsprechenden Werkstätten zusammengefaßt. Bei gut einem Drittel dieser Betriebe entspricht die Maschinenaufstellung einer Mischung aus Fließ- und Werkstattfertigung; beim Rest der Betriebe handelt es sich um Fließfertigung, d.h. die räumliche Aufstellung der Maschinen ist in erster Linie am Produktionsfluß orientiert.

Insgesamt sind in fast der Hälfte der Betriebe die NC-Maschinen unter konventionellen Werkzeugmaschinen der gleichen Maschinenart aufgestellt, in etwa jedem 6. bis 7. Betrieb sind die NC-Maschinen dort aufgestellt, wo sie im Produktionsfluß am günstigsten liegen; beim restlichen knappen Drittel der erfaßten Betriebe ist eine genauere Angabe über die Aufstellung der NC-Maschinen nicht möglich, da dort Mischsysteme aus Fließ- und Werkstattfertigung vorliegen, und die NC-Maschinen - vermutlich variierend mit der Art ihrer Verwendung und in Abhängigkeit von den jeweils vorliegenden räumlichen Bedingungen - eher in Orientierung auf den einen oder anderen Gesichtspunkt aufgestellt werden.

3/4.2. Zum Schichteinsatz

Durchschnittlich sind etwa ein Drittel der NC-Maschinen nur in einer Schicht eingesetzt, etwa die Hälfte in zweischichtigem Einsatz. Nur drei der 145 erfaßten NC-Maschinen sind dreischichtig eingesetzt; einige wenige befinden sich teils in ein- teils in zweischichtigem Einsatz. Der Anteil der mindestens zweischichtig eingesetzten NC-Maschinen nimmt mit der wachsenden Größe des in den Betrieben vorhandenen Bestands an NC-Maschinen deutlich zu.

Tabelle 8 : Schichteinsatz der näher untersuchten NC-Maschinen bei Betrieben mit unterschiedlichem NC-Maschinen-Bestand (Angaben in %)

Schichteinsatz	Betriebe mit einer und mehr NC-Maschinen					alle Betr.
	1	2	3	4-6	10 und mehr	
einschichtig	57	42	17	21	19	33
ein- bis zweischichtig	3	5	13	-	6	6
zweischichtig	33	50	64	68	50	53
dreischichtig	3	3	3	11	25	7
k.A.	4	-	3	-	-	1
insgesamt	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Basis - Zahl der NC-Maschinen	30	40	30	28	16	144

Bei den einzelnen Maschinenarten ergeben sich im Hinblick auf den Schichteinsatz der Maschinen keine wesentlichen Unterschiede: mit Ausnahme der Bearbeitungszentren sind in allen Maschinengruppen jeweils mehr als die Hälfte in zwei Schichten eingesetzt, rund ein Drittel in nur einer Schicht und jeweils einzelne Maschinen laufen dreischichtig.

Tabelle 9 : Längerfristig angestrebter Schichteinsatz bei Betrieben mit unterschiedlichem Bestand an NC-Maschinen (Angaben in %)

Schichteinsatz	Betriebe mit einer und mehr NC-Maschinen					alle Betriebe
	1	2	3	4-6	10 u.mehr	
einschichtiger Einsatz	10	5	6	7	-	7
zweischichtiger Einsatz	80	67	88	86	50	76
zwei- bis dreischicht.Einsatz	-	14	-	-	12	5
dreischichtiger Einsatz	10	14	6	7	38	12
insgesamt	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Basis = Zahl der Betriebe	30	21	16	14	8	89

Der von den Betrieben bei den näher untersuchten NC-Maschinen realisierte Schichteinsatz stimmt nur teilweise mit dem längerfristig angestrebten Schichteinsatz dieser Maschinen überein. Drei von vier Betrieben möchten die NC-Maschinen in zwei Schichten einsetzen, etwa jeder sechste strebt einen dreischichtigen oder zumindest zwei- bis dreischichtigen Einsatz der Maschinen an. Nur in etwa jedem fünfzehnten Betrieb sollen die NC-Maschinen einschichtig eingesetzt werden.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, daß nach der jeweiligen Überwindung der Anlaufschwierigkeiten die große Mehrzahl der NC-Maschinen in zwei Schichten eingesetzt sein wird; aus ökonomischen Gründen wäre zwar in vielen Fällen ein dreischichtiger Einsatz anzustreben, dieser wird jedoch aus arbeitsorganisatorischen und personellen Gründen

nur von einer relativ kleinen Anzahl von Betrieben für realisierbar gehalten. Der Faktor der größeren Kapitalintensität reicht also in den meisten Fällen nicht aus, eine Veränderung des betrieblichen Schichteinsatzes zu bewirken.

3/4.3. Zur Kapazitätsauslastung der NC-Maschinen

Tabelle 10 zeigt die Angaben der befragten Betriebe zu der Frage, zu wieviel Prozent die Kapazität der näher untersuchten NC-Maschinen durchschnittlich pro Schicht ausgelastet ist. Dabei handelt es sich fast durchgehend um Schätzwerte. Nur etwa drei Fünftel der untersuchten NC-Maschinen sind voll, d.h. zu 90 - 100% ausgelastet, bei einem weiteren Fünftel liegt der Kapazitätsauslastungsgrad zwischen 80 und 90%. Beim Rest der untersuchten NC-Maschinen wurde ein Auslastungsgrad von weniger als 80% angegeben, wobei etwa die Hälfte dieser Maschinen zwischen 70 und 80% der Schichtzeit im Einsatz ist, beim Rest ist der Auslastungsgrad noch geringer und liegt in Einzelfällen sogar unter 40% der Schichtzeiten.

Zwischen den einzelnen Maschinenarten gibt es im Hinblick auf die Frage nach der Kapazitätsauslastung kaum Unterschiede; insgesamt liegt der Auslastungsgrad bei Bohr- und Fräswerken etwas über, bei den Drehmaschinen etwas unter dem Durchschnitt der erfaßten NC-Maschinen.

Ursache für einen relativ hohen Anteil an Ausfallzeiten kann zum einen die Tatsache sein, daß die Maschine sich noch in der sogenannten Anlaufphase befindet, in deren Verlauf die Einsatzmöglichkeiten erst erarbeitet und getestet werden müssen, und in der Reparatur- bzw. Einstellungsarbeiten sowie die Einarbeitung der Bedienungsleute - teilweise unter Anleitung des Herstellerpersonals - erhebliche Teile der regulären Laufzeit beanspruchen.

Zum anderen resultieren - wie aus den Fallstudien sowie aus anderen

Untersuchungen¹⁾ deutlich wurde - Ausfallzeiten auch aus organisatorischen Bedingungen des umfassenderen betrieblichen Produktionsprozesses, die dazu führen, daß die Maschinen nicht entsprechend den Planzeiten mit Arbeit belegt sind.

1) Falk, S.: Werkzeugmaschinen mit numerischen Steuerungen in einem Fertigungsbereich mit mehr als 240.000 Fertigungsstunden im Einsatz, Werkstatt und Betrieb, 101 (1968), Nr. 10.

Tabelle 10: Durchschnittliche Kapazitätsauslastung der verschiedenen Arten von NC-Maschinen pro Schicht (Angaben in %)

Kapazitätsauslastung in Prozent der Schicht- zeiten	Bohrma- schinen	Fräs- maschinen	Bohr- und Fräswerke	Drehma- schinen	Bearbeitungs- zentren	alle Maschinenarten
30 - 59	2	4	-	8	-	3
60 - 69	4	8	4	6	-	5
70 - 79	11	13	4	14	-	11
80 - 89	22	21	24	19	(33)	22
90 -100	61	54	68	53	(67)	59
Summe	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Basis = Zahl der Maschinen	54	24	26	36	3	143

3/4.4. Verwendungsarten

Bei der Frage nach der Verwendung der NC-Maschinen für bestimmte Zwecke ergeben sich Mehrfachnennungen, da die NC-Maschinen aufgrund ihrer Vielseitigkeit und Flexibilität für verschiedenartige Verwendungs-zwecke eingesetzt werden können. Zwischen Betrieben mit unterschiedlich großem NC-Maschinen-Bestand zeigen sich in dieser Hinsicht deutliche Unterschiede: während in den Betrieben mit zwei bzw. drei NC-Maschinen im Durchschnitt eine NC-Maschine - außer für einen hauptsächlichen Verwendungszweck - für zwei weitere Zwecke teilweise eingesetzt wird, ist dies bei den übrigen Gruppen von Betrieben sehr viel weniger der Fall.

Etwa neun von zehn der untersuchten Maschinen sind in der laufenden Produktion in den jeweiligen Betrieben eingesetzt. Von den 144 untersuchten Maschinen werden nur 3 überhaupt nicht in der laufenden Produktion verwendet; 10 Maschinen sind nur teilweise für die laufende Produktion eingesetzt.

Entgegen der häufig propagierten Ansicht, daß NC-Maschinen aufgrund ihrer hohen Flexibilität insbesondere zur Verwendung bei der Herstellung von Prototypen, im Vorrichtungs- und Werkzeugbau sowie zum Ausgleich für Produktionsspitzen bei Teilen, die vorwiegend auf konventionellen Maschinen gefertigt werden, geeignet seien, spielen diese Verwendungszwecke als hauptsächliche Einsatzgebiete der NC-Maschinen kaum eine Rolle. Immerhin wird jedoch jeweils rund ein Drittel der untersuchten NC-Maschinen teilweise für die Herstellung von Prototypen und in der Ersatzteilfertigung verwendet, ein Viertel etwa der erfaßten Maschinen wird zum Ausgleich von Produktionsspitzen - neben der Verwendung in der laufenden Produktion - eingesetzt. Alle anderen Verwendungsarten (in einer Versuchsabteilung, für Demonstrations- und Schulungszwecke und als Experimentiermaschine) spielen nur eine untergeordnete Rolle.

Tabelle 11: Verwendung der näher untersuchten NC-Maschinen in Betrieben mit unterschiedlicher Zahl von NC-Maschinen (Angaben in %)

überwiegende bzw. teilweise Verwendung der NC-Maschinen in Betrieben mit einer und mehr NC-Maschinen											
Verwendungszwecke	1		2		3		4-6		10 u. mehr		alle Betriebe überw. teilw.
	überw.	teilw.	überw.	teilw.	überw.	teilw.	überw.	teilw.	überw.	teilw.	
In einer Versuchs- abteilung	-	3	-	15	-	3	-	4	-	-	6
Für die Herstellung von Prototypen	7	34	5	37	6	39	7	32	6	25	35
Für den Vorrichtungs- und Werkzeugbau	-	7	5	27	3	29	7	18	6	-	19
Für Demonstrations- und Schulungszwecke	-	-	-	12	-	19	-	14	-	-	10
Für die laufende Produktion	86	10	88	12	94	6	93	-	100	-	7
Zum Ausgleich von Prod.Spitzen bei Teil- len, die vorwiegend auf konv.Maschinen gefertigt werden	3	24	15	34	6	32	-	14	-	6	25
Für die Ersatzteilf.	14	31	2	32	-	55	-	54	6	25	40
Als Experimentierm.	-	7	-	17	-	10	-	4	-	-	9

3/4.5. Art der Programmierung

Für die Frage, ob die NC-Maschinen maschinell programmiert werden können, ist von Bedeutung, inwieweit die Betriebe über EDV-Anlagen verfügen¹⁾.

Von den in der Intensiverhebung 1968 befragten Betrieben verfügen 67% über eine EDV-Anlage. Nur in knapp einem Zehntel der Betriebe werden jedoch die Programme für NC-Maschinen rein maschinell erstellt; in einem Viertel mit Programmierhilfen und in vier Fünftel manuell.

nannt wurden.)

Tabelle 12: Art der Programmierung der NC-Maschinen in Betrieben mit unterschiedlich großem NC-Maschinen-Bestand (Angaben in %)

Art der Programmierung	Betriebe mit einer und mehr NC-Maschinen					alle Betriebe
	1	2	3	4-6	10 u.mehr	
maschinell oder maschinen- unterstützt	30	19	-	21	25	20
von Hand, jedoch Umstellung auf maschinelles Programm geplant	43	33	75	43	50	46
von Hand, keine Umstellung	27	48	25	36	25	34
Summe	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Basis = Zahl der Betriebe	30	21	16	14	8	89

¹⁾ Bei der Erhebung 1967 wurde festgestellt, daß von der Gesamtheit der Betriebe aus Investitionsgüterindustrien 32%, von den Betrieben mit NC-Maschinen jedoch 62% über EDV-Anlagen verfügen.

Obwohl die Voraussetzung der Verfügbarkeit einer EDV-Anlage vielfach gegeben ist, arbeitet nur etwa ein Fünftel dieser Betriebe mit maschineller oder maschinenunterstützter Programmierung; in fast der Hälfte der Betriebe wird derzeit zwar ausschließlich von Hand programmiert, es ist jedoch ein Übergang auf maschinelle Verfahren der Programmierung geplant, während in einem weiteren Drittel der erfaßten Betriebe auch in absehbarer Zeit nur von Hand programmiert werden soll.

Wie verschiedene Gespräche mit Verwendern und Herstellern von NC-Maschinen gezeigt haben, besteht eine deutliche Tendenz zu zunehmender Automatisierung der Programmierung. Diese Tendenz steht in engem Zusammenhang mit der wachsenden Komplexität der Maschinensteuerungen. Während Punktsteuerungen relativ niedrige Anforderungen an die Programmierung stellen und in den meisten Fällen leicht manuell programmiert werden können, bringt die Streckensteuerung, insbesondere bei komplizierten Bearbeitungen, wie z.B. bei Dreharbeiten - hinsichtlich der Programmerstellung neben einem hohen Zeitaufwand bereits größere Schwierigkeiten mit sich. Aus diesem Grund wird vermutlich in Zukunft in verstärktem Maße zur Anwendung von Programmierhilfen übergegangen. Das Verwenden von Programmierhilfen - oder das "halbmaschinelle Programmieren" - wird jedoch von den Betrieben vielfach nur als Übergangsstadium zum Programmieren mit elektronischen Datenverarbeitungsanlagen angesehen, wie es etwa bei Bahnsteuerungen nahezu unerlässlich ist. Da in den Betrieben aus anderen Gründen in zunehmendem Maße elektronische Datenverarbeitungsanlagen vorhanden sind, steht zu erwarten, daß in zunehmendem Maße solche Anlagen für die Erstellung von Programmen für die NC-Maschinen Verwendung finden. Als zusätzlicher Faktor kommt hierbei der Entwicklungsstand der Programmiersprachen (z.B. APT, EXAPT usw.) ins Spiel.

3/5. Charakteristiken der Bearbeitungsprozesse mit NC-Maschinen

In diesem Abschnitt sollen die Prozesse der Bearbeitung von Werkstücken auf den NC-Maschinen mit Hilfe des Materials aus der Intensiverhebung 1968 näher beschrieben werden; es geht dabei zum einen um zeit-

liche Strukturen, in denen sich die Bearbeitung von Werkstücken an den NC-Maschinen typischerweise vollzieht, zum anderen werden organisatorische Momente der konkreten Maschinenarbeit dargestellt. Insgesamt ergibt sich daraus ein Bild über die Art des Einsatzes der NC-Maschinen sowie über die konkreten, direkt maschinenbezogenen Strukturen und Bedingungen der Arbeitssituation des Bedienungspersonals.

3/5.1. Die Zahl der pro Monat auf den NC-Maschinen gefahrenen Programme

Die Zahl der durchschnittlich pro Monat auf einer NC-Maschine gefahrenen Programme zeigt an, wieviel verschiedenartige Werkstücke in dieser Zeit auf der Maschine gefertigt werden, wie häufig ein Umrüsten der Maschine mit allen den dazu notwendigen Nebenarbeiten in diesem Zeitraum durchschnittlich notwendig ist.

Im Gesamtdurchschnitt aller näher untersuchten NC-Maschinen wird bei etwa der Hälfte bis zu 20-mal pro Monat die Maschine neu eingerichtet, während für die andere Hälfte ein häufigerer Programmwechsel charakteristisch ist. Das bedeutet, daß bei der Mehrheit der NC-Maschinen das Umrüsten täglich ein- oder mehrmals erfolgen muß; nur bei drei der erfaßten Maschinen ist diese Tätigkeit im Durchschnitt nur einmal pro Monat erforderlich.

Tabelle 13: Durchschnittliche Zahl der pro Monat auf den verschiedenen NC-Maschinen jeweils gefahrenen Programme (Angaben in %)

Zahl der Programme pro Monat	Bohrmasch.	Fräsmasch.	Bohr- u. Främ.	Drehmasch.	Bearbeit.-Zentr.	alle Maschinen
1	-	-	4	8	-	3
2 - 10	17	42	46	19	(67)	28
11 - 20	9	12	39	22	(33)	19
21 - 50	28	25	8	28	-	22
51 - 100	24	12	4	11	-	15
über 100	19	4	-	11	-	11
K.A.	4	4	-	-	-	2
Summe	101%	99%	101%	99%	100%	100%
Basis = Zahl der NC-Maschinen	54	25	26	36	3	144

3/5.2. Typische Losgrößen bei der Fertigung mit NC-Maschinen

Die Losgröße beschreibt die Zahl gleichartiger Werkstücke, die nach einem Einrichtungsvorgang mit einem Steuerungsprogramm nacheinander auf einer Maschine bearbeitet werden, d.h. sie drückt aus, wie häufig ein gleichartiger Bearbeitungsprozeß auf der Maschine abläuft. Aufgrund des vergleichsweise geringen Aufwands für das Einrichten und Umrüsten der NC-Maschinen sind diese - im Unterschied zu konventionellen Werkzeugmaschinen - an sich für die Fertigung relativ kleiner Losgrößen prädestiniert. Nach Angaben in der Literatur sind für NC-Maschinen im allgemeinen Losgrößen zwischen 5 und 50 Stück wirtschaftlich optimal. Jedoch kann in bestimmten Fällen wohl einerseits Einzelfertigung, d.h. die Fertigung eines einzigen Werkstücks pro Programm, wie auch die Fertigung mehrerer tausend Werkstücke in einem Los rentabel sein.

Bei den in der Intensiverhebung untersuchten Maschinen variieren die Angaben über die durchschnittlichen Losgrößen in diesem Breitenbereich: etwa 4% der 143 Maschinen sind vorwiegend in Einzelfertigung eingesetzt, auf 8% werden üblicherweise Losgrößen von mehr als 200 Stück gefertigt, worunter einige Fälle sind (bei Drehmaschinen), in denen bis zu 6.000 Werkstücke in einem Los bearbeitet werden.). Bei mehr als der Hälfte sind allerdings Losgrößen zwischen 6 und 50 Stück üblich.

Bei allen Maschinenarten (mit Ausnahme der drei erfaßten Bearbeitungszentren) gibt es sowohl Maschinen, die vorwiegend in Einzelfertigung eingesetzt sind, wie auch solche, auf denen relativ hohe Losgrößen von mehreren hundert Stück üblich sind. Dabei handelt es sich um Durchschnittswerte; daher sind darüberhinaus Variationen der Art möglich, daß auf einer Maschine von einem Werkstück 5 Stück pro Los, von einem anderen Werkstück bis zu 100 Stück pro Los bearbeitet werden.

Tabelle 14: Durchschnittliche Losgrößen bei der Fertigung auf
NC-Maschinen verschiedener Art (Angaben in %)

Durchschnittliche Losgrößen	Bohr- maschinen	Fräsmaschinen	Bohr- und Fräswerke	Drehmaschinen	Bearbeitungs- zentren	alle Maschinen
Einzelfertigung	2	8	4	3	-	4
2 - 5 Stck.	15	8	15	6	-	11
6 - 10 "	28	17	23	17	(33)	22
11 - 20 "	15	17	19	19	-	17
21 - 50 "	15	17	8	28	(33)	17
51 - 100 "	9	17	12	14	-	12
101 - 200 "	8	4	4	3	(33)	6
über 200 "	4	8	12	11	-	8
K.A.	6	4	4	-	-	3
Summe	102%	100%	101%	101%	99%	100%
Basis = Zahl d. K.A.	54	24	20	20	7	14

3/5.3. Bearbeitungszeiten typischer Werkstücke auf

NC-Maschinen

Die Bearbeitungszeit kann in gewisser Hinsicht als Indikator für die Intensität und Komplexität der einzelnen Bearbeitungsprozesse genommen werden. Im Rahmen der Intensiverhebung 1968 wurden für jede der näher untersuchten NC-Maschinen jeweils 2 bis 3 typische Werkstücke sowie die dafür durchschnittlich notwendigen Bearbeitungszeiten erfaßt.

An den Bearbeitungszeiten für typische Werkstücke, die an NC-Maschinen gefertigt werden, läßt sich ebenfalls sehr deutlich die Verschiedenartigkeit der mit dem Begriff "NC-Maschine" bezeichneten Produktionsmittel demonstrieren: So werden z.B. auf kleinen NC-Bohrwerken Leiterplatten in einer Stückzeit von 0,3 Minuten bearbeitet, während die Bearbeitungszeit für 20 - 40 Tonnen schwere, in 6 - 8 m lange und 2 m starke Turbinenläufer auf einer NC-Drehmaschine Bearbeitungszeiten von 400 bis zu 600 Stunden haben. Es liegt auf der Hand, daß die Einsatzbedingungen solch unterschiedlicher Maschinen und die Bedingungen für die Arbeitssituation des Bedienungspersonals in solch unterschiedlichen Bearbeitungsprozessen kaum noch Gemeinsamkeiten aufweisen werden.

Auch beim Einsatz bestimmter Maschinen zur Bearbeitung verschiedener Werkstücke zeigen sich relativ große Unterschiede in den Stückzeiten für die Bearbeitung typischer Werkstücke. So werden beispielsweise auf einer Bohrmaschine einerseits in Platten 3 bis 5 Löcher gebohrt, wozu eine Stückzeit von ca. 2 Minuten notwendig ist, während andererseits auf der gleichen Maschine Lochplatten mit bis zu 3.000 Löcher gebohrt werden, was eine Bearbeitungszeit von etwa 22 Stunden beansprucht. Dies bedeutet, daß z.B. für den Bedienungsmann die Arbeitsbedingungen auch an einer bestimmten Maschine sehr stark variieren können.

Tabelle 15: Bearbeitungszeiten typischer Werkstücke auf den verschiedenen Arten von NC-Maschinen (Angaben in %)

	Bohr- maschinen	Fräs- maschinen	Bohr- und Fräswerke	Dreh- maschinen	Bearbeitungs- zentren	alle Maschinen
bis 5 Minuten	5	5	4	5	-	5
6 - 19 Min.	30	26	10	44	(22)	30
20 - 39 Min.	16	20	10	23	-	17
40 - 59 Min.	9	3	4	4	(11)	6
1 bis unter 2 Std.	14	7	10	5	(45)	11
2 bis unter 3 Std.	10	8	13	3	-	8
3 bis unter 5 Std.	6	7	22	8	-	9
5 bis unter 7 Std.	1	-	13	2	-	3
7 bis unter 10 Std.	2	7	-	-	(11)	2
10 und mehr Std.	2	10	8	2	(11)	4
K.A.	5	7	6	4	-	5
Summe	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Insgesamt füllt die Streuung der Bearbeitungszeit über einen relativ breiten Bereich auf; bei allen Maschinenarten gibt es sowohl Stückzeiten typischer Werkstücke, die unter 5 Minuten liegen, wie auch solche, die 10 und mehr Stunden betragen. Bei der Gesamtheit der untersuchten NC-Maschinen überwiegen die niedrigeren bis mittleren Bearbeitungszeiten: mehr als die Hälfte der erfaßten Werkstücke haben Bearbeitungszeiten unter einer Stunde, mit Bearbeitungszeiten bis zu 3 Stunden sind etwa drei Viertel der erfaßten Werkstücke zu fertigen. Die Verschiedenartigkeit der Einsatzmöglichkeiten von NC-Maschinen wird hier deutlich demonstriert.

3/5.4. Rüst- und Bearbeitungszeiten

Tabelle 16 zeigt die zeitliche Nutzung der näher untersuchten NC-Maschinen, d.h. die durchschnittliche prozentuale Aufteilung der jeweiligen gesamten Arbeitszeit eines Monats auf Rüstzeiten und Bearbeitungszeiten.

Im Durchschnitt aller erfaßten NC-Maschinen, wie auch in den Gruppen einzelner Maschinenarten, überwiegt bei den Rüstzeiten ein Zeitanteil von 10 bis unter 20%; auch ein Zeitanteil unter 10% und über 20% bis unter 40% für die Einrichtung der NC-Maschinen tritt noch relativ häufig auf.

Der Anteil der Bearbeitungszeiten im engeren Sinn, d.h. derjenigen Zeiten, in denen nach Einrichtung der Maschine das Bearbeitungsprogramm abläuft, schwankt bei allen Maschinenarten hauptsächlich in dem Bereich zwischen 60 und 90%. Sowohl niedrigere wie auch höhere Zeitanteile für die Bearbeitung der Werkstücke treten durchschnittlich jeweils nur bei jeder zehnten der näher untersuchten NC-Maschinen auf.

Insgesamt ergibt sich also, daß sowohl die Kapazitätsauslastung der NC-Maschinen als auch ihre Nutzung für die Durchführung der Bearbeitung der Werkstücke und Einrichtung kaum von der jeweiligen Maschinenart abhängig sind, vielmehr einerseits im Zusammenhang mit der spezifischen technischen Ausstattung der einzelnen NC-Maschinen zu sehen ist, zum anderen vermutlich in hohem Maße mit Art und Struktur der Produktionsprozesse, in denen die NC-Maschinen eingesetzt sind, variieren.

Tabelle 16: Durchschnittliche Anteile von Rüst-, Bearbeitungs- und Stillstandszeiten bei verschiedenen Arten von NC-Maschinen an der gesamten monatlichen Arbeitszeit (Angaben in %)

Zeitanteile in Prozent	Bohrmaschinen				Fräsmaschinen				Bohr- und Fräswerke				Drehmaschinen				Bearbeitungs- zentren				alle Maschinen- arten			
	RZ	BZ	SZ		RZ	BZ	SZ		RZ	BZ	SZ		RZ	BZ	SZ		RZ	BZ	SZ		RZ	BZ	SZ	
unter 10	16	-	46		17	-	37		16	-	44		19	-	33		(67)	-	(67)		18	-	42	
10 - 19	38	-	29		54	-	25		40	-	32		48	-	29		(33)	-	-		43	-	28	
20 - 29	18	-	9		21	-	21		16	-	4		19	-	19		-	-	(33)		18	-	13	
30 - 39	15	-	5		4	-	9		16	-	4		6	-	8		-	-	-		11	-	6	
40 - 49	2	4	2		-	4	4		-	-	4		-	6	3		-	-	-		1	3	3	
50 - 59	2	7	-		-	9	-		-	4	-		-	6	-		-	-	-		1	7	-	
60 - 69	-	17	-		-	21	-		-	24	-		-	22	-		-	-	-		-	19	-	
70 - 79	-	27	-		-	25	-		-	16	-		-	25	-		(33)	-	-		-	24	-	
80 - 89	-	27	-		-	25	-		-	32	-		-	25	-		(67)	-	-		-	29	-	
90 - 100	-	9	-		-	12	-		-	12	-		-	8	-		-	-	-		-	10	-	
K.A.	9	9	9		4	4	4		12	12	12		8	8	8		-	-	-		8	8	8	
Summe	100%	100%	100%		100%	100%	100%		100%	100%	100%		100%	100%	100%		100%	100%	100%		100%	100%	100%	
Basis = Zahl d. Maschinen	54				24				26				36				3				143			

Abk.: RZ = Rüstzeit; BZ = Bearbeitungszeit; SZ = Stillstandszeit

3/5.5. Mehrfachaufspannung bei NC-Maschinen

Eine zusätzliche Rationalisierung des Einsatzes von NC-Maschinen läßt sich unter bestimmten Bedingungen dadurch erreichen, daß auf dem Werkstück jeweils nicht nur ein, sondern zwei oder mehrere Werkstücke aufgespannt werden.

Bei etwa jeder siebten NC-Maschine wird überwiegend mit Mehrfachaufspannung gearbeitet, jede vierte der Maschinen wird gelegentlich auf diese Weise eingesetzt; bei etwa drei Fünfteln wird dagegen nur mit Einfachaufspannung gearbeitet.

Bei den verschiedenen Maschinenarten ist das Arbeiten mit Mehrfachaufspannung recht unterschiedlich; am seltensten wird bei den Drehmaschinen mit Mehrfachaufspannung gearbeitet; Am häufigsten sind dagegen die untersuchten Fräsmaschinen mit Mehrfachaufspannung im Einsatz.

Bei der Frage nach den Gründen für das Arbeiten mit Mehrfachaufspannung wurde ganz überwiegend auf die dadurch zu erreichende Stückzeitverkürzung (vor allem bei Aufspannung mehrerer Werkstücke übereinander) bzw. auf die Einsparung von Nebenzeiten (bei Aufspannen der Werkstücke nebeneinander) und die damit verbundene indirekte Stückzeitverkürzung hingewiesen. In einigen wenigen Fällen wurde besonders betont, daß es ein Vorteil sei, wenn sich durch das gleichzeitige Bearbeiten mehrerer übereinandergestapelter Werkstücke, z.B. bei Bohrarbeiten, absolut gleiche Bohrbilder ergeben.

Tabelle 17: Mehrfachaufspannung bei den verschiedenen Arten von NC-Maschinen (Angaben in %)

Art der Aufspannung	Bohr- maschinen	Fräs- maschinen	Bohr- und Fräswerke	Dreh- maschinen	Bearbeitungs- zentren	alle Maschinenarten
überwiegend Mehrfach- aufspannung	13	33	12	6	-	14
gelegentlich Mehr- fachaufspannung	40	29	24	-	(33)	25
nur Einfachaufspan- nung	47	38	64	94	(67)	61
Gesamt	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Basis = Zahl der Maschinen	54	24	26	36	3	143

3/5.6. Wiederholhäufigkeit der Fertigung gleicher Werkstücke

Ein spezifischer Vorteil der NC-Maschinen gegenüber konventionellen Werkzeugmaschinen einerseits, automatischen Produktionsanlagen andererseits liegt darin, daß bei relativ geringem Aufwand für Rüst- oder Einrichtungsarbeiten eine wiederholte Fertigung gleicher Werkstücke innerhalb eines längeren Zeitraums möglich ist.

Bei mehr als der Hälfte der NC-Maschinen, über die Angaben zu dieser Frage vorliegen, ist eine drei- bis zehnmahlige Wiederholung der Fertigung eines gleichen Werkstücks pro Jahr üblich. Dies bedeutet, daß sich die Fertigung gleicher Werkstücke durchschnittlich monatlich bis etwa vierteljährlich einmal wiederholt. Bei etwa jeder zehnten NC-Maschine ist eine ein- bis höchstens zweimalige Wiederholung der Fertigung eines gleichen Werkstücks pro Jahr üblich, während bei etwa jeder sechsten der untersuchten NC-Maschinen eine monatliche oder noch häufigere Wiederholung der Fertigung gleicher Werkstücke üblich ist.

Für die einzelnen Maschinenarten ergeben sich keine bedeutsamen Unterschiede.

Tabelle 18: Durchschnittliche Wiederholhäufigkeit der Fertigung gleicher Werkstücke pro Jahr bei verschiedenen Arten von NC-Maschinen (Angaben in %)

Wiederholhäufigkeit pro Jahr	Bohr- maschinen	Fräs- maschinen	Bohr- und Fräswerke	Dreh- maschinen	Bearbeitungs- zentren	alle Maschinen
1-mal	4	8	8	8	-	6
2-mal	6	8	-	3	-	4
3- bis 5-mal	28	25	23	31	-	27
6- bis 10-mal	22	21	19	11	(33)	19
11- bis 15-mal	7	12	8	8	(67)	10
16- bis 20-mal	2	-	4	3	-	2
über 20-mal	4	4	4	6	-	4
K.A.	28	21	35	31	-	28
Summe	101%	99%	101%	101%	100%	100%
Basis = Zahl der Maschinen	54	24	26	36	3	143

3/5.7. Mehrmaschinenbedienung

Die Möglichkeit zu Mehrmaschinenbedienung ist an eine Reihe organisatorischer und technischer Voraussetzungen gebunden (räumliche Nähe und Betriebssicherheit der Maschinen, lange Hauptzeiten, stringente Ablaufplanung usw.). Dementsprechend scheint es nicht verwunderlich, daß nur in etwa jedem sechsten bis siebten der untersuchten Betriebe mehrere NC-Maschinen von einem Mann gleichzeitig bedient werden. Die Häufigkeit, in der dies geschieht, konnte nicht erfaßt werden. Die Informationen aus Fallstudien und Expertengesprächen lassen jedoch vermuten, daß Mehrmaschinenbedienung auch in denjenigen Betrieben, in denen die grundsätzlichen Voraussetzungen dafür gegeben sind, nur relativ selten durchgeführt wird.

In 10 der 13 Betriebe, in denen Mehrmaschinenbedienung für die NC-Maschinen durchgeführt wird, werden von einem Mann maximal zwei Maschinen gleichzeitig bedient, in zwei Betrieben sind es maximal drei Maschinen und in einem einzigen Betrieb wurde die Angabe gemacht, daß bis zu sieben NC-Maschinen von einem Mann gleichzeitig bedient werden.

Eine zunehmende Verbreitung des Arbeitens mit Mehrmaschinenbedienung bei NC-Maschinen ist in Zukunft dadurch zu erwarten, daß eine größere Anzahl derjenigen Betriebe, bei denen zum Zeitpunkt der Befragung die grundsätzlichen Bedingungen für das Durchführen von Mehrmaschinenbedienung noch nicht erfüllt war, bei verstärktem Einsatz von NC-Maschinen zu Mehrmaschinenbedienung übergehen wollen. Dies ist bei fast zwei Dritteln derjenigen Betriebe der Fall, die bisher nur eine NC-Maschine eingesetzt hatten, und bei etwas mehr als der Hälfte der Betriebe, bei denen zwar schon mehrere Maschinen im Einsatz waren, Mehrmaschinenbedienung jedoch aus verschiedenen Gründen (insbesondere räumliche Aufstellung und zu unterschiedliche Art der vorhandenen NC-Maschinen) bisher noch nicht möglich war.

Tabelle 19: Mehrmaschinenbedienung bei NC-Maschinen und konventionellen Werkzeugmaschinen

	Betriebe mit einer und mehr NC-Maschinen					alle Betriebe
	1	2	3	4-6	10 und mehr	
Es werden mehrere NC-Maschinen von einem Mann gleichzeitig bedient (in % der Betriebe)	-	33	6	22	25	15
Die Zahl der maximal von einem Mann bedienten NC-Maschinen beträgt in diesen Betrieben durchschnittlich:	-	2,0	2,0	2,2	5,0	2,5
Beim Einsatz zusätzlicher NC-Maschinen würden mehrere NC-Maschinen von einem Mann gleichzeitig bedient werden (in % d. Betriebe)	63	43	75	35	63	56
Die Zahl der maximal von einem Mann bedienten NC-Maschinen würde dabei in diesen Betrieben durchschnittlich betragen:	2,8	2,4	2,2	2,2	2,1	2,5
Es werden mehrere konv. Werkzeugm. von einem Mann gleichzeitig bedient (in % der Betriebe)	61	81	50	72	75	65
Die Zahl der maximal von einem Mann bedienten konv. Werkzeugm. beträgt in diesen Betrieben durchschnittlich:	3,8	3,2	2,6	3,1	4,8	3,6
Basis = Zahl d. Betriebe	30	21	16	14	8	89

Die Zahl der jeweils von einem Bedienungsmann gefahrenen konventionellen Werkzeugmaschinen (wobei es sich vielfach um sog. Automaten handeln dürfte) liegt in den untersuchten mit durchschnittlich 3 - 4 Maschinen pro Mann um eine Maschine höher als bei den NC-Maschinen (2,5 Maschinen pro Mann). Bei nicht einmal einem Drittel derjenigen Betriebe, für die Angaben zur Mehrmaschinenbedienung konventioneller Werkzeugmaschinen vorliegen, werden nur maximal zwei Maschinen von einem Mann gefahren, bei mehr als einem Drittel sind es drei Maschinen, bei einem weiteren Fünftel vier Maschinen und immerhin noch jedem siebten dieser Betriebe werden von einem Bedienungsmann fünf und mehr herkömmliche Werkzeugmaschinen gleichzeitig bedient.

Insgesamt legen die dargestellten Informationen den Schluß nahe, daß das Arbeiten mit Mehrmaschinenbedienung bei NC-Maschinen zum gegenwärtigen Zeitpunkt - insbesondere auch im Vergleich zu herkömmlichen Werkzeugmaschinen - noch eine relativ geringe Rolle spielt, daß ihnen jedoch - mit zunehmender Zahl von eingesetzten NC-Maschinen einerseits und wachsender Betriebssicherheit und Vertrautheit des Personals mit diesen neuen Maschinen - in Zukunft zunehmende Bedeutung zukommen wird. Aufgrund der genannten einschränkenden Bedingungen erscheint es allerdings als unwahrscheinlich, daß - außer, wenn eklatanter Personalangel dazu zwingt -, häufiger eine ähnlich große Zahl von NC-Maschinen, wie bei den konventionellen Maschinen üblich, von einem Mann gleichzeitig bedient werden wird.

4. Personalpolitische Erwartungen des Managements

Die Auseinandersetzung mit den sozialen Auswirkungen technisch-organisatorischer Veränderungen muß - will sie nicht auf der Ebene reiner Deskription verbleiben, die nur schwer Aussagen über zu erwartende Folgeprobleme und -entwicklungen zuläßt - auch die besonderen Bedingungen und Erwartungen, die zu der Einführung einer spezifischen Form der Innovation führten, mit einschließen. Wir stellten eingangs bereits fest, daß die Tendenz der Entwicklung technisch-organisatorischer Veränderungen nicht so sehr einer eigenen, sozusagen immanenten Logik folgt, sondern wesentlich durch die je gegebenen betrieblichen Zielsetzungen und Bedingungen des Produzierens mitbestimmt werden.

Im Rahmen des hier vorgelegten Berichtes kann nicht auf die Gesamtheit der dabei relevanten komplexen gesellschaftlichen und einzelbetrieblichen Zusammenhänge eingegangen werden¹⁾.

Eine genauere Analyse der Entscheidungssituation bei der Einführung hätte - neben der besonderen Struktur der dabei ablaufenden Entscheidungsprozesse - etwa zu berücksichtigen:

- o Den Zeitpunkt, zu dem die Entscheidung innerhalb der allgemeinen Entwicklung und Durchsetzung der NC-Technologie in der Bundesrepublik gefällt worden ist;
- o die Situation des Betriebes auf dem örtlichen Teilarbeitsmarkt - vor allem im Hinblick auf die Chancen, hochqualifizierte Arbeitskräfte (Facharbeiter) zu rekrutieren;
- o die Größe des Betriebes, u.a. seine Möglichkeiten, einen Teil des Investitionskapitals für Experimentierzwecke freizusetzen;
- o die Situation des Betriebes auf dem Absatzmarkt und den daraus sich ergebenden Interessen, Erfahrungen über die Einsatzbedingungen von NC-Maschinen zu sammeln;

¹⁾ Für eine umfassende Auseinandersetzung mit den die Einführung der numerisch-gesteuerten Werkzeugmaschinen bestimmenden Einflüsse sei auf den Forschungsbericht verwiesen. Eine gesonderte Publikation dieser Analyse ist geplant.

- o die organisatorischen Gegebenheiten im Betrieb im Hinblick auf optimale Einsatzmöglichkeiten von NC-Maschinen (z.B. Schichtarbeit, Möglichkeiten zur Mehrmaschinenbedienung usw.).

Die Auseinandersetzung mit den mit der Einführung von NC-Maschinen verbundenen personalpolitischen Erwartungen und Vorstellungen erfolgt - in Anbetracht der Unmöglichkeit die Gesamtheit der relevanten Zusammenhänge im Rahmen dieses Berichtes zu behandeln - unter der Annahme, daß in diesem jene allgemeinen Bedingungen und Zielsetzungen einen expliziten und handlungsrelevanten Niederschlag finden, der , wenn auch nicht eine Erklärung, so doch eine differenziertere Interpretation der personalpolitischen Aspekte und Auswirkungen der Eingliederung von NC-Maschinen in das betriebliche Produktionssystem ermöglicht.

Im folgenden beschränkt sich unsere Analyse auf jene einzelbetrieblichen Zielsetzungen, die in explizitem Zusammenhang mit den personellen und sozialen Auswirkungen der Einführung von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen standen.

Damit wird nicht unterstellt, daß mit der Analyse dieser Erwartungen und Zielsetzungen jene Ebene primärer, letztlich entscheidender Einflußgrößen gefaßt wird, auf die sich eine Erklärung des spezifischen Tempos und der spezifischen Form der Einführung von NC-Maschinen zu beziehen hätte; es sei auch nicht ausgeschlossen, daß personalpolitisch relevante Vorstellungen sozusagen "neben" diesen Entscheidungen, d.h. relativ unabhängig , evtl. sogar im Widerspruch zu diesen, bestanden; - etwa dort, wo rein technische Überlegungen für die Einführung bestimmend waren.

Die Lösung personalpolitischer Probleme ist als nur eines einer ganzen Reihe möglicher Motive für die Anschaffung von NC-Maschinen zu sehen. Dabei können sie sowohl im Rahmen eher kaufmännisch-betriebswirtschaftlicher Überlegungen und Entscheidungskriterien relevant sein, wie auch unter Gesichtspunkten, die mehr auf Produktionstechnik und Produktionsfluß gerichtet sind. Unter dem ersten Aspekt geht es vor allem um Fragen möglicher Einsparung von Arbeitskräften bzw. Lohn-

kosten, während unter der zweiten Perspektive Probleme wie Facharbeitermangel, Ausschalten von arbeitskräfteabhängigen Produktionsschwankungen, Qualitätssteigerung bzw. Verminderung von Ausschuß durch Ausschaltung menschlicher Fehlleistungen usw. von Bedeutung sind.

Bei der Frage, welche Bedeutung personalpolitische Aspekte und Probleme in den betrieblichen Entscheidungsprozessen über die Aufstellung von NC-Maschinen zukommt, ist es wichtig zu berücksichtigen, zu welchem Zeitpunkt im Rahmen der allgemeinen Entwicklung und Durchsetzung der neuen Technologie in der Bundesrepublik diese Entscheidung getroffen worden ist. Wir können grob zwei Phasen unterscheiden: eine Frühphase, in der die NC-Technologie ein in der Bundesrepublik noch weitgehend unerprobtes, neues Fertigungsverfahren darstellte, und eine spätere Phase, in der bereits in weiterem Umfang Erfahrungen mit dem Einsatz von NC-Maschinen im Inland vorlagen, - in der Informationsaustauschprozesse innerhalb der betroffenen Bereiche der Industrie allmählich institutionalisiert wurden.

4/1. Entscheidungsperspektiven in der Frühphase der allgemeinen Einführung der NC-Technologie

Es waren vor allem zwei Gruppen von Betrieben, die sich im Vergleich zum gesamten Einführungs- und Durchsetzungsprozeß der NC-Technologie in der Bundesrepublik relativ früh, d.h. Ende der fünfziger/Anfang der sechziger Jahre theoretisch und praktisch mit den Einsatzmöglichkeiten der NC-Maschinen befaßt haben:

- o Zum einen handelte es sich um die - meist mittelgroßen - Betriebe des Werkzeugmaschinenbaus, für die die NC-Technologie eine Herausforderung und Chance im Hinblick auf die Erweiterung und Modernisierung ihres Produktionsprogrammes darstellte;
- o zum anderen waren es vor allem sehr große, investitionskräftige Unternehmen aus verschiedenen Wirtschaftszweigen - in der Regel mit starker Auslandsorientierung und entsprechenden Verbindungen auch nach USA -, die sich frühzeitig mit der Frage auseinandersetzten, ob und wie die neue Technologie vorteilhaft in den eigenen Produktionsapparat zu integrieren sei.

Entsprechend dieser unterschiedlichen Ausgangslage der beiden Gruppen von "NC-Pionier-Betrieben" waren die Perspektiven, die hinter den jeweiligen Entscheidungen standen, sich auch praktisch mit der NC-Technologie zu befassen, unterschiedlich strukturiert.

Für die Betriebe des Werkzeugmaschinenbaus ging es in erster Linie um die Überprüfung der Möglichkeiten, die neue Technologie in das eigene Produktionsprogramm aufzunehmen, d.h. die im Produktionsprogramm vorhandenen Werkzeugmaschinen mit numerischen Steuerungen auszustatten bzw. NC-Maschinen als neu konzipierte Produktionsmittel in das Produktionsprogramm aufzunehmen. Dabei galt es zunächst, vor allem technische Probleme zu lösen, z.B. eigene Steuerungssysteme herzustellen, die Implikationen der Steuerungsausrüstung für den Maschinenteil zu überprüfen, sich mit der Funktionsfähigkeit von Lesegeräten auseinanderzusetzen. Gleichzeitig ging es in dieser Frühphase für die potentiellen Hersteller von NC-Maschinen darum, die Marktchancen dieses neuen Produkts abzuschätzen¹⁾.

Arbeitskräfteprobleme bzw. personalpolitische Überlegungen spielten für diese Betriebe in dieser Phase keine oder eine nur untergeordnete, eher indirekte Rolle. Man glaubte, daß zwar in den USA der Faktor der relativ sehr viel höheren Lohnkosten im Hinblick auf die Einführung und Durchsetzung der neuen Technologie sehr bedeutsam war, in der Bundesrepublik und der übrigen europäischen Wirtschaft jedoch kaum eine entscheidende Rolle im Einführungsprozeß spielen werde. Auf den eigenen Betrieb bezogene personalpolitische Überlegungen scheinen in dieser Anfangsphase in diesen Unternehmungen kaum Bedeutung gehabt zu haben, zumal vielfach NC-Maschinen in der eigenen Produktion erst dann eingesetzt wurden, als man mehrere dieser Maschinen an Kunden verkauft hatte.

¹⁾ In diesem Zusammenhang wurde von mehreren Herstellern von NC-Maschinen von einer relativ langen anfänglichen Phase des Zögerns gesprochen. Nicht zuletzt, weil die NC-Technologie in den USA im Hinblick auf Produktionsprobleme (Flugzeugbau) entwickelt worden war, die in der Bundesrepublik und in der europäischen Industrie generell eine untergeordnete Rolle spielten, wurden die Marktchancen für ein solches Produkt längere Zeit für nicht ausreichend gehalten.

Bei potentiellen Verwenderbetrieben, für die NC-Maschinen ausschließlich als neuartige Produktionsmittel interessant waren, ging es in dieser Frühphase vorwiegend darum, Erfahrungen mit den Einsatzmöglichkeiten dieser neuen Technologie im eigenen Produktionsbereich zu gewinnen. Zur Orientierung standen in den ersten Jahren für viele dieser, zumeist sehr großen Betriebe fast ausschließlich theoretische Abhandlungen und einige praktische Erfahrungen aus den USA zur Verfügung; daneben spielten auch die Forschungsergebnisse und Überlegungen aus den einschlägigen deutschen Hochschulinstituten (TH Aachen, TU Berlin) eine gewisse Rolle.

Arbeitskräfteprobleme und personalpolitische Entscheidungen konnten auch in diesen Fällen nur eine untergeordnete Rolle spielen, da kaum ausreichende Erfahrungen über die personellen Implikationen und Auswirkungen des Einsatzes dieser neuen Technologie in einer in vieler Hinsicht von den amerikanischen Verhältnissen abweichenden Situation vorlagen. Inwieweit dennoch das in der damaligen akademischen Literatur hervorgehobene Argument, die NC-Maschinen könnten von relativ gering qualifizierten Arbeitskräften bedient werden, es wären also Facharbeiter einzusparen, in den damaligen Entscheidungsprozessen eine wichtige Rolle spielte, war nachträglich kaum mehr herauszufinden. Ebenso wie man Wirtschaftlichkeitsberechnungen beim Aufstellen der ersten "Experimentier-" oder "Spielmaschine" zunächst zurückstellte, war man bereit, die teilweise avisierten Vorteile im Hinblick auf den Personaleinsatz in Frage zu stellen und auf ihre Richtigkeit praktisch zu überprüfen.

Insgesamt trat in dieser, durch recht mangelhafte Information gekennzeichneten ersten Phase die Bedeutung genauer Recherchen und Erwägungen zurück, zugunsten eines sehr diffusen allgemeinen Modernitätsmotivs, das sich als eine mehr oder weniger unkritische Technik-Faszination beschreiben läßt.

Mit der allgemein sich kumulierenden Erfahrung im Umgang mit der neuen Technologie, die sich z.B. in Publikationen in Fachzeitschriften niederschlug und anfangs unsystematisch, später mehr oder weniger

organisiert (s. z.B. VDI-Verbraucherkreis) ausgetauscht und nicht zuletzt auch über die Herstellerfirmen verbreiten wurde, präzisierten sich jedoch zunehmend die Erwartungen an die neue Technologie, womit sich die Entscheidungsperspektiven über Investitionen auf diesem Gebiet veränderten. Dasselbe gilt - tendenziell in verstärktem Ausmaß - natürlich für die Entscheidungsprozesse über eine zweite und weitere NC-Maschine in jenen Betrieben, in denen bereits Erfahrungen aus dem Einsatz einer ersten NC-Maschine vorlagen.

4/2. Entscheidungsperspektiven auf dem Hintergrund breiterer praktischer Erfahrung mit dem Einsatz von NC-Maschinen

Mit der gegen Mitte der sechziger Jahre zunehmenden Erfahrung beim praktischen Einsatz von NC-Maschinen (1964 waren ca. 250, 1965 fast 450 NC-Maschinen in der Bundesrepublik im Einsatz) konkretisierten sich allmählich die Erwartungen der betrieblichen Entscheidungsträger im Hinblick auf die Einsatzmöglichkeiten und -bedingungen dieser neuen Produktionsmittel. Tendenziell veränderte sich dadurch auch die Rolle personalpolitischer Erwägungen im Entscheidungsprozeß über NC-Investitionen; sie scheinen insgesamt - wenn dies auch nicht für jeden einzelnen Betrieb gilt - an Gewicht gewonnen zu haben.

Unter den im Rahmen der Studie näher untersuchten Betrieben gibt es einige, bei denen Probleme des Personaleinsatzes eindeutig die Entscheidungsperspektiven zur Beschaffung einer NC-Maschine geprägt haben. Dies war vorwiegend dann der Fall, wenn in dem jeweiligen Betrieb spezifische Bearbeitungsprobleme vorlagen, deren konventionelle Lösung sehr hohe Anforderungen an das Bedienungspersonal stellte, und es sich dabei um Anforderungen handelte, deren Vorhandensein selbst bei gut ausgebildeten Fachkräften nicht generell vorauszusetzen war, so daß in der Regel langwierige und aufwendige Anlernprozesse notwendig erschienen.

In einem Betrieb war beispielsweise das folgende Bohrproblem zu lösen: In einen sehr harten Werkstoff mußte eine Vielzahl sehr dünner und

langer Bohrungen verschiedener Abmessungen durchgeführt werden; bei den Werkstücken handelte es sich vorwiegend um Einzelfertigung, nur gelegentlich kamen Wiederholteile vor. Die Arbeit erforderte einen hochqualifizierten Bedienungsmann mit langjähriger Erfahrung, Konzentrationsfähigkeit, großer Sorgfalt usw., - war andererseits aber sehr ermüdend und wenig abwechslungsreich. Die Arbeitsbedingungen waren für einen Facharbeiter mit der notwendigen Grundqualifikation wenig attraktiv, zumal das bei den sehr teuren Werkstücken hohe Risiko mit einer gewissen Stupidität der Tätigkeit verbunden war.

Es war für diesen Betrieb - insbesondere unter den Bedingungen der Arbeitskräfteknappheit - daher ein praktisch kaum zu lösendes Problem, für den Ausfall des älteren Facharbeiters, der die Arbeit jahrelang durchgeführt hatte, Ersatz zu finden. Es wurde daher in Zusammenarbeit mit einem Werkzeugmaschinenhersteller eine NC-Maschine spezifisch für die Lösung dieses Bearbeitungsproblems konstruiert. Diese wurde angeschafft, obwohl sich dabei Kostensteigerungen von ca. 20% gegenüber der konventionellen Bearbeitung der Werkstücke ergaben.

Personaleinsatzprobleme dieser Art traten auch in anderen Betrieben auf, wobei teilweise die Konstellationen im Hinblick auf Kosten, Probleme des Personaleinsatzes usw. etwas anders gelagert waren. In solchen Situationen traten Rentabilitätsgesichtspunkte häufig zurück; übrig blieb eine Rechtfertigung der Investitionsentscheidung aufgrund der Abhängigkeit von spezifischen, schwer beschaffbaren Qualifikationen von Arbeitskräften. Der Extremfall in dieser Richtung war, wenn Bearbeitungsprobleme auftraten, die konventionell überhaupt nicht gelöst werden konnten; außer Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkten traten dann allerdings auch Überlegungen im Hinblick auf den Arbeitskräfteeinsatz in ihrer Bedeutung im Investitionsentscheidungsprozeß zurück.

Der Aspekt, durch den Einsatz von NC-Maschinen der Abhängigkeit von bestimmten, nicht ohne weiteres reproduzierbaren Qualifikationen zu begegnen, spielte häufig auch dann eine Rolle, wenn manifest das Motiv der Einsparung von Arbeitskräften im Vordergrund stand. So wurde die Einsparung von Arbeitskräften durch den Einsatz von NC-Maschinen ganz überwiegend unter der Perspektive gesehen, dadurch einem bestehenden Mangel an bestimmten Arbeitskräften entgegenzutreten, während demgegenüber das Argument des Einsparens von Lohnkosten eine nur sehr untergeordnete Rolle spielte. Sowohl aus eigenen Erhebungen wie auch aus Berichten aus dem Ausland geht hervor, daß die Meinung weit verbreitet ist, daß es angesichts der in der Regel hohen Maschinenkosten im allgemeinen nicht sinnvoll sei, Arbeitskräfteeinsparungen unter

dem Aspekt des Verminderens der Lohnkosten zu intendieren. So wurden in manchen Fällen höhere Lohnkosten in Kauf genommen, wenn damit zu erwarten stand, damit Engpässen im Arbeitskräfteeinsatz zu begegnen oder den Produktionsprozeß reibungsloser zu gestalten.

Auf dem Hintergrund der Tatsache, daß sich sehr viele Betriebe in den für den Einsatz von NC-Maschinen infrage kommenden Wirtschaftszweigen Mitte der sechziger Jahre einer kurzfristig nicht behebbaren Knappheit vor allem von Facharbeitern gegenübersehen, begann insbesondere die Erwartung, man könne die NC-Maschinen mit relativ gering qualifiziertem Personal einsetzen, eine zunehmende Bedeutung bei den Investitionsentscheidungen zu spielen.

Charakteristisch war dabei, daß in erster Linie die in der Literatur verbreitete Ansicht, durch den Einsatz von NC-Maschinen vor allem hochqualifiziertes Bedienungspersonal einzusparen, teilweise zu übersteigerten und - wie sich später zeigte - offensichtlich unrealistischen Erwartungen führten. So wurden bisweilen etwa Vorstellungen der Art vertreten, daß man NC-Maschinen durch "Schulabgängerinnen" oder Hilfsarbeiter ohne jede einschlägige Vorerfahrung bedienen lassen könne.

Die Tatsache, daß diese und ähnliche Ansichten - vor allem in den höheren Positionen des kaufmännischen Managements in Grobetrieben - teilweise selbst dann noch vorherrschten, als sich beim Einsatz von einer oder mehreren NC-Maschinen im eigenen Betrieb bereits gezeigt hatte, daß sie kaum der Realität entsprachen, deutet darauf hin, daß solche übertriebenen Erwartungen im Investitionsentscheidungsprozeß z.T. eine erhebliche Rolle gespielt haben, ganz abgesehen davon, daß sich darin ein mangelndes Funktionieren des betrieblichen Informationssystems dokumentiert. Wo der Widerspruch zwischen Realität und Erwartung zu offensichtlich war, wurde er teils dahingehend "erklärt", daß sich eben in der Anlaufphase größere Schwierigkeiten ergäben und man daher erst mittel- oder langfristig mit einer solchen Entwicklung (d.h. Einsatz geringst qualifizierten Personals zur Bedienung von NC-Maschinen) rechnen könne.

Die Auseinandersetzung, ob für die Bedienung der NC-Maschinen gering- oder relativ hochqualifiziertes Personal eingesetzt werden muß, scheint noch keineswegs beendet zu sein. In manchen Betrieben wurden die Ansichten zu dieser Frage auf die Formel gebracht: je komplexer (und damit teurer) die Maschine ist, desto geringer kann die Qualifikation des Bedienungsmannes sein. In anderen Betrieben wird jedoch die genau entgegengesetzte Meinung vertreten. Auch innerbetrieblich spielt diese Auseinandersetzung in manchen Fällen eine Rolle; so war man sich beispielsweise in einem Großbetrieb, in dem bereits mehrere Jahre lang insgesamt 10 NC-Maschinen im Einsatz waren, noch nicht darüber einig geworden, ob man durch den Einsatz dieser Maschinen auf Dauer qualifiziertes Personal einsparen könne oder nicht¹⁾.

Die meisten Möglichkeiten des Einsparens qualifizierten Bedienungspersonals dürften jedenfalls in der Regel für die Lösung betrieblicher Arbeitskräfteprobleme erst dann relevant werden, wenn eine größere Zahl - möglichst ähnlicher - NC-Maschinen zum Einsatz kommt. Außer in Einzelfällen ist daher das Argument, man könne mit dem Einsatz von NC-Maschinen qualifiziertes Fachpersonal einsparen, nur dann realistisch, wenn es darum geht, im Rahmen einer mittel- bis langfristigen Strategie eine breitere Integration der NC-Technologie in den betrieblichen Produktionsapparat zu planen und zu begründen.

Auf diesem Hintergrund bekommen personalpolitische Argumente auch im Entscheidungsprozeß über die Beschaffung einer ersten NC-Maschine besonderes Gewicht - nämlich dann, wenn davon ausgegangen wird, daß der Mangel an Facharbeitern für konventionelle Werkzeugmaschinen auch in Zukunft bestehen bleiben bzw. u.U. sich noch verstärken wird, so daß sich Betriebe mit der NC-Technologie vertraut machen werden, um in Zukunft in der Lage zu sein, den Arbeitskräftemangel wenigstens teilweise zu kompensieren.

¹⁾ Es deutet sich hier bereits an, was uns im folgenden noch häufiger beschäftigen wird, daß eben "NC-Maschine nicht gleich NC-Maschine" ist; auf der einen Seite sind durchaus Fälle denkbar und auch realisiert, in denen eine NC-Maschine technisch so ausgestattet und so in den Produktionsfluß und in die Arbeitsorganisation eingebaut ist, daß sie von einem nur kurz angelernten Bedienungsman mit nur geringen Vorerfahrungen gefahren werden kann, während in anderen Fällen - und diese scheinen die Mehrzahl zu sein - sich der Einsatz qualifizierten Personals auch für die Bedienungsarbeiten als günstiger erweist.

Auch unter anderen Aspekten traten Personaleinsatzprobleme in den Vordergrund. So waren es in einem Fall Disziplinierungsprobleme, die - neben anderen Erwägungen - eine wichtige Rolle bei der Investitionsentscheidung spielten.

In einem mittelgroßen Maschinenbetrieb, der in einem industriellen Ballungszentrum liegt, wurde die Beschaffung einer ersten NC-Drehmaschine explizit mit dem Ziel betrieben, zum einen dem eklatanten Mangel an Facharbeitern (Drehern) zu begegnen, da dieser bereits dazu geführt hatte, daß erhebliche Teile der anfallenden Arbeiten nach außen vergeben werden mußten, zum anderen sollte die neue Hochleistungsmaschine dazu beitragen, der schlechten "Arbeitsmoral" der im Betrieb beschäftigten Facharbeiter entgegenzutreten. Die Betriebsleitung hoffte, daß das Vorhandensein einer NC-Drehmaschine und die Demonstration ihrer Produktionsmöglichkeiten dazu führen werde, daß dann die Facharbeiter regelmäßiger an ihrem Arbeitsplatz erschienen und der bisherige Zustand, daß angeblich nur 40 - 50% der Dreher an ihrem Arbeitsplatz waren, sich verändere. Inwieweit diese Intentionen mit der Beschaffung der Maschine, die in einem langwierigen Kooperationsprozeß zwischen Hersteller und späterem Verwender neu konzipiert werden mußte, sich realisierten, konnte leider nicht mehr festgestellt werden.

Bisher wurde ausschließlich auf Fälle eingegangen, in denen Probleme des Personaleinsatzes oder der Arbeitskräftebeschaffung als zusätzliche oder gar als hauptsächliche Argumente im Investitionsentscheidungsprozeß für die Beschaffung von NC-Maschinen sprachen. Personalpolitische Erwägungen können auch dazu führen, eine aus anderen Gründen erwogene Beschaffung einer NC-Maschine abzulehnen. Auch hierzu gibt es im Untersuchungsmaterial einige Hinweise.

Das anfängliche Zögern im Hinblick auf die Beschaffung einer ersten NC-Maschine, das insbesondere bei mittleren und kleineren Unternehmen beobachtet werden konnte, scheint nicht zuletzt dadurch begründet gewesen zu sein, daß man befürchtete, bei auftretenden technischen und organisatorischen Schwierigkeiten nicht über entsprechend qualifiziertes Fachpersonal zu verfügen und daher in eine starke Abhängigkeit von den Maschinen - und Steuerungsherstellern - zu geraten. Dies bezog sich weniger auf die Bedienungskräfte als vielmehr auf das Personal für Instandhaltung - insbesondere des Elektronikteils der Steuerungen - wie auch auf die Programmierer. Ein Teil dieser Befürchtungen, die vor allem für die Frühphase charakteristisch sind,

dürften inzwischen durch den weiteren Ausbau der Service-Netze der Hersteller - einschließlich der Informations- und Schulungskurse für das Kundenpersonal - abgebaut worden sein¹⁾.

Daneben wirken Probleme des Personaleinsatzes insbesondere gegen die Beschaffung sehr teurer NC-Maschinen. Wenn die Beschaffungskosten und damit die Stundensätze einer NC-Maschine so hoch liegen, daß im Hinblick auf Rentabilität ihres Einsatzes eine dreischichtige Auslastung für notwendig angesehen wird, so ergeben sich für diejenigen Betriebe Schwierigkeiten, in denen das Fahren einer dritten Schicht nicht üblich ist. Die Betriebe sehen sich dann in der Regel nicht in der Lage, eine dritte Schicht einzuführen, zum einen, wegen der angespannten Arbeitsmarktlage, zum anderen deshalb, weil das Fahren von nur einzelnen Maschinen oder Anlagen in drei Schichten in einem im übrigen zweischichtig arbeitenden Betrieb einen überhöhten organisatorischen Aufwand bedeutet. Sehr teure NC-Maschinen werden daher in solchen Betrieben nur beschafft, wenn eine Rentabilität auch bei nur zweischichtiger Auslastung gewährleistet erscheint, oder dann, wenn andere Vorteile so stark überwiegen, daß Rentabilitätsgesichtspunkte bei der Investitionsentscheidung generell zurückgestellt werden können.

Wie die vorstehenden Ausführungen zeigten, spielen Probleme des Arbeitskräfteeinsatzes und personalpolitische Erwägungen in den Betrieben in den betrieblichen Entscheidungsperspektiven eine unterschiedlich gewichtige Rolle, wobei entsprechende Argumente im Entscheidungsprozeß sowohl für wie auch gegen die NC-Investitionen sprechen können.

Es ist nun äußerst schwierig, aufgrund der vorliegenden Informationen über die Investitionsentscheidungsprozesse zu beurteilen, welches

¹⁾ Da unsere intensiveren Erhebungen sich ausschließlich auf Betriebe gerichtet hatten, die NC-Maschinen im Einsatz hatten, oder Hersteller von Steuerungen oder Maschinen waren, kann nicht entschieden werden, wieviele Betriebe heute noch sich aus Überlegungen dieser Art nicht zum Einsatz von NC-Maschinen entschließen können. Die oben gemachten Aussagen beziehen sich einerseits auf die Erfahrungen von Herstellern über die Gründe, die dazu geführt hatten, daß sie mit manchen potentiellen Abnehmern von NC-Maschinen nicht ins Geschäft kamen - wie auch auf Betriebe, in denen in den frühen sechziger Jahren die Beschaffung einer NC-Maschine abgelehnt worden ist, die jedoch später NC-Maschinen eingesetzt haben.

Gewicht Argumenten und Überlegungen dieser Art gegenüber anderen Motiven für oder gegen die Beschaffung einer NC-Maschine zukam. Gegenüber Wirtschaftlichkeitsüberlegungen, Problemen der Flexibilität des betrieblichen Produktionsapparates u.ä.m. dürfte in vielen Fällen personalpolitischen Überlegungen eher "subsidiäre" Bedeutung zugekommen sein. Sprechen andere Erwägungen per Saldo für die Beschaffung der NC-Maschine, kommt den angedeuteten personalpolitischen Aspekten dann sehr häufig lediglich die Rolle eines zusätzlichen Argumentes zu; erlauben dagegen die anderen Erwägungen nicht eine eindeutige Entscheidung für die Beschaffung der in Rede stehenden NC-Maschine, können solche personalbezogenen Überlegungen für die Entscheidung ausschlaggebend werden.

Eindeutige Prioritäten haben personalpolitische Überlegungen im Entscheidungsprozeß in den Fällen, in denen der Personaleinsatz - in erster Linie der Einsatz von Bedienungstechnikern - bei konventioneller Fertigung Schwierigkeiten macht, da entweder selten vorhandene Spezialqualifikationen gefordert werden und/oder die Arbeitsbedingungen bei konventioneller Fertigung so unattraktiv sind, daß die Rekrutierung von entsprechend qualifizierten Arbeitskräften - bei der ohnehin in den vergangenen Jahren in der Regel angespannten Lage auf den örtlichen Teilarbeitsmärkten - zusätzlich erschwert wird.

Im übrigen kommt den Personalproblemen - zumindest in eher kurzfristiger Perspektive - in den wohl meisten Fällen eine eher implizite Rolle im Investitionsentscheidungsprozeß zu. Dies bedeutet, daß z.B. das Argument des Einsparens qualifizierten Fachpersonals beim Einsatz von NC-Maschinen, weniger im aktuellen Entscheidungsprozeß über die Aufstellung einer einzelnen NC-Maschine wichtig ist, als vielmehr den - den Entscheidungsträgern nicht unbedingt immer bewußten - Hintergrund für die Konzeption einer mittel- bis längerfristigen Strategie der Umorganisation des betrieblichen Produktionsapparates darstellt.

Beim heutigen Stand der Entwicklung der NC-Technologie und bei den sich abzeichnenden Möglichkeiten der technischen Perfektionierung

der NC-Maschinen erscheint es deshalb realistisch anzunehmen, daß in Zukunft die NC-Technologie in zunehmendem Maße als ein Instrumentarium eingesetzt wird, mit dessen Hilfe die Betriebe im Rahmen mittel- bis längerfristiger Strategien versuchen, restriktiven Arbeitsmarktbedingungen zu begegnen.

5. Betriebliche Organisationsformen der Fertigung mit NC-Maschinen

Die Einführung technisch neuartiger Produktionsmittel, wie sie die NC-Maschinen gegenüber den konventionellen Werkzeugmaschinen darstellen, initiiert in aller Regel gewisse Veränderungen in den Strukturen und Formen der Arbeit in den betroffenen Bereichen industrieller Produktion, wobei die "Ausstrahlung" - je nach Art und Umfang der Initialzündung - mehr oder weniger breit in das arbeitsteilige Produktionssystem reichen kann. Bei der Anwendung einer neuen Technologie stellen sich bestimmte Aufgaben neu, andere fallen weg oder verändern sich in ihrer Qualität oder in den zeitlichen Strukturen ihres Auftretens.

Die in soziologischer Sicht in diesem Zusammenhang interessante Frage ist, in welcher Weise das bestehende arbeitsteilige Produktionssystem des Industriebetriebes auf die Herausforderung der technischen Neuerung "reagiert". Dieser Fragestellung liegt die These zugrunde, daß das neue technologische Produktionsmittel - also in unserem Fall: die NC-Maschinen - die Konsequenzen für Strukturen und Formen industrieller Arbeit nicht eindeutig determiniert, daß vielmehr im Hinblick auf Arbeitsteilung und Kooperation, Einsatz bestimmter Quantitäten und Qualitäten menschlicher Arbeit usw. verschiedenartige Möglichkeiten der Reaktion auf die Einsatzbedingungen des neuartigen Produktionsmittels möglich sind. Konkret bedeutet dies, daß von der Technologie der NC-Maschinen her nicht eindeutig festgelegt wird, in welcher Weise die anfallenden Arbeitsaufgaben zu Tätigkeiten für Arbeitskräfte bestimmter Qualifikation gebündelt werden. Die tatsächlichen Arbeitsplatzstrukturen, Arbeitsbedingungen sowie Anforderungen an die Qualifikation verschiedener Kategorien des Personals in der Fertigung mit NC-Maschinen wären vielmehr als eine Resultante einer Vielzahl von Einflußfaktoren zu fassen, wozu zweifellos die technologischen Ausgangsbedingungen zählen, jedoch auch z.B. die Qualifikationsstrukturen des für den Einsatz der NC-Maschinen innerbetrieblich oder auf dem Arbeitsmarkt rekrutierbaren Personals.

Im folgenden Abschnitt soll gezeigt werden, wie die Eingliederung von NC-Maschinen in das arbeitsteilige Produktionssystem erfolgte, welche Unterschiede dabei zwischen einzelnen Betrieben festzustellen waren und worauf diese Unterschiede zurückzuführen sind.

Generell ist dazu anzumerken, daß es im einzelnen schwierig ist, bei der außerordentlich großen Variationsbreite der verwendeten Werkzeugmaschinen, Steuerungen und anderen technischen Elemente, die insgesamt dazu führen, daß nur relativ selten technisch völlig identische NC-Maschinen in verschiedenen Werkstätten oder Betrieben in gleichen oder ähnlichen Produktionsprozessen im Einsatz sind, zu bestimmen, in welchem Ausmaß realisierte Formen der Arbeitsorganisation und Kooperation auf rein technische Faktoren oder auf soziale, ökonomische oder andere Einflußfaktoren zurückzuführen sind. Da zusätzlich das Beobachtungsmaterial relativ beschränkt ist, kann die Frage nach den Auswirkungen der Einführung von NC-Maschinen auf die Formen der Kooperation und der Arbeitsorganisation nur verhältnismäßig grob beantwortet werden.

Wir konzentrieren uns dabei zunächst auf die für die NC-Maschinenfertigung zentralen Arbeitsprozesse des Programmierens und der Maschinenbedienung. In einem späteren Abschnitt (5/3.) wird noch gesondert auf weitere Arbeitsprozesse, wie Maschineneinrichten, Arbeitskontrolle und Reparatur und Wartung eingegangen.

5/1. Organisatorische Einsatzbedingungen von NC-Maschinen

Unabhängig von Größe, Fertigungsverfahren und anderen technischen Charakteristiken ist allen Werkzeugmaschinen mit numerischer Steuerung gemeinsam, daß ein mehr oder weniger großer Teil der bei Bearbeitung eines Werkstücks zu vollziehenden Maschinenfunktionen selbsttätig, d.h. ohne daß direkte Eingriffe durch menschliche Arbeitskraft notwendig wären, abläuft. Voraussetzung dafür ist, daß die entsprechenden werkstückdefinierenden Maßzahlen in geeigneter Form in die Maschine bzw. in die Steuerung eingegeben werden.

Dagegen werden an konventionellen Werkzeugmaschinen die Maschinenfunktionen in der Regel über Hebel oder elektrische Schalter von Hand durch den Maschinenbediener gesteuert, d.h. die Informationseingabe in das Maschinensystem ist eine, wenn nicht überhaupt die zentrale Arbeitsaufgabe des Bedienungsmannes. Er entnimmt den Werkstückzeichnungen und anderen Planunterlagen bestimmte Informationen, setzt diese aufgrund seiner Erfahrung und seiner maschinenspezifischen Kenntnisse um in bestimmte Handbewegungen, durch die die auszuführenden Maschinenfunktionen determiniert werden.

Eine gewisse Ausnahme in dieser Hinsicht stellen unter den herkömmlichen Werkzeugmaschinen die bereits seit längerer Zeit eingeführten, teilautomatisierten Werkzeugmaschinen dar, bei denen ein Teil der Maschinenfunktionen über Programmschaltung (mit Hilfe von Trommeln oder Nocken) oder über Kopiereinrichtungen automatisch gesteuert werden kann. 1)

Läßt man diese teilautomatisierten Werkzeugmaschinen, die aufgrund der relativ aufwendigen Umstellungsprozesse nur für bestimmte Einsatzgebiete (vor allem Serien- und Massenfertigung) in Frage kommen, außer acht, so liegt der für den Arbeitsvollzug und die Arbeitsorganisation wichtigste Unterschied zwischen numerisch gesteuerten und konventionellen Werkzeugmaschinen in der verschiedenartigen Steuerung der Maschinenfunktionen. Der entscheidende Punkt ist dabei, daß bei der Verwendung einer numerischen Steuerung die für den Ablauf des Arbeitsprozesses notwendigen Daten gespeichert werden können, während bei der konventionellen Maschine, die Dateneingaben von Hand jeweils von neuem während des Ablaufs des Arbeitsprozesses erfolgen muß. Die Speichermöglichkeiten bei den NC-Maschinen erlauben es dagegen, daß der zur Dateneingabe notwendige Arbeitsprozeß zeitlich und auch organisatorisch vom primären Bearbeitungsprozeß, d.h. vom Ablauf der auf das Werkstück einwirkenden Maschinenfunktionen abgetrennt werden kann.

Hierin liegt - im Hinblick auf den primären Produktionsprozeß der Werkstückbearbeitung - die zentrale Herausforderung des neuen technologischen Produktionsmittels an das bestehende Produktionssystem mit herkömmlichen, konventionellen Werkzeugmaschinen. Die NC-Technologie

¹⁾ Vgl. dazu Neuho, O., Wiedemann, H.: Arbeiter und technischer Fortschritt, Dortmunder Schriften z. Sozialforschung, H. 16, Köln/Opladen 1960, S. 85 ff. Dort wird die Einführung dieser damals neuartigen Maschinen dargestellt

ermöglichte eine Aufteilung der Arbeitsaufgaben, die beim Bedienen einer konventionellen Werkzeugmaschine eine Einheit bildeten. Aufgaben, die der Informationseingabe zur Steuerung der Maschinenfunktionen dienen, können in einem vom Maschinenbedienen abgetrennten Arbeitsprozeß (Programmieren) erledigt werden; andere Arbeitsaufgaben, wie vor allem das Auf- und Abspannen der Werkstücke, bleiben Teil der (reduzierten) Arbeit an der Maschine.

Neben dem Fertigungsverfahren (Bohren, Fräsen, Drehen usw.), der Größe und der Zahl der von einer Maschine durchführbaren Funktionen (z.B. Verfahrensmöglichkeiten in wieviel Achsen?) liegt ein wichtiges Merkmal der Unterscheidung zwischen verschiedenen NC-Maschinen im Anteil der Maschinenfunktionen, die über die numerische Steuerung gesteuert werden können. Bei einfachen Maschinen werden beispielsweise nur die Weginformationen in einer oder zwei der verfahrbaren Achsen über die Steuerung eingegeben, während das Werkzeug (z.B. die Bohrspindel) manuell gesteuert wird und auch die Schaltinformationen von Hand eingegeben werden. Die Bedienungsarbeit enthält dann noch einen beachtlichen Teil "konventioneller" Arbeitsaufgaben. Diese reduzieren sich mit wachsender Komplexität der Steuerung bzw. zunehmendem Automatisierungsgrad der Maschine. 1)

Diese Herausforderung zur Aufteilung der traditionellen Bedienungsaufgaben auf zwei separate Arbeitsprozesse, d.h. zu einer Differenzierung des arbeitsteiligen Produktionssystems, wird in der Mehrzahl der von uns untersuchten Anwendungsfälle der NC-Technologie angenommen. Der generelle Vorteil liegt darin, daß die voneinander getrennten Arbeitsprozesse grundsätzlich nach jeweils eigenen Kriterien gestaltet und rationalisiert werden können. So ergibt sich beispielsweise ein kontinuierlicher Einsatz der Maschine (etwa durch Wegfall der Nebenzeiten für das Planlesen und -interpretieren) oder der für die Wiederholfertigung wichtige Vorteil der Speicherung der Steuerungsdaten auf einem festen, wiederverwendbaren Datenträger (meist Lochstreifen). Die Programmierarbeit kann zeitlich weitgehend unabhängig vom maschinellen Bearbeitungsprozeß erfolgen - also z.B. trotz Schichteinsatz der Maschine in normaler Tagesarbeitszeit (wobei sie natürlich vor dem Einsatz der Maschine liegen muß.)

1) Vgl. dazu Simon, W. (Hrsg.): Produktivitätsverbesserungen mit NC-Maschinen und Computern, München 1969, S. 21 ff.

Es gibt jedoch bestimmte Anwendungen der NC-Technologie, bei denen diese Möglichkeiten der Arbeitsteilung nicht realisiert werden.

Dazu zählen in erster Linie Maschinen mit numerischer Sichtanzeige. Diese zeigt dem Bedienungsmann die Positionierung der Maschine in den verschiedenen Achsen an. Der Soll-Ist-Wert-Vergleich ist jedoch von ihm selbst vorzunehmen, das Verfahren von Werkzeugen und Werkstück sowie die Steuerung der übrigen Funktionen erfolgen manuell.

Ein anderes Beispiel sind sog. "Kombinationsmaschinen", bei denen im Steuerpult ein Lochstreifenstanzer eingebaut ist. Bei der Fertigung des ersten Werkstücks eines Loses, die in etwa analog zum Bearbeitungsprozeß auf konventionellen Werkzeugmaschinen erfolgt, werden die Weg- und Schaltinformationen automatisch in der richtigen Reihenfolge auf einen Lochstreifen übertragen. Dieser kann dann bei wiederholter Fertigung des gleichen Werkstücks als Steuerlochstreifen verwendet werden, - die Maschinenfunktionen laufen dann selbsttätig, ohne direkte Eingriffe des Bedieners.

Bei diesen Maschientypen erfolgt also das Programmieren gleichzeitig mit der Bearbeitung des ersten Werkstücks; der Maschinenbediener ist gleichzeitig Programmierer, es gibt also keine arbeitsorganisatorische Trennung zwischen den beiden Aufgabenbereichen, wenn auch eine teilweise Separierung charakteristisch ist.¹⁾

Abgesehen von diesen - insgesamt wohl relativ seltenen - Fällen des Einsatzes der NC-Technologie erfolgt jedoch beim praktischen Einsatz von NC-Maschinen in der Regel die arbeitsorganisatorische Trennung zwischen Maschinenbedienen und Programmieren in der Art, daß die jeweils zu erfüllenden Arbeitsaufgaben von verschiedenen Arbeitskräften ausgeführt werden. Das übliche Verfahren ist dabei, die Programmiertätigkeit, d.h. das dispositive Festlegen der selbsttätig ablaufenden Maschinenfunktionen, aus der Werkstatt auszulagern und einem eigenen Servicebereich, dem Programmierbüro, zuzuweisen.

¹⁾ In diesen Anwendungsbeispielen ist zwar nur ein Teil des Rationalisierungspotentials der NC-Technologie ausgenutzt, sie können dennoch für Betriebe unter bestimmten Bedingungen interessant sein, z.B. wenn sich nur ein sehr begrenztes Einsatzfeld für NC-Maschinen zeigt, so daß der organisatorische, personelle und auch technische Aufwand für die Einrichtung eines Programmierbüros nicht lohnend erscheint oder wenn erst allgemeine Erfahrungen mit der NC-Technologie gewonnen werden sollen.

Die organisatorische Eingliederung dieser Funktionen, nämlich das Erstellen des Steuerungsprogramms und des Steuerlochstreifens (oder in seltenen Fällen: anderweitiger Datenträger), kann jedoch in einzelnen Betrieben durchaus unterschiedlich erfolgen. Der verbreitetste Weg ist die Angliederung des Programmierbüros als mehr oder weniger selbständige Neben- oder Unterabteilung der betrieblichen Arbeitsvorbereitung. Dies liegt insofern nahe, als in der Arbeitsvorbereitung zum einen prinzipiell ähnliche, der eigentlichen Maschinenarbeit vorgeschaltete dispositive Aufgabenbereiche zu erfüllen sind, zum anderen Arbeitskräfte mit einer ähnlichen Qualifikation, wie sie für das Programmieren erforderlich ist, vorhanden sind (nämlich: praktisch-technische Maschinenkenntnisse und Fähigkeit zu abstraktem Denken und zu dispositiv-organisatorischer Tätigkeit).

Daneben gibt es Möglichkeiten, die Programmierabteilung einer speziell zur Leitung und Überwachung des Einsatzes der NC-Maschinen gebildeten Stabsabteilung anzugliedern oder - insbesondere bei geringem Anfall von Programmieraufgaben - diese als Nebentätigkeit einzelner Ingenieure, Techniker, Konstrukteure usw. zu definieren.

Schließlich können - unter bestimmten Bedingungen - die Programmieraufgaben überhaupt außerhalb des betreffenden Einzelbetriebes erledigt werden, z.B. für das Zweigwerk eines größeren Unternehmens in einer zentralen Programmierabteilung (insbesondere bei Einsatz maschineller oder maschinenunterstützter Programmierverfahren), oder - bei Betrieben mit insgesamt relativ geringem Programmieraufwand oder fehlender Erfahrung im Programmieren - in benachbarten Betrieben oder im Betrieb des Herstellers der Maschine bzw. der Steuerung¹⁾.

Es ist offensichtlich, daß die Art der organisatorischen Lösung für die Ausführung der Programmieraufgaben von Einfluß auf die Kooperationsstruktur im Umfeld der NC-Maschinen ist. Erfolgt das Programmieren

¹⁾ Manche Hersteller von Maschinen und/oder Steuerungen verfolgen die Strategie, mit dem Verkauf ihrer Hardware einen mehr oder weniger breiten Service mit anzubieten, der dann auch die Übernahme der Programmieraufgaben miteinschließen kann. Letzteres wird für den Verwenderbetrieb insbesondere dann interessant, wenn für das Programmieren der NC-Maschinen maschinelle Verfahren notwendig oder günstig

b.w.

außer Haus, so scheidet z.B. - außer in sehr seltenen Einzelfällen - die Möglichkeit aus, den Programmierer als technischen Experten zu direkter Beratung am Arbeitsplatz des Maschinenbedieners bei auftretenden Schwierigkeiten einzusetzen.

Der Grundgedanke, auf dem eine arbeitsorganisatorische Trennung der Aufgaben des Programmierens und des Maschinenbedienens basiert, setzt an sich voraus, daß es sich dabei um zwei prinzipiell voneinander trennbare, in sich mehr oder weniger abgeschlossene Teilprozesse handelt, die nur dadurch miteinander verbunden sind, daß der Out-put des einen Arbeitsprozesses, des Programmierens, in Form des Steuerlochstreifens und anderer Unterlagen als in-put in den davon abhängigen anderen Arbeitsprozeß des Maschinenbedienens eingeht. In der Praxis zeigt sich jedoch häufig, daß im Hinblick auf den intendierten out-put des Gesamtsystems zum einen Rückkoppelungsprozesse zwischen den beiden Teilsystemen stattzufinden haben, zum anderen die über Steuerlochstreifen und andere standardisierte Unterlagen vermittelten Informationen an den Maschinenbediener nicht ausreichend sind.

Der erste Fall tritt vor allen Dingen dann ein, wenn beim Programmierprozeß Fehler unterlaufen sind, deren Ursache außerordentlich verschiedenartig sein können; sie reichen von Schreib- oder Übermittlungsfehlern bei Herstellung des Lochstreifens bis zu nichtadäquaten Annahmen über die Beschaffenheit des zu bearbeitenden Materials oder die Leistungsfähigkeit der Maschine in bestimmten Teilfunktionen. Unsere Beobachtungen von NC-Maschinen in ihrem betrieblichen Einsatz haben nahezu übereinstimmend gezeigt, daß die Notwendigkeit, den vom Programmierer erstellten Steuerlochstreifen während oder nach dem ersten Durchlauf des Bearbeitungsprogrammes zu korrigieren, immer wieder auftritt, wenn auch in unterschiedlicher Häufigkeit, je nachdem, ob sich die Maschine in der Anlaufphase befindet oder schon länger in Betrieb ist, ob es sich um einfachere oder komplexere Bearbeitungsprozesse handelt, ob es häufiger oder seltener bearbeitungsrelevante Materialschwankungen gibt usw.

Fortsetzg. ¹⁾ von S.

sind und entsprechende Rechnerkapazitäten im eigenen Betrieb nicht vorhanden sind. Insgesamt hat sich jedoch die Tendenz zur vollständigen oder partiellen Auslagerung von Programmieraufgaben bislang nur relativ wenig durchgesetzt, was unter anderem damit zusammenhängen mag, daß der Einsatz maschineller Programmierverfahren noch relativ selten ist.

Zum anderen zeigt sich, daß die in der Regel die über den Lochstreifen direkt an die Maschine vermittelten Informationen zur Steuerung der Maschinenfunktionen und die zusätzlich werkstückspezifischen Daten, die in schriftlicher oder zeichnerischer Form als Begleitunterlagen mitgeliefert werden, nicht ausreichen, um den Ablauf des Systems eindeutig zu determinieren. Mehr oder weniger regelmäßig müssen zusätzlich Informationen gegeben werden, die - je nach Qualifikation und Erfahrung des Maschinenbedieners - von diesem selbst oder von anderen Arbeitskräften ausgehen können oder müssen.

Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn im "normalen" geplanten Ablauf Störungen eintreten, - seien sie technischer oder organisatorischer Art. Zur Behebung solcher Störungen sind Informationen notwendig und Arbeitsaufgaben zu erfüllen, die weit über den Aufgabenbereich "Maschinenbedienen" (Einlegen des Lochstreifens, Auf- und Abspannen der Werkstücke, Einschalten der Maschine, Handsteuerung von Nebenfunktionen, wie z.B. Kühlmittelzugabe usw. usw.) hinausreichen. Zu denken ist dabei etwa an sekundäre Aufgabenbereiche, wie Durchführung von Reparaturarbeiten an der Maschine oder Steuerung, Auswechseln abgenutzter oder zerstörter Werkzeuge, Neueinstellung von Werkzeugen, oder Vorrichtungen, Umdisponieren bei Ausfällen einer Maschine usw.

Das Einrichten der Werkzeugmaschinen, die Kontrolle der bearbeiteten Werkstücke und die Wartung und Reparatur der Maschinen sind sekundäre Arbeitsprozesse, deren Abspaltung vom primären Prozeß des Maschinenbedienens - im Unterschied zum Programmieren - in den relevanten Fertigungsbereichen bereits bei konventionellen Maschinen ein übliches Verfahren ist.

Die eigenständige Organisation dieser Aufgaben und ihre Zuweisung an besonders dafür zuständige Arbeitskräfte ist vor allem bei der Qualitätskontrolle sehr weitgehend durchgesetzt; darüberhinaus gewinnt jedoch der Einsatz von spezialisierten Maschineneinrichtern und von Reparatur- und Wartungsfachkräften offensichtlich generell in den hier interessierenden Bereichen der Industrie zunehmend an Bedeutung.

Für die Einrichtungsarbeiten ist charakteristisch, daß sie sowohl zeitlich wie räumlich an den primären Bearbeitungsprozeß gebunden sind. Den Tendenzen zur Separierung und eigenständigen Organisation dieses Arbeitsprozesses im Rahmen von Rationalisierungsbestrebungen stellen sich daher größere Widerstände als beim Programmieren gegenüber. Möglichkeiten ergeben sich jedoch daraus, daß die Notwendigkeit

zu Einrichtungsarbeiten zwar diskontinuierlich, jedoch in vorhersehbaren und in gewissen Grenzen (entsprechend dem Arbeitsanfall) planbaren Zeitabständen auftritt; diese können daher speziell dafür qualifizierten Arbeitskräften zugewiesen werden.

Bei Organisationsformen entsprechend dem im folgenden geschilderten Fallbeispiel B bleiben in der Regel die Einrichtungsarbeiten im Aufgabenbereich des qualifizierten Maschinenbedieners, wobei dieser in mehr oder weniger großem Umfang vom Programmierer unterstützt und beraten wird.

Organisationsformen ähnlich Fallbeispiel A beinhalten dagegen eine Tendenz, beim Einsatz relativ wenig qualifizierter, angelernter Maschinenbediener die Einrichtungsarbeiten vom primären Bearbeitungsprozeß abzutrennen und als Aufgabe eines hochqualifizierten Vorarbeiters zu definieren. Diese Tendenz schlägt besonders dann durch, wenn in einer Werkstatt mehrere ähnliche oder gleichartige NC-Maschinen im Einsatz sind und wenn die verbleibenden Bedienungsarbeiten von gering qualifizierten Angelernten geleistet werden können. Darüberhinaus spielt eine gewisse Rolle, ob das Einsetzen spezialisierter Einrichter auch in der konventionellen Fertigung des Betriebsbereichs üblich ist.

In den hohen Kostensätzen der NC-Maschinen und in der großen Bedeutung, die dem Einrichtungsvorgang im Hinblick auf einen ordnungsgemäßen Produktionsablauf zukommt, können Faktoren gesehen werden, die Tendenzen zum Einsatz spezialisierter Einrichter fördern. Diese setzen sich jedoch nur dann durch, wenn die Maschine nicht ohnehin von einem gut qualifizierten Bedienungsmann gefahren wird. Die z.T. bestehende Möglichkeit - insbesondere in der Anlaufphase -, das Programmierpersonal mit heranzuziehen, wirkt ebenfalls gegen eine Separierung der Einrichtungsarbeiten.

Allgemein zeigt sich - im Vergleich zum Arbeitsablauf an konventionellen Werkzeugmaschinen - eine Veränderung der Beziehungen zwischen Maschinenbediener und den Fachkräften der jeweiligen betrieblichen Abteilungen für Qualitäts- oder Arbeitskontrolle. Die Ursache liegt dar-

in, daß der Bedienungsmann an NC-Maschinen kaum noch Einfluß auf die Qualität der auf diesen Maschinen produzierten Werkstücke hat. Wird Ausschuß oder werden Werkstücke minderer Qualität produziert, so ist in den meisten Fällen nicht der Maschinenbediener dafür verantwortlich zu machen, sondern die Ursache liegt in einem Programmfehler, in einem Fehler beim Einrichten der Maschine oder auch z.B. in einem Ausfall bestimmter Teile der Steuerung, der Maschine oder der Verbindungselemente.

Je weniger der Bedienungsmann in Prozesse des Einrichtens oder der Erstellung bzw. Korrektur eines Programms eingeschaltet ist, desto weniger kann er für Qualitätsmängel verantwortlich gemacht werden, was sein Verhältnis gegenüber den Arbeitskräften der Kontrollabteilung entspannt. Gibt es Auseinandersetzungen um die Werkstückqualität, so werden diese nur insoweit mit dem Maschinenbediener geführt, als dieser an den Einrichtungsarbeiten beteiligt ist; im übrigen konzentrieren sie sich auf den Einrichter oder den Programmierer, insofern dieser an den Einrichtungsarbeiten und dem Probelauf des ersten Werkstücks teilnimmt.

Darüberhinaus reduziert sich in aller Regel der Kontrollaufwand generell bei numerisch gesteuerter gegenüber konventioneller Fertigung. Der wichtigste Kontrollprozeß findet jeweils bei der Fertigung des oder der ersten Werkstücke einer Serie statt; bei kleineren Losgrößen wird darüberhinaus nur noch das letzte der gefertigten Werkstücke kontrolliert, bei größeren Losgrößen beschränkt man sich in der Regel auf eine Stichprobenkontrolle.

Die Erstkontrolle der Werkstücke findet entweder am jeweiligen Arbeitsplatz der NC-Maschine statt, u.U. mehrmals nach verschiedenen Schritten des gesamten Arbeitsprogramms, oder erst nach Beendigung des gesamten Bearbeitungsprozesses - und Abspannen des Werkstücks - in der Kontrollabteilung selbst. Teilweise wird eine Art Vorkontrolle durch den Produktionsmeister oder durch einen hochqualifizierten Vorarbeiter vorgenommen; dabei ergeben sich u.U. Zweifel, ob die erreichte Bearbeitungsqualität von der Kontrollabteilung abgenommen werden wird, was dann zu Rückfragen bei dieser Abteilung führt. In anderen Fällen ist der zuständige Abnehmer aus der Kontrollabteilung beim Einrichten

bzw. bei der Fertigung des ersten Werkstückes an der NC-Maschine anwesend und äußert sich darüber, ob das betreffende Werkstück mit der erzielten Qualität abgenommen wird oder nicht.

Den typischen Ablauf eines solchen Kontrollprozesses zeigt das folgende Beispiel, das aus einem Großbetrieb stammt, in dem insgesamt rund 20 NC-Maschinen aufgestellt sind.

Bei der Maschine handelte es sich um eine Revolver-Drehbank mit einem Magazin für 10 Werkzeuge, die für die Fertigung eines kleineren Drehteils eingerichtet wurde. Die Einrichtungsarbeiten wurden von einem zwar angelernten, jedoch durch 4-jährige Erfahrung in der Bedienung von NC-Drehmaschinen gut qualifizierten Einrichter in Vorarbeiterposition, der in der Funktion insgesamt 7 ähnliche NC-Drehmaschinen zu betreuen hat, in Zusammenarbeit mit dem Programmierer, der das betreffende Programm geschrieben hat, durchgeführt. Es war das erste Werkstück des 25 Stück umfassenden Loses aufgespannt; das Programm wurde satzweise gefahren. Programmierer und Einrichter kontrollierten nach jedem Arbeitsschritt anhand der Werkstückzeichnungen die Qualität der Bearbeitung und nahmen teilweise Korrekturen an der Einstellung der Maschine vor. Während dieses Bearbeitungsprozesses, an dem der Programmierer nur beratend teilnahm, d.h. alle Manipulationen an der Maschine vom Einrichter durchgeführt wurden, kam der zuständige Abnehmer aus der Kontrollabteilung hinzu. Er kontrollierte - noch bevor das Bearbeitungsprogramm ganz abgeschlossen war - die Maße des Werkstücks und die Sauberkeit der gedrehten Flächen. Das erste Werkstück wurde von ihm beanstandet, da eine vorgesehene Schräge nicht sauber ausgeführt war. Es handelte sich dabei nicht um einen Schaden, der die Funktionsfähigkeit des Werkstücks infrage gestellt hätte, sondern eher um einen Schönheitsfehler. Programmierer und Einrichter verhandelten mit dem Abnehmer darüber, ob man diese Qualitätsminderung nicht vernachlässigen könne. Der Abnehmer blieb jedoch bei seiner Beanstandung. Daraufhin mußte der Lochstreifen an der betreffenden Stelle abgeändert werden: es sollte mit einer anderen Drehzahl gefahren werden. Der Programmierer befragte den Einrichter, welche Drehzahl er für notwendig halte und änderte dann den Lochstreifen an Ort und Stelle von Hand - mit Hilfe einer kleinen Schablone - ab. Der Abnehmer hat sich an der Diskussion zwischen Programmierer und Einrichter, wie der beanstandete Fehler zu beheben sei, nicht beteiligt. Die Beanstandung konnte beim ersten Werkstück nicht mehr behoben werden; da es sich jedoch um einen Bagatellschaden handelte, wurde es nicht als Ausschuß klassifiziert. Aufgrund der Programmänderung (andere Drehzahl an der kritischen Stelle) wurde das zweite Werkstück besser; der Abnehmer akzeptierte es ohne Beanstandung. Damit war seine Kontrollfunktion zunächst beendet. Nach Fertigung des dritten Werkstücks des Loses - wobei bei durchlaufendem Programm die Zeitabnahme durch den Programmierer erfolgte - wurde die Maschine dem Bedienungsmann übergeben, der vom Einrichter kurz eingewiesen wurde. Nachdem dieser die Fertigung übernommen hatte, kam der Abnehmer gelegentlich vorbei und kontrollierte stichprobenweise, ob die Qualität der Werkstücke auch den Anforderungen entsprach. Auf diese Weise sollte garantiert werden, daß unter Umständen später auftretende Fehler - so z.B. durch Werkzeugabnutzung - frühzeitig erkannt und korrigiert werden können. Die Endabnahme des gesamten Loses erfolgte dann durch die genaue Kontrolle

des letzten Werkstücks und nochmaliges stichprobenweises Kontrollieren einiger anderer Werkstücke. Diese Endkontrolle wurde durch den Abnehmer in der Kontrollabteilung durchgeführt.

Wie bereits angedeutet, variiert auch der Ablauf dieser Kontrollprozesse im einzelnen von Betrieb zu Betrieb und teilweise auch in Abhängigkeit von der Art der eingesetzten NC-Maschinen und der auf ihnen gefertigten Werkstücke. Wichtig ist jedoch die generelle Tendenz einer Abnahme des Kontrollaufwandes bei NC-Fertigung gegenüber konventioneller Fertigung und die Tatsache, daß ein mehr oder weniger großer Teil möglicher Beanstandungen sich nicht mehr auf unsauberes oder auf unaufmerksames Arbeiten des Bedienungsmannes zurückführen läßt.

Die Einbeziehung der Produktionsarbeitskräfte in Aufgaben der Reparatur und Wartung der NC-Maschinen verläuft ebenfalls von Betrieb zu Betrieb und teilweise auch von Maschine zu Maschine recht unterschiedlich. Praktisch in jedem Betrieb gibt es spezialisierte Reparatur- und Wartungsfachkräfte, die für solche Arbeiten formal zuständig sind, wobei es in der Regel spezialisierte Fachkräfte für den Maschinenteil einerseits und den Steuerungsteil andererseits gibt. Da jedoch in den meisten Betrieben insgesamt nicht so viele NC-Maschinen aufgestellt sind, daß Instandhaltungsfachkräfte ausschließlich mit der Betreuung dieser Maschinen ausgelastet sind, gibt es in der Regel keine auf diese Maschinen spezialisierten Reparatur- und Wartungsfachkräfte.

Dies bedeutet andererseits, daß bei der vielfach hohen Komplexität dieser Produktionsanlagen die hochqualifizierten Produktionsarbeitskräfte (z.B. mit NC-Maschinen befaßte Meister, Vorarbeiter oder Einrichter, hochqualifizierte Maschinenbediener) und auch teilweise die Programmierer gegenüber dem Reparatur- und Wartungspersonal im Hinblick auf Fehlersuche und Fehlerdiagnose einen entscheidenden Erfahrungsvorsprung haben, der aus dem ständigen Umgang mit diesen Maschinen resultiert. Daraus ergeben sich oft sehr enge Kooperationsbeziehungen zwischen Produktionsarbeitsfachkräften einerseits und Reparatur- und Wartungsfachleuten andererseits, und zwar weniger dann, wenn es um routinemäßige Inspektionen oder Überholungsarbeiten geht, als dann, wenn ein plötzlich aufgetretener Schaden an einer Maschine zu beheben ist.

Diese Situation einer relativ engen Kooperation zwischen Produktions- und Reparatur- und Wartungsfachkräften ist umso eher gegeben, je kürzer der Zeitraum ist, in dem die betreffende NC-Maschine im Betrieb aufgestellt ist und je spezialisierter in Aufbau und Konstruktion im Vergleich zu anderen im Betrieb aufgestellten Maschinen diese ist. Beim Aufbau der Maschine im Betrieb sind es nämlich in der Regel Arbeitskräfte aus der Produktion (z.B. der zukünftige Maschinenbediener oder Einrichter usw.), die mit den Fachkräften des Maschinenherstellers kooperieren und dabei die notwendigen Informationen über Aufbau, Konstruktion und Funktionsweise der Maschine vermittelt bekommen. Auch in der mehr oder weniger lang dauernden Anlaufphase, in der die Maschine - teils mit, teils ohne Anwesenheit der Monteure des Herstellers - eingefahren wird, sind es ebenfalls in erster Linie die Produktionsarbeitskräfte, die durch mehr oder weniger häufige Rückfragen bei Störungen Kenntnisse über die spezifische Funktionsweise eines solchen neuen Produktionsmittels erhalten.

Mit stärkerer Integration der NC-Maschinen in den Produktionsapparat der jeweiligen Betriebe und der damit zunehmenden Erfahrung der Reparatur- und Wartungsfachleute über die speziellen technischen Probleme, die an diesen Geräten auftauchen, nimmt dann tendenziell die Intensität solcher Kooperationsbeziehungen zwischen Produktions- und Reparaturpersonal ab.

Die konkrete Struktur von Kooperation und Arbeitsteilung ist natürlich auch abhängig von Fragen der Personalfluktuations bzw. -kontinuität, von der Qualifikation des Reparatur- und Wartungspersonals, von Fragen der Belastung der Reparatur- und Wartungsleute mit anderen Aufgabenbereichen usw. Welche Arbeitskräfte aus der Produktion mit den Reparatur- und Wartungsfachleuten in Kooperation treten, hängt von der Arbeitsteilungs- und Kooperationsstruktur in der Produktionsabteilung ab; in manchen Fällen sind es in erster Linie Meister oder Vorarbeiter, in anderen Betrieben sind es eher die Programmierer oder auch die höher qualifizierten Maschinenbediener oder in besonders komplizierten Fällen die Fachkräfte aus der Stabsabteilung für NC-Maschinen.

Zusätzlich spielt bei dieser Frage eine Rolle, welche Abmachungen zwischen dem Verwenderbetrieb und dem Hersteller im Hinblick auf Reparatur und Wartung der NC-Maschinen bestehen; ein Teil der Hersteller bietet einen umfassenden Reparatur- und Wartungsservice mit an, der die Instandhaltungsabteilung der betreffenden Verwenderbetriebe entlasten soll, was andererseits bedeuten muß, daß die Produktionsarbeitskräfte in der Lage sein müssen, zumindest kleinere, plötzlich auftretende Schäden selbständig zu beheben.

Auch im Hinblick auf den Ablauf von Reparatur- und Wartungsarbeiten an NC-Maschinen ist eine große Vielfalt realisierter Strukturen der Arbeitsteilung und Kooperation charakteristisch, die teilweise über die Einsatzbetriebe der Maschinen hinausreichen und zu einer längerfristigen überbetrieblichen Kooperation zwischen Verwender und Hersteller führen.

Insgesamt zeigten die vorstehenden Ausführungen, daß nicht nur das bei NC-Maschinen zentrale und neu auftretende Problem der Koordination von Programmier- und Bedienungsarbeiten in den Betrieben verschiedenartigste Lösungsformen findet, sondern daß auch die traditionell bereits teilweise separierten Arbeitsprozesse des Maschineneinrichtens, der Arbeitskontrolle und der Instandhaltung recht unterschiedlich mit dem Primärprozeß der Maschinenbedienung verknüpft werden. Die neue Technologie bewirkt zwar gewisse Veränderungen, diese reichen jedoch nicht soweit, daß sich daraus einheitliche Strukturen in allen Betrieben - oder auch nur in verschiedenen Teilen eines Großbetriebes - ergäben. Neben der Vielgestaltigkeit der NC-Maschinen selbst sind dafür vor allem die bestehenden Unterschiede in den Arbeitsteilungs- und Kooperationsstrukturen in den typischen betrieblichen Einsatzbereichen der NC-Maschinen verantwortlich.

5/2. Zwei Beispiele betrieblicher Organisation der NC-Fertigung

Der Versuch, generelle Tendenzen bei der Organisation der Fertigung mit NC-Maschinen festzustellen, kann dabei nur unter der Voraussetzung einer weitgehenden Abstraktion von Einzelheiten unternommen werden, die das Bild von Betrieb zu Betrieb und häufig auch innerhalb eines Betriebes von einem Werkstattbereich zum anderen unterschiedlich

erscheinen lassen. Versucht man, von solchen Einzelheiten abzusehen, so ergeben sich idealtypisch einige Grundstrukturen der Arbeitsaufteilung und Kooperation in der NC-Fertigung. Sie basieren auf den folgenden - verschiedenen Ebenen der Arbeitsorganisation betreffenden - "strategischen Grundentscheidungen":

- o zum einen besteht eine Alternative der Art, der "Werkstatt" bzw. dem betreffenden Produktionsbereich gegenüber dem Programmierbüro relativ hohe Autonomie zuzugestehen, d.h. eine relativ "harte" Arbeitsteilung zwischen dispositivem Programmiervorgang im Rahmen der Arbeitsvorbereitung und ausführender Maschinenarbeit vorzusehen oder eine partielle Integration der Programmierkräfte und evtl. zusätzlicher technischer Stabsfachkräfte in den ausführenden Werkstattbereich zu realisieren;
- o zum anderen stellt sich die Alternative: relativ hohe Autonomie und Selbständigkeit, verbunden mit einem relativ breiten Aufgabenbereich beim Maschinenbediener, was - je nach Maschinentyp - eine vergleichsweise hohe Qualifikation des Maschinenbedieners voraussetzt, oder relativ niedrige Autonomie und Selbständigkeit, verbunden mit einem vergleichsweise engen Aufgabenbereich (Konzentration auf das Maschinenbedienen im engeren Sinn), womit keine besonders hohen Qualifikationsanforderungen verbunden sind.

Charakteristisch für den Prozeß der Neustrukturierung des Produktionsablaufs bei der Einführung von NC-Maschinen ist es, daß diese "strategischen Grundentscheidungen" zwischen den möglichen Alternativen in der Regel nicht als solche getroffen werden, daß sich vielmehr die Produktionsorganisation ohne übergeordnete Planung jeweils mehr in der einen oder anderen Richtung entwickelt. Die aufgeführten Alternativen stellen Extreme dar, die sich in der Realität in der Regel nur in mehr oder weniger abgewandelter Form wieder finden lassen. Sie können jedoch dazu dienen, die in den Betrieben vorfindbaren Strukturen einzuordnen und in ihren Konsequenzen darzustellen.

Typ I ist gekennzeichnet durch eine relativ hohe Autonomie der Werkstatt bzw. des Produktionsbereichs gegenüber Programmierbüro und Arbeitsvorbereitung, verbunden mit relativ geringer Selbständigkeit und Qualifikation der einzelnen Maschinenbediener; (das im folgenden geschilderte Fallbeispiel A entspricht weitgehend diesem Strukturtyp).

Typ II stellt den Gegentyp dar und charakterisiert sich durch relativ starke Integration des Programmierpersonals und teilweise anderer technischer Fachkräfte in den Produktionsbereich in Verbindung mit einer vergleichsweise höheren Selbständigkeit und Autonomie der Bedienungsteute (das im folgenden geschilderte Fallbeispiel B nähert sich diesem Strukturtyp an.).

Es besteht allerdings kein Zwang zur Entwicklung ausschließlich dieser beiden Strukturtypen. So lassen sich in der Realität des betrieblichen Einsatzes von NC-Maschinen durchaus auch Elemente von Strukturen entsprechend den beiden verbleibenden, aus den Alternativenpaaren kombinierbaren Strukturtypen betrieblicher Arbeitsteilungs- und Kooperationsorganisation finden.

Rein schematisch ergeben sich aus der Verbindung der beiden Alternativenpaare vier Grundtypen betrieblicher Arbeits- und Kooperationsorganisation. Die Informationen aus den von uns durchgeführten Fallstudien legen allerdings nahe, daß sich die in den Betrieben vorfindbaren Organisationsformen vor allem zwei dieser vier Grundtypen annähern:

Im folgenden sollen nun zwei Fälle aus unserem Untersuchungsmaterial etwas ausführlicher dargestellt werden. Sie dienen zur Illustration der verschiedenen Möglichkeiten des Vorgehens bei der Organisation der Fertigung mit NC-Maschinen und den daraus resultierenden unterschiedlichen Arbeitsplatzstrukturen und Kooperationsformen. Ebenfalls wird deutlich, wieweit bestimmte Zufälligkeiten und betriebliche Traditionen als intervenierende Variable in den Strukturierungsprozeß eingreifen.

In beiden Fällen handelt es sich um Betriebszweige sehr großer Unternehmen mit jeweils mehreren Tausend Beschäftigten, die - im Rahmen des Gesamtprozesses der NC-Einführung - relativ frühzeitig mit der Integration der NC-Technologie in der Fertigung begonnen haben und zum Zeitpunkt der Untersuchung bereits mehrere NC-Maschinen im Einsatz hatten.

Betrieb A

Die Situationsschilderung bezieht sich in der Hauptsache auf eine Produktionsabteilung in einem von mehreren Werken der Tochtergesellschaft eines Großkonzerns. Im Gesamtbetrieb sind insgesamt etwa 20 NC-Maschinen aufgestellt, etwa zur Hälfte Bohrmaschinen, zu etwas mehr als einem Drittel Drehmaschinen, der Rest sind einige Bohr- und Fräswerke.

Die näher untersuchte Abteilung verfügt über eine eigene Werkshalle, in der insgesamt ca. 50 Werkzeugmaschinen aufgestellt sind, davon etwa die Hälfte Drehmaschinen sowie eine größere Zahl von Kopierautomaten und eine Anzahl anderer Werkzeugmaschinen. Insgesamt fünf (das sind 10%) der Werkzeugmaschinen haben numerische Steuerungen, es handelt sich dabei um drei NC-Bohrwerke und um zwei NC-Drehbänke. Die Halle untersteht zwei Meistern, wobei der eine für die Drehmaschinen, der andere für die Bohr- und Fräsmaschinen zuständig ist.

Die Programme für die NC-Maschinen werden in der zentralen Programmierabteilung dieses Betriebes erstellt, die in einem anderen, mehrere Kilometer entfernten Werk des Betriebes lokalisiert ist.

In dieser Situation liegt ein wichtiger Grund dafür, daß in diesem Betrieb eine relativ "harte" arbeitsorganisatorische Trennung zwischen Programmier- und Produktionsabteilung besteht. Die einzige "offizielle" Verbindung zwischen den beiden Abteilungen besteht darin, daß die Produktionsabteilung von der Programmierabteilung die Steuerlochstreifen, einen Klarschrifttext der Programme u.ä., zusammen mit anderen von der Arbeitsvorbereitung erstellten Unterlagen für die Werkstückbearbeitung, erhält.

Die NC-Maschinen werden - wie im übrigen auch die meisten konventionellen Maschinen der Abteilung - von angelernten Maschinenbedienern gefahren. (Der Mangel an Facharbeitern für den Einsatz als qualifiziertes Bedienungspersonal war mit ein wichtiger Grund für die Einführung der NC-Maschinen in diesem Betrieb). Der Aufgabenbereich der Maschinenbediener ist - je nach ihrer Erfahrung und (angelernten) Qualifikation - unterschiedlich breit definiert: solange sie am betreffenden Arbeitsplatz relativ neu und unerfahren sind, übernehmen sie nur die reinen, routinemäßigen Bedienungsarbeiten (Auf- und Abspannen der Werkstücke, Starten der Maschine, Steuern der Kühlmittelzugabe usw.) während ihnen bei zunehmender Erfahrung und Qualifikation auch - zunächst vorbereitende, später ausführende - Aufgaben im Zusammenhang mit der Einrichtung der Maschine (z.B. Werkzeugeinsetzen, Vorrichtung aufbauen usw.) übertragen werden.

Die Maschinenbediener werden angeleitet, unterstützt und überwacht von einem qualifizierten Facharbeiter in Vorarbeiterposition und jeweils einem der beiden Meister, die selbst über sehr breite Erfahrung im praktischen Umgang mit NC-Maschinen und Werkzeugmaschinen überhaupt verfügen, da sie zum einen die Facharbeiterqualifikation in den entsprechenden Fachrichtungen besitzen und zum anderen die betreffenden NC-Maschinen jeweils längere Zeit selbst bedient haben und darüberhinaus an Montage, Reparatur- und Wartungsarbeiten an diesen Maschinen beteiligt waren bzw. diese selbst durchgeführt haben. Der Vorarbeiter verfügt im Hinblick auf den Einsatz der NC-Maschinen über eine ähnlich hohe Erfahrung und Qualifikation.

Der Vorarbeiter nimmt im Hinblick auf den Meister für Bohr- und Fräsmaschinen eine Art Assistenzfunktion ein, was bedeutet, daß er sehr eng mit dem Meister kooperiert und diesen beispielsweise vertritt, wenn es um besondere Probleme im Zusammenhang mit dem Einsatz der NC-Maschinen (oder auch der anderen Maschinen) geht. Der Vorarbeiter hat keinen festen Arbeitsplatz, er übernimmt im Hinblick auf die NC-Maschinen insbesondere die Einrichtungsarbeiten bzw. überwacht diese, insofern sie von den Bedienungsleuten selbst vorgenommen werden. In besonderen Fällen bedient er auch eine der NC-Maschinen selbst, z.B. dann, wenn an der Maschine ein Schaden aufgetreten ist, der lokalisiert werden soll, wenn die Maschine nach einer größeren Reparatur wieder in Betrieb genommen wird, wenn besonders dringliche oder schwierige Bearbeitungsprobleme vorliegen, oder wenn Bedienungsleute kurzfristig ausgefallen sind.

Zwischen Bedienungsleuten einerseits und dem Vorarbeiter bzw. den Meistern andererseits gibt es ebenfalls sehr enge Kooperationsbeziehungen, die insbesondere auf die folgenden drei Ursachen zurückzuführen sind:

- o Meister oder Vorarbeiter überwachen bei den relativ gering qualifizierten Bedienungsleuten und den häufig sehr wertvollen Werkstücken die Einrichtungsarbeiten sehr intensiv bzw. übernehmen sie ganz oder teilweise selbst; sie beraten und entscheiden über den Aufbau der Vorrichtungen, nehmen die Voreinstellung der Werkzeuge selbst vor bzw. kontrollieren diese, überwachen den ersten schrittweisen Durchlauf eines neuen Programms, kontrollieren die Qualität der Bearbeitung der Werkstücke, damit es von Seiten der offiziellen Kontrollabteilung möglichst wenige Beanstandungen gibt usw.;
- o Meister oder Vorarbeiter werden bei allen auftretenden Unregelmäßigkeiten und Schwierigkeiten (z.B. Programmfehler, Unregelmäßigkeiten in der Beschaffenheit des Werkstückmaterials, Ausfall oder falsches Funktionieren der Maschine usw.) von den Bedienungsleuten konsultiert; sie sind aufgrund ihrer Erfahrung sehr weitgehend zur Fehlerdiagnose und teilweise auch zur Behebung von Schäden in der Lage;
- o Meister und Vorarbeiter übernehmen die Schulung des Bedienungspersonals, die ausschließlich über "learning by doing" erfolgt und nicht zuletzt deshalb relativ breiten Raum einnimmt, weil zum einen

versucht wird, die Bedienungsleute zur Übernahme von Aufgaben, die über das routinierte Maschinenbedienen im engeren Sinn hinausgehen, zu qualifizieren, - zum anderen erreicht werden soll, möglichst viele Bedienungsleute der Abteilung zur Übernahme des Bedienens nicht nur einer, sondern möglichst vieler der vorhandenen NC-Maschinen zu qualifizieren, damit an diesen mit hohen Maschinenstundensätzen belasteten und für den gesamten Produktionsablauf sehr wichtigen Maschinen möglichst wenig Besetzungsschwierigkeiten aufgrund von Fluktuation oder zeitweisem Ausfall von Bedienungsleuten auftreten.

Art und Struktur des Kooperationssystems werden besonders deutlich in Fällen sog. "Alarmkooperation", d.h. dann, wenn durch irgendeinen Fehler oder Schaden - sei es im Programm, beim Maschinenbedienen, im Material oder an der Maschine bzw. ihrer Steuerung - eine Unregelmäßigkeit im "normalen" geplanten Arbeitsablauf eintritt. Soweit sich dies nach einer relativ begrenzten Beobachtungszeit sagen läßt, scheint sich das Kooperationssystem in diesem Betrieb durch hohe Flexibilität und einen hohen Grad an Improvisierbarkeit zu charakterisieren. Dies soll an folgenden Beispielen erläutert werden:

1. An einem der Vertikal-Bohrwerke zeigte sich bei der Bearbeitung des ersten Werkstücks einer Serie ein Programmfehler: Es war an einer bestimmten Stelle des Programms vergessen worden, einen Spindelwechsel zu programmieren. Zwischen Einrichter (Vorarbeiter) und Maschinenbediener wurden die folgende Vorgehensweise abgesprochen: Der Maschinenbediener hatte an der betreffenden Stelle jeweils von Hand den Bearbeitungsgang zu unterbrechen und das Werkzeug auszusteuern. Die noch fehlende restliche Bearbeitung des Werkstücks sollte später - in einem zweiten Durchlauf - handgesteuert mit Hilfe des Einrichters nachgeholt werden. Dieses Vorgehen war deshalb für sinnvoll gehalten worden, weil es sich um eine Losgröße unter zehn Stück handelte, die verbleibende restliche Bearbeitung nur wenige Programmsätze umfaßte und eine Lochstreifenkorrektur von Hand recht umständlich gewesen wäre. Im Hinblick auf die Terminierung der Werkstückbearbeitung und die Tatsache, daß für die Bearbeitung dieser Werkstücke bereits die entsprechenden Vorrichtungen angebracht waren, ist die Rückgabe des Lochstreifens an die Programmierabteilung zur Korrektur nicht erwogen worden, da es dann aufgrund des Zeitaufwands für die Korrektur des Lochstreifens und den zweimaligen Transport zu bzw. von der Programmierabteilung in die Werkstatt notwendig geworden wäre, zwischenzeitlich andere Werkstücke auf der Maschine zu bearbeiten, was unter anderem bedeutet hätte, daß der gesamte Einrichtungsvorgang (Aufbau der Werkstückfixierung auf dem Tisch, anzubringende Werkzeuge usw.) hätte wiederholt werden müssen.

Dieses Beispiel verdeutlicht eine relativ hohe Autonomie und Selbständigkeit der Werkstatt gegenüber der Programmierabteilung. Es gab in diesem Fall keinerlei Kontakte zur Programmierabteilung; in der Werkstatt wurde autonom entschieden, auf welche Weise der Programmierfehler auszugleichen war.

In anderen Fällen von Programmierfehlern wird in diesem Betrieb häufig von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, den Lochstreifen an Ort und Stelle zu korrigieren. Solche Korrekturen erfolgen durch den Einrichter oder den Meister, die den Lochstreifen lesen können, die Fehllochung mit einem Metallband überkleben und mit Hilfe einer kleinen Schablone die richtige Lochkombination einstanzen. Auch dies geschieht in der Regel ohne Kontaktierung der Programmierabteilung.

In all solchen Fällen von Programmfehlern geschieht eine Rückmeldung an die Programmierabteilung erst nach erfolgter Bearbeitung des betreffenden Werkstückloses. Es läuft dann der Lochstreifen mit entsprechender Korrektur bzw. mit Fehlervermerken an die Programmierabteilung zurück, damit dort der Mutterlochstreifen korrigiert werden kann und für eine spätere Wiederholungsbearbeitung des Werkstücks einwandfrei zur Verfügung steht.

2. An einer der Drehmaschinen wurde beim Anbringen einer neuen Vorrichtung mit zu hohem Druck gearbeitet, so daß eine Klemmbuxen platzte. (Es handelte sich bei diesem Schaden nicht um ein NC-spezifisches Problem; allerdings hätte einerseits die große Elastizität der NC-Drehmaschine erlaubt, auf die Bearbeitung eines anderen Werkstücks überzugehen, falls das entsprechende Ersatzteil nicht im Werk aufzutreiben gewesen wäre, andererseits war die Art der einsetzenden "Alarmkooperation" sicherlich nicht von der Tatsache unbeeinflusst, daß es sich hierbei um eine sehr teure und im Produktionsablauf wichtige Maschine handelte). Sehr schnell nachdem der Schaden aufgetreten war, kamen beide (!) Meister und der für diese Abteilung zuständige Assistent des Betriebsleiters an die betreffende Maschine, um zu beratschlagen, ob und wo ein entsprechendes Ersatzteil im Werk schnell aufzutreiben wäre. Auch der für die Bohr- und Fräswerke - also für die nicht betroffene Unterabteilung - zuständige Einrichter beteiligte sich teilweise an dieser Diskussion, während der Maschinenbediener, der den Schaden verursacht hatte, in dieser Situation kaum handlungsfähig war. Es wurde beschlossen, zu versuchen, die entsprechende Buxe von einer konventionellen Drehmaschine zu übernehmen, damit die mit höheren Stundensätzen belastete NC-Drehmaschine wieder in Gang gebracht werden konnte.

An diesem Beispiel zeigt sich zum einen die relativ niedrige Autonomie und Selbständigkeit des Maschinenbedieners, der als nur kurzfristig Angelernter nicht über die notwendige Qualifikation und betriebliche Erfahrung verfügte, um einen solchen Schaden zu beheben. Zum anderen wird deutlich, daß die Kooperationsstrukturen innerhalb dieser Werkstatt über die formell bestehende Arbeitsteilung zwischen den Meistern (Zuständigkeit für Drehmaschinen einerseits, für Bohr- und Fräswerke andererseits) hinausgreifen und eher aktualisiert werden, als beispielsweise die Einschaltung der formell zuständigen Reparatur- und Wartungsabteilung des Betriebs.

Nach übereinstimmenden Aussagen der Meister sind solche, die formelle Arbeitsteilung übergreifende Kooperationsbeziehungen zwischen ihnen außerordentlich häufig - insbesondere im Bereich der NC-Maschinen -

was nicht zuletzt damit zusammenhängen dürfte, daß der Meister für Drehmaschinen erst sehr viel später als der andere in dieser Werkstatt anfing und der für Bohr- und Fräswerke zuständige Meister einen wohl nicht unerheblichen Erfahrungsvorsprung im Hinblick auf den Einsatz von NC-Maschinen hatte.

Die relativ hohe Autonomie der Werkstatt sowie die Flexibilität und der relativ hohe Improvisiertheitsgrad des Kooperationssystems läßt sich noch an einer Reihe weiterer Beispiele belegen.

So kommt es beispielsweise häufiger vor, daß der Steuerlochstreifen vom Programmierer so geschrieben wird, daß an den Bohr- und Fräswerken zwei oder mehrere Werkstücke nebeneinander aufgespannt und nacheinander bearbeitet werden können, in der Werkstatt jedoch beschlossen wird, nur mit Einfach-Aufspannung zu arbeiten (z.B. wegen geringer Losgröße) und das Programm jeweils von Hand zu unterbrechen sowie die Maschine in die richtige Ausgangsposition zurückzusteuern.

Zum anderen ergeben sich z.B. bestimmte Situationen, in denen ein erfahrener und hochqualifizierter Facharbeiter aus der formell von der Werkstatt völlig unabhängigen Kontrollabteilung die technisch-beratende Funktion der Produktionsmeister übernimmt. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn bei der Bedienung von NC-Maschinen in der Nachtschicht Schwierigkeiten auftauchen und die nur in Tagschicht eingesetzten Meister und der Vorarbeiter nicht anwesend sind. Andererseits geht die Improvisiertheit des Kooperationssystems und das Engagement der Meister so weit, daß diese häufig - insbesondere in der Anlaufphase einzelner NC-Maschinen oder wenn besonders schwierige Bearbeitungsprobleme vorliegen - außerhalb ihrer formalen Arbeitszeit - "nach dem Abendessen" - noch einmal von selbst in die Werkstatt kommen, oder - wenn besondere Probleme auftauchen - auch nachts oder am Wochenende gerufen werden.

Insgesamt machen die dargestellten Beispiele die Grundstrukturen von Arbeitsteilung und Kooperation in diesem Betrieb deutlich. Es muß allerdings darauf hingewiesen werden, daß mit der erfolgten Darstellung keine Beschreibung des gesamten Kooperationssystems versucht werden sollte; dafür wäre das Eingehen auf eine ganze Reihe weiterer Kommunikations- und Kooperationsbeziehungen notwendig, wie sie z.B. zwischen den Bedienungsleuten und den Arbeitskräften aus der Kontrollabteilung oder der Werkzeugabteilung bestehen, auf die Beziehungen zwischen dem Werkstattpersonal und den Abteilungen für Reparatur und Wartung, für Steuerungs- bzw. Maschinenteil der NC-Maschine, auf die Eingriffe von Arbeitsvorbereitung, Terminplanung und der im Aufbau befindlichen Abteilung für Fertigungssteuerung usw. Auf einige Aspekte solcher Beziehungen soll im Anschluß an die folgende Darstellung eines weiteren Fallbeispiels noch kurz hingewiesen werden.

Betrieb B

Das hier kurz zu schildernde Fallbeispiel bezieht sich auf die Situation in einem Großbetrieb des Kraftfahrzeugbaus, in dem insgesamt zum Zeitpunkt der Befragung (Anfang 1968) sechs NC-Maschinen in verschiedenen Produktionsbereichen eingesetzt waren. Im einzelnen

handelt es sich bei diesen Maschinen um je ein Bearbeitungszentrum, ein Lehren- und ein Revolverbohrwerk, eine Formfräsmaschine, ein Bohr- und Fräswerk sowie um eine NC-Drehmaschine. Ein Teil der Maschinen (z.B. Formfräsmaschine, Lehrenbohrwerk) sind im Karosseriebau (Fertigung der Presswerkzeuge für die Karosserieherstellung) eingesetzt, auf anderen Maschinen werden Motor- und Getriebeteile produziert, - vor allem in der Prototypen- und Ersatzteilerfertigung, d.h. außerhalb der normalen Serienproduktion. In der Ersatzteilproduktion wird teilweise mit sehr hohen Losgrößen (mehrere tausend Stück) auch auf den NC-Maschinen gearbeitet. Im Karosseriebau sind die NC-Maschinen einzeln - neben konventionellen Maschinen mit ähnlichen Funktionen - aufgestellt, während im Motoren- und Getriebebau mehrere NC-Maschinen in einer Halle, in der im übrigen die entsprechende Massenfertigung läuft, benachbarte Standorte haben.

Kauf- und Einsatzplanung der NC-Maschinen wurden in diesem Betrieb von einer eigens für diesen Zweck eingerichteten Stabsabteilung zentral durchgeführt. Formal sind die NC-Maschinen - wie alle anderen Maschinen auch - ab dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme dem jeweiligen Betriebsleiter unterstellt, tatsächlich hatte jedoch - zumindest noch zum Zeitpunkt der Untersuchung - die NC-Stabsabteilung erheblichen Einfluß auf den tatsächlichen Einsatz der NC-Maschinen, z.B. bei Fragen des Schichteinsatzes dieser Maschinen, der Belegung mit bestimmten Werkstücken usw. Tendenziell wird dieser Einfluß jedoch mit zunehmender Integration der NC-Maschinen in den Produktionsablauf abgebaut.

Im Karosseriebau werden auch die NC-Maschinen von qualifizierten Facharbeitern bedient, - das gilt insbesondere für das Lehrenbohrwerk, an dem die Programme während der Bearbeitung vom Maschinenbediener selbst erstellt werden.

Im Motoren- und Getriebebau werden die NC-Maschinen von angelernten, jedoch relativ gut qualifizierten Maschinenbedienern gefahren. Die Einrichtungsarbeiten werden in diesem Fall vom jeweiligen Programmierer selbst bzw. unter dessen technischer Anleitung und Kontrolle durchgeführt. Während der ganzen Zeit, in der die Maschine auf die Bearbeitung eines neuen Werkstücks umgerüstet wird und während der Bearbeitung des oder der ersten Werkstücke ist der jeweilige Programmierer, der das Programm ausgearbeitet hat, an der Maschine anwesend. Auftretende Programmfehler werden entweder an Ort und Stelle - wie im oben beschriebenen Fall - behoben oder der Programmierer geht - u.U. zusammen mit dem jeweiligen Maschinenbediener (Anlernung!) - in das nahegelegene Programmierbüro, um dort das Programm zu korrigieren. (Kopieren der richtigen Teile des Lochstreifens und Einfügen bzw. Ausbessern falscher Teile des Programms).

Da in diesem Fall relativ häufig größere Lose auf den Maschinen gefertigt werden, ist es in den meisten Fällen günstig, auch einen komplizierteren Fehler gleich in der Programmierabteilung auszubessern, damit der einmal getätigte Einrichtungsvorgang nicht wiederholt werden muß.

Wenn die ersten Werkstücke eines Loses zufriedenstellend produziert worden sind, wird der Maschinenbediener sich selbst überlassen und fertigt dann - u.U. über mehrere Tage hinweg - die restlichen Werk-

stücke dieses Loses. Kleinere Unregelmäßigkeiten (wie z.B. Werkzeugabnutzung) gleicht er dabei selbsttätig aus, bei größeren Schwierigkeiten wird der Programmierer oder gegebenenfalls einer der Stabsingenieure zur technischen Beratung hinzugezogen.

Der bzw. die Meister der entsprechenden Produktionsabteilung spielen im Hinblick auf den technischen Einsatz der Maschine - ähnlich wie auf höherer Ebene der Betriebsleiter - in diesem Fall eine relativ geringe Rolle; als technische Experten gelten die Programmierer bzw. die Stabsfachleute. Die Funktionen der Meister konzentrieren sich mehr auf NC-unspezifische, allgemeinere Fragen der Terminüberwachung, des Personaleinsatzes usw. Auch die Funktion des Anlernens der Bedienungsleute am Arbeitsplatz erfolgt weitgehend - wo nicht ausschließlich - durch den Programmierer.

Es ergibt sich also, daß bei der hier vorliegenden Struktur der Aufgabenverteilung zum einen die Autonomie der Werkstatt oder des Produktionsbereichs - zumindest was die NC-Fertigung betrifft - im Vergleich zum vorher geschilderten Fall geringer ist, d.h. daß ein bestimmter Teil der Dispositions- und Lenkungenfunktionen von Arbeitskräften aus der Programmierabteilung übernommen wird und zum anderen, daß die wohl wichtigsten, weil zeitlich häufigsten und intensivsten, Kooperationsbeziehungen zwischen Maschinenbediener und Programmierer bestehen.

Die beiden Fallbeispiele demonstrieren deutlich die unterschiedlichen Vorgehensweisen der Betriebe bei der Organisation der NC-Fertigung und die daraus resultierenden Verschiedenartigkeiten in den Arbeitsplatz- und Kooperationsstrukturen beim Einsatz technologisch ähnlicher Produktionsmittel.

Das weitgehende Fehlen von intensiveren Kooperationsbeziehungen zwischen Programmierabteilung und Werkstatt, die relativ hohe Autonomie der Werkstatt, die sich vor allem in Krisensituationen zeigt, und die starke Integration der Meister in die NC-Fertigung im Betrieb A resultieren zum einen aus der mehr oder weniger zufälligen örtlichen Distanz zwischen Programmierabteilung und Werkstatt, zum anderen aus der Historie des NC-Einführungsprozesses. Dieser begann hier sehr frühzeitig unter teilweise experimentellen Gesichtspunkten, wobei der eine der beiden Meister von Anfang an als Verantwortlicher für die Montagearbeiten und zunächst auch als Maschinenbediener beteiligt war. Da es auch bei der späteren Ausweitung des NC-Maschinenbestandes in dieser Abteilung keinen speziellen NC Planungsstab gab, wuchs diesem Mann im Laufe der Zeit eine zentrale Funktion im Hinblick auf Einführung und Einsatz von NC-Maschinen zu, die schließlich mit der Beförderung zum Meister formalisiert wurde.

In Betrieb B wurde dagegen eine sehr viel planvollere Einführung im Rahmen einer längerfristigen Investitionsstrategie betrieben, was sich in der Einrichtung eines eigenen Planungsstabs und der wichtigen Rolle, die dieser auch im Hinblick auf den praktischen Einsatz der NC-Maschinen spielte, dokumentiert. Darüberhinaus konnte hier in größerem Ausmaß auf bereits vorliegende praktische Erfahrungen mit dem NC-Maschinen-Einsatz in ähnlichen Fertigungsbereichen, die insbesondere aus amerikanischen Unternehmen stammten, zurückgegriffen werden.

Diese Unterschiedlichkeiten in der Ausgangssituation und im Ablauf des NC-Einführungsprozesses haben die jeweils realisierten Arbeitsplatz- und Kooperationsstrukturen entscheidend mitgeprägt. Technologische und auch betriebswirtschaftliche Einsatzbedingungen der NC-Maschinen lassen offensichtlich im Hinblick auf Arbeitsplatz- und Kooperationsstrukturen einen Gestaltungsspielraum offen, der einzelbetrieblichen Traditionen, betriebsspezifischen Bedingungen und historischen Zufälligkeiten einen beachtlichen Einfluß auf die tatsächlichen Einsatzstrukturen der neuen Technologie offenläßt. Daraus erklären sich die scheinbar widersprüchlichen Einsatzcharakteristiken, die beobachtete Diversifikation der Integration der neuen Technologie in den untersuchten Betrieben.

Eine Gewichtung der dargestellten Arbeitsplatz- und Kooperationsstrukturen, entsprechend ihrer näherungsweisen Realisierung bei den in der Bundesrepublik NC-Maschinen einsetzenden Betrieben ist aufgrund des uns zur Verfügung stehenden Untersuchungsmaterials nur schwer möglich. Da das hauptsächliche Einsatzfeld der NC-Maschinen heute in Betrieben des Maschinenbaus mit vorwiegend Einzel- und Kleinserienfertigung liegt, dürften insgesamt Strukturen, die dem oben dargestellten Fallbeispiel A entsprechen, also sich durch relativ hohe Werkstattautonomie auszeichnen, eher typisch sein. Insbesondere gilt dies für Betriebe, die eine größere Zahl ähnlicher NC-Maschinen im Einsatz haben.

Der Betrieb B exemplifiziert dagegen eine Struktur, die charakteristisch ist für den Einsatz einzelner, möglicherweise recht komplexer NC-Maschinen, und die darüberhinaus in bezug auf die enge Kooperation zwischen Programmier- und Bedienungspersonal typisch ist für die u.U. länger dauernde Einführungs- und Anlaufphase von Maschinen höherer Komplexität.

5/3. Veränderungspotential und mögliche Entwicklungstendenzen

Wir gingen davon aus, daß die NC-Technologie - bzw. im konkreten Fall: die in einem Fertigungsbereich aufzustellende NC-Maschine - im Hinblick auf das bestehende betriebliche System von Arbeitsteilung, Arbeitsorganisation und Kooperation eine Herausforderung darstellt, bestehende Strukturen an die neuen Erfordernisse anzupassen. Die dabei auftretenden Probleme werden unterschiedlich gravierend sein, je nachdem, inwieweit die bestehende Organisation des arbeitsteiligen Produktionssystems bereits einen Stand erreicht hat, der den Anforderungen des effektiven Einsatzes eines komplexen, technologisch hochentwickelten neuen Produktionsmittels bereits gerecht wird und je nachdem, welchen Komplexitäts- oder Automatisierungsgrad das neue Produktionsmittel - d.h. hier: die jeweilige NC-Maschine - selbst aufweist, welches Veränderungspotential es also mit sich bringt.

Dabei ist zunächst zu beachten, daß sich durch die Einführung dieser technischen Neuerung die elementaren Bedingungen von Produktionsmitteleinsatz und Produktionsverfahren nicht grundsätzlich verändern. Nach wie vor geht es um den Einsatz einer einzelnen Bearbeitungsmaschine in einer Werkstatt, mit deren Hilfe bestimmte, im Rahmen des umfassenderen Produktionsprozesses des Betriebes notwendige Bearbeitungsschritte an Werkstücken vollzogen werden. Wie an konventionellen Werkzeugmaschinen auch, ist dazu der Einsatz menschlicher Arbeitskraft an der Maschine selbst, sowie in vor- und nebengelagerten Arbeitsprozessen notwendig. Was sich ändert, ist zum einen die Art und Qualität der von den Arbeitskräften zu leistenden Eingriffe, zum anderen das relative Gewicht einzelner Teilprozesse im Rahmen des umfassenderen Produktionsprozesses.

Neben der Tatsache, daß die Einführung einer einzelnen NC-Maschine unmittelbar nur wenige Arbeitskräfte betrifft und daß die übliche Form der betrieblichen Einführung der NC-Technologie in der sukzessiven

Aufstellung einzelner Maschinen in häufig relativ großen Zeitabständen besteht, liegt in der Möglichkeit, bei dieser technischen Neuerung die bestehenden grundlegenden Strukturen von Arbeitsorganisation und Kooperationssystem beizubehalten, ein wichtiger Grund für das weitgehende Fehlen einer planmäßig-systematischen, formal fixierten Neuorganisation des Betriebsablaufs in den betreffenden Fertigungszweigen¹⁾. Die typische Vorgehensweise besteht nach unseren Beobachtungen darin, eine NC-Maschine - sowohl bei der Einführung wie auch beim späteren Einsatz - möglichst weitgehend so zu behandeln, wie dies bei den konventionellen Werkzeugmaschinen im jeweiligen Betrieb üblich ist. Bewußte Veränderungen in der Arbeitsorganisation werden nur insoweit vorgenommen, wie diese unbedingt notwendig sind - so liegt es beispielsweise auf der Hand, daß, abgesehen von den erwähnten Ausnahmefällen, Programmierplätze eingerichtet und besetzt werden müssen. Im übrigen wird es dem bestehenden System, d.h. konkret: einer Vielzahl einzelner ad-hoc-Entscheidungen von Arbeitskräften auf verschiedenen Ebenen der Betriebshierarchie überlassen, mit den jeweils akut auftretenden Problemen fertig zu werden.

Diese Art der Vorgehensweise hängt eng damit zusammen, daß in den Industriebereichen, in denen NC-Maschinen vor allem eingesetzt werden, d.h. in der Einzel- und Kleinserienfertigung, der Organisierungsgrad der Produktionsabläufe generell - im Vergleich zu Betrieben mit Massenfertigung oder kontinuierlichen Produktionsabläufen - relativ gering ist. Bezeichnenderweise stammt das im letzten Abschnitt an zweiter Stelle beschriebene Fallbeispiel, für das ein relativ planvolles Vorgehen beim Einsatz der NC-Maschinen charakteristisch war, aus einem Betrieb mit vorwiegend Massenfertigung (Kraftfahrzeugbau).

¹⁾ Von manchen Experten wird in diesem Zusammenhang die Meinung vertreten, das sich das in der NC-Technologie implizierte Rationalisierungspotential auf diese Weise - d.h. durch eine möglichst weitgehende Integration der NC-Maschinen in die bestehenden Strukturen - nur zu einem relativ kleinen Teil freisetzen ließe. Eine effektive Ausnutzung sei nur möglich beim Neuaufbau eines Betriebes "auf der grünen Wiese" bzw. bei einer völligen Umstellung der Fertigungsorganisation entsprechend den neuen technischen Möglichkeiten. Mit der evt. Ausnahme eines Betriebes in der Bundesrepublik, der jedoch außenstehenden Beobachtern nicht zugänglich ist, sind jedoch Vorgehensweisen in dieser Richtung - soweit bekannt ist, auch im Ausland - bisher über das Versuchsstadium nicht hinausgekommen. In jedem Fall ist jedoch eine solche Vorgehensweise nach all unseren Informationen für den geplanten Einführungsprozeß der NC-Technologie in der BRD ganz untypisch.

Die meisten Verwenderbetriebe gehören jedoch zum Maschinenbau oder anderen Bereichen, für die Einzel- und Kleinserienfertigung insgesamt charakteristisch ist. Die Arbeitsorganisation zeichnet sich dort beim heutigen Stand der Entwicklung offensichtlich durch einen hohen Grad von Improvisiertheit aus, und zwar insbesondere auf der unteren Ebene der Werkstattfertigung, wo quasi handwerkliche Arbeitsabläufe und Fertigungsstrukturen eine noch immer nicht unerhebliche Rolle spielen. Das Problem der Integration eines neuen Produktionsmittels bzw. einer neuen Fertigungstechnologie stellt sich hier offensichtlich anders als in Bereichen wie z.B. der Massenfertigung, die sich durch einen hohen Organisationsgrad auszeichnet. Umso größer ist jedoch gerade hier der Einfluß der bestehenden Strukturen auf die Konsequenzen, die die Einführung eines neuen Produktionsmittels nach sich zieht. Diese Einflüsse der in einer mehr oder weniger langen Betriebshistorie "gewachsenen" und nur partiell durch eine auf Rationalität bedachte Organisationsplanung geprägten Strukturen auf den Adaptionsprozeß, der aufgrund der Einführung der NC-Technologie stattfindet, führen zu einer außerordentlichen Diversifizierung der Auswirkungen auf Arbeitsplatzstrukturen und Kooperationsformen¹⁾.

Das Veränderungspotential der neuen Technologie wird in den meisten der untersuchten Betriebe nur zu einem geringen Teil ausgenutzt. Die Beschaffenheit der NC-Maschinen erlaubt den Betrieben eine Strategie der Neutralisierung des Veränderungsdrucks dieser technologischen Neuerung. Zumindest in der beobachteten Eingliederungsphase der neuen Technologie wird möglichen Problemen offensichtlich dadurch begegnet, daß die Veränderungsanforderungen an das bestehende System kooperativer und organisatorischer Regelungen des arbeitsteiligen Arbeitsprozesses möglichst gering gehalten werden, selbst wenn dadurch ein Teil denkbarer Rationalisierungsgewinne nicht realisiert werden.

¹⁾ Wie bereits erwähnt, kommt noch hinzu, daß die NC-Maschinen selbst, wie auch die Bearbeitungsprozesse, in denen sie eingesetzt sind, eine außerordentliche Vielgestaltigkeit aufweisen.

Aufgrund des weitgehenden Fehlens geplanter und entsprechend formalisierter Abläufe kooperativer Beziehungen wäre eine relativ geringe Stabilität der vorfindbaren Strukturen der Arbeitsorganisation zu erwarten. Andererseits erweisen sich häufig gerade solche mehr oder weniger informell durch ad-hoc-Entscheidungen getroffene Festlegungen als langfristig wirksame Determinanten des Betriebsablaufs, die nur beim Auftreten hoher Reibungsverluste revidiert werden.

Unsere Informationen aus den dargestellten und anderen Einzelerhebungen sprechen dafür, daß Strukturen, die die Art der Kooperation zwischen Werkstatt oder Produktionsbereich einerseits und Programmierabteilung andererseits (relativ enge und häufige Kooperationsbeziehungen resp. weitgehende Unabhängigkeit der beiden Bereiche voneinander und der Beschränkung auf das Minimum der funktional notwendigen Kontakte) im Zeitablauf relativ stabiler, d.h. längerfristig gültig zu sein scheinen, während das Ausmaß der Selbständigkeit der Bediensteten und die Breite der von ihnen vollzogenen Aufgabenbereiche sehr viel häufiger in Abhängigkeit von bestimmten Faktoren variieren.

Die Art der Arbeitsteilung und Kooperation zwischen der Programmierabteilung und dem Fertigungsbereich zeigt sich als ein betriebspezifisches Produkt "historischer" Entwicklungen und auch teilweise Zufälle, von häufig relativ langfristiger Auswirkung, wobei die Tragweite solcher einmal erfolgter Weichenstellungen in der Regel zum jeweiligen Zeitpunkt kaum reflektiert worden ist. Aufgrund solcher Weichenstellungen hat sich ein bestimmtes System der Kooperation eingestellt, das so lange nicht infrage gestellt und verändert wird, solange seine Ineffektivität nicht in irgendeiner Hinsicht offensichtlich wird. Insoweit bestimmte Grundentscheidungen nur mit erheblichem Aufwand reversibel sind, tendiert ein solches System zur Stabilität der Grundstrukturen, auch über einzelne es tangierende Veränderungen (wie z.B. im Personal- oder Maschinenbestand) hinweg.

Eine der Ursachen für diese - angesichts der Kosten und Komplexität der NC-Technologie - erstaunliche Feststellung mag darin liegen, daß sich die Einzel- und Kleinserienfertigung aufgrund der notwendigen

hohen Flexibilität, angesichts einer Vielzahl einzelner unterschiedlich strukturierter und diskontinuierlicher Bearbeitungsprozesse, bisher einer rational-geplanten, nach wissenschaftlichen Kriterien gesteuerten Organisation weitgehend entzogen hat. Wie gezeigt, werden die NC-Maschinen sehr weitgehend in diese Art von Produktionsorganisation integriert; Improvisation, ad-hoc-Entscheidungen und informelle Lösungen anstehender technischer und vor allem organisatorischer Probleme spielen auch hier eine sehr große Rolle.

Auf diese Weise haben sich von der Technologie her naheliegende neue organisatorische Prinzipien bisher nur in sehr begrenztem Maß durchgesetzt. Dies zeigt sich z.B. auch an der weitgehend fehlenden Planung und Systematisierung der Um- und Weiterqualifizierungsprozesse, die durch den Einsatz der neuen Technologie notwendig werden.

Andererseits wird langfristig der Einsatz der kapitalintensiven NC-Maschinen zweifellos Anstöße in Richtung auf eine Rationalisierung der Produktionsorganisation auch in diesen Bereichen der Industrie geben. Es konnten bereits Ansätze beobachtet werden, Analysen des betrieblichen Teilespektrums voranzutreiben, Werkzeugkarteien zu erstellen, zentrale Fertigungssteuerungssysteme einzurichten usw., - d.h. es werden Rationalisierungsprozesse in die Wege geleitet oder verstärkt, deren Durchführung zwar grundsätzlich auch ohne die NC-Technologie denkbar erscheint, jedoch durch deren Einsatz eher forciert wird.

Es zählt zu den generellen Folgen der Einführung technisch hochkomplexer Maschinen und Aggregate, daß mit der zunehmenden Automatisierung der jeweils primären Produktionsprozesse die relative Bedeutung und der Aufwand zur Durchführung der vor- oder nebengelagerten, sekundären Produktionsprozesse zunimmt. Dies gilt auch bei NC-Maschinen:

- o die Programmieraufgabe stellt sich - gegenüber konventionellen Werkzeugmaschinen - neu; der zur Durchführung notwendige Arbeitsaufwand vergrößert sich mit zunehmendem Automatisierungsgrad der Maschinen;

- o die Lösung der Reparatur- und Wartungsaufgaben gewinnt an Gewicht, zum einen aus produktionstechnischen Gründen: wegen der durchschnittlich höheren Produktionsleistung der neuen Maschinen ist ihre Funktionsfähigkeit im Hinblick auf den Ablauf des gesamten Produktionsprozesses zumeist von größerer Bedeutung, zum anderen aus Gründen der Amortisation der gegenüber konventionellen Maschinen teureren Geräte; darüberhinaus ist eine höhere Reparaturanfähigkeit aufgrund der größeren technischen Komplexität zumindest wahrscheinlich;
- o tendenziell wird der allgemeine organisatorische Aufwand ansteigen - nicht zuletzt aufgrund der Tatsache, daß eine größere Zahl sekundärer Arbeitsprozesse mit dem primären Bearbeitungsprozeß zu integrieren ist.

Daraus ergeben sich Veränderungsanstöße bezüglich Struktur und Ablauf des arbeitsteiligen Produktionssystems, die - insbesondere in längerer Frist - umso weitreichender sein können, als bei steigendem Gewicht und Aufwand der sekundären Produktionsprozesse, diese selbst tendenziell zunehmend zum Objekt von Rationalisierungsbestrebungen werden.

Deutliches Beispiel ist in dieser Hinsicht bei der NC-Technologie die Lösung des Programmierproblems. Nur wenige Jahre, nachdem NC-Maschinen in der Bundesrepublik in breiterem Umfang eingesetzt wurden, sind die ersten Ergebnisse der Bestrebungen, den Programmiervorgang zu rationalisieren, auf dem Markt bzw. in der Erprobung. Spezielle technische Einrichtungen zum maschinenunterstützten Programmieren und einige, für maschinelles Programmieren notwendige, Programmiersprachen (z.B. EXAPT I und II) sind bereits entwickelt, noch bevor - mit einem Bestand von ca. 2000 NC-Maschinen im Jahre 1970 - von einer wirklich allgemeinen und breiten Rezeption der NC-Technologie gesprochen werden kann.

In längerfristiger Perspektive werden es vor allem diese indirekten Auswirkungen der Einführung der NC-Technologie sein, die - über das im einzelnen Dargestellte hinaus - den Charakter der Arbeitsorganisation auch in den Bereichen der Einzel- und Kleinserienfertigung verändern werden. Mögliche Folge könnte sein, daß die Autonomie des Werkstattbereiches gegenüber Arbeitsbereichen wie Programmierabteilung Fertigungssteuerung usw. abgebaut wird, daß der Improvisationscharakter der Organisation, der heute diese Fertigungsbereiche kennzeichnet,

tendenziell sich vermindert.

Es muß allerdings offen bleiben, wann und inwieweit sich solche Rationalisierungstendenzen in Betrieben mit überwiegender Einzel- und Kleinserienfertigung durchsetzen werden und ob sich daraus ein einheitlicher Strukturtyp der Fertigungsorganisation entwickeln wird. Im vorliegenden Untersuchungsmaterial spricht vieles für ein recht hohes Beharrungsvermögen der "gewachsenen" organisatorischen Strukturen.

Anders verhält es sich dagegen im Hinblick auf die Selbständigkeit bzw. Abhängigkeit der Maschinenbediener, u.a. die Breite des ihnen zugestandenen Dispositions- und Entscheidungsspielraums bzw. ihres Aufgabenbereichs. Innerhalb gewisser Grenzen, die natürlich auch durch die Technologie der eingesetzten Produktionsmittel vorgegeben sind, können sich hier innerhalb relativ kurzer Zeiträume Veränderungen in Abhängigkeit von der Variation bestimmter Einflußfaktoren ergeben. Dies kann sowohl aufgrund bewußter Planung geschehen, wie auch mehr oder weniger zufällig und von den Beteiligten kaum intendiert.

Ein bestimmtes Veränderungspotential in Richtung auf eine höhere Selbständigkeit der Maschinenbediener liegt beispielsweise in den teils planmäßig von den Vorgesetzten verfolgten, teils der Initiative der Maschinenbediener selbst überlassenen Prozessen der Ausbildung bzw. des Lernens während oder auch außerhalb der Arbeitsprozesse. Bei der in der Regel relativ hohen Flexibilität der Arbeitsteilungs- und Kooperationsformen führen solche Lernprozesse tendenziell dazu, daß sich der Aufgabenbereich des Maschinenbedieners von den rasch erlernbaren, routinisierten Vollzügen des Maschinenbedienens im engeren Sinn erweitert, d.h. daß sukzessive schwieriger erlernbare Arbeiten des Einrichtens der Maschine, der Behebung von Fehlerquellen o.ä. mit in den Aufgabenbereich einbezogen werden. Eine solche Ausweitung des Aufgabenbereichs hat dann unmittelbar Folgen auf die Häufigkeit und Intensität notwendig werdender Kooperationsbeziehungen.

Solche Arbeitsstrukturen sind jedoch deshalb relativ unstabil, da sie eng an die personengebundene Qualifikation des einzelnen Bedienungsmanns

gekoppelt sind. Fällt dieser aus irgendeinem Grund an dem betreffenden Arbeitsplatz aus, so ergibt sich möglicherweise die Notwendigkeit, die Struktur der Arbeitsteilung und Kooperation neu zu definieren, nämlich dann, wenn nicht ein gleich oder zumindest ähnlich qualifizierter Ersatzmann vorhanden ist. Eine Reihe von Einflußbedingungen machen es wahrscheinlich, daß dies dann eher so geschieht, daß die Qualifikationsanforderungen an den einzelnen Maschinenbediener reduziert werden:

- o die Qualifikationsstruktur der für den Einsatz an den NC-Maschinen innerbetrieblich oder auf örtlichen Teilarbeitsmärkten rekrutierbaren Arbeitskräfte; (die Knappheit von gut qualifizierten Maschinenbedienern oder Facharbeitern im jeweiligen Betrieb selbst bzw. auf den örtlichen Arbeitsmärkten fördert Tendenzen zu Arbeitsteilungs- und Kooperationsystemen in der beschriebenen Art; mehrere NC-Maschinen werden von einem hochqualifizierten Facharbeiter in Einrichtersfunktion betreut und im übrigen von kurzfristig angelernten Maschinenbedienern gefahren).
- o hohe Fluktuationsraten, die wiederum mit der Arbeitsmarktsituation zusammenhängen, und die teilweise darauf bezogenen betrieblichen Strategien, eine möglichst vielseitige Einsetzbarkeit der Bedienungslleute zu erreichen (geplanter Arbeitsplatzwechsel zur Vermeidung von Besetzungsschwierigkeiten bei Personalausfall, d.h. zur Erhöhung der Flexibilität des Personaleinsatzes) fördern ebenfalls Tendenzen, bestimmte Aufgaben der Überwachung der Disposition und Entscheidung (wie z.B. Einrichten, Pannen beheben usw.) zu Tätigkeiten für einige hochqualifizierte Arbeitskräfte zusammenzufassen, die dann mit den jeweils kurzfristig angelernten Bedienungslleuten zu kooperieren haben.
- o die - im Vergleich zu jeweils ähnlichen konventionellen Werkzeugmaschinen - hohen Stundensätze, mit denen die NC-Maschinen belastet sind, fördern die Institutionalisierung von Arbeitsteilungs- und Kooperationsstrukturen, die sich durch möglichst hohe Flexibilität auszeichnen. Sowohl aufgrund dieser Kostengesichtspunkte wie auch

aufgrund der Tatsache, daß die NC-Maschinen zumeist im gesamten Produktionsprozeß eine sehr wichtige Rolle spielen, werden in der Regel im Vergleich zu konventionellen Werkzeugmaschinen größere Anstrengungen unternommen, die Einsetzbarkeit der NC-Maschinen auch bei partiellem Personalausfall zu gewährleisten. Der Faktor der entstehenden Lohnkosten spielt in der Regel dabei eine untergeordnete Rolle, da diese in den meisten Fällen im Vergleich zu den Maschinenstundensätzen kaum ins Gewicht fallen.

Auch Veränderungen im Bestand an NC-Maschinen gehören zu denjenigen Faktoren, die - unter bestimmten Umständen - zu Modifikationen der Arbeitsteilungs- und Kooperationsstrukturen führen. Abgesehen davon, daß jede Einführung einer neuen NC-Maschine temporär, d.h. während der - einige Monate bis zu einem Jahr dauernden - Anlaufphase, eine Veränderung der üblichen Arbeitsteilungs- und Kooperationssysteme führt, zeigen sich bei der benachbarten Aufstellung mehrerer NC-Maschinen Tendenzen in Richtung auf eine weitere Differenzierung der Arbeitsteilungs- und Kooperationsstrukturen. Insbesondere, wenn es sich um mehrere gleichartige Maschinen oder solche mit gleichem oder ähnlichem Fertigungsverfahren handelt, bietet sich die Möglichkeit an, einen speziell für diese Maschinen zuständigen Einrichter einzusetzen, der dann jene Aufgabenbereiche übernimmt, die über die kurzfristig anlernbaren, routinierten Bedienungsarbeiten hinausgehen. Je nach der Zahl der von ihm betreuten NC-Maschinen, dem Schwierigkeitsgrad der Einrichtungsarbeiten und der Qualifikation der übrigen Bedienungsleute kann ein solcher Mann zusätzliche Aufgabenbereiche (z.B. an konventionellen Maschinen in der gleichen Werkstatt) übernehmen oder selbst während eines Teils seiner Arbeitszeit eine der NC-Maschinen bedienen oder von solchen Aufgaben ganz befreit sein. Entsprechend vereinfacht sich die Arbeit des Maschinenbedieners.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß in dieser Phase die Auswirkungen der Integration der NC-Technologie in den Produktionsapparat - vor allem der Betriebe oder Betriebsbereiche mit Einzel- und Kleinserienfertigung - die betriebsüblichen Prinzipien und Strukturen des Personaleinsatzes kaum radikal verändert haben. Der tatsächliche Ein-

satz des Personals variiert sehr stark in Abhängigkeit von betriebs-spezifischen Faktoren, zu denen der Typ der bestehenden Fertigungs-organisation ebenso zählt wie beispielsweise die Qualifikationsstruktur des für den Einsatz der NC-Maschinen zur Verfügung stehenden Personals. Darüberhinaus zeigen sich auch innerhalb einzelner Betriebe starke Unterschiede im Personaleinsatz in Abhängigkeit von der Art der eingesetzten NC-Maschinen und der Struktur der Bearbeitungsprozesse, die auf ihnen zu vollziehen sind. Erwartungen von grundlegenden Veränderungen in Arbeitsorganisation und Personaleinsatz haben sich nicht bestätigt.¹⁾

Es muß im Augenblick noch offen bleiben, ob und in welchem Zeitraum sich die beschriebenen Tendenzen zur Rationalisierung und zur Veränderung des Personaleinsatzes durchsetzen werden, vor allem, ob sie zu einheitlichen Formen der Eingliederung der NC-Technologie in die betrieblichen Produktionssysteme führen werden.

Sicher ist ein Teil der festgestellten Vielgestaltigkeit in der konkreten Ausgestaltung der Arbeitsteilungs- und Kooperationsstrukturen beim Einsatz von NC-Maschinen darauf zurückzuführen, daß die neue Technologie sich noch insgesamt im Anfangsstadium der Integration in den bestehenden Produktionsapparat der entsprechenden Industriezweige befindet und daher in einzelnen Betrieben in recht unterschiedlichem Ausmaß in den Produktionsapparat eingegliedert ist. Andererseits spricht die Vielzahl technischer, sozialer und ökonomischer Einflußfaktoren, die auf die Art der um die NC-Maschinen organisierten Arbeitsteilungs- und Kooperationsstrukturen wirken, dafür, daß sich

¹⁾ Es haben sich beispielsweise auch Erwartungen kaum bestätigt, daß durch den Einsatz der automatisierten und technologisch sehr komplexen NC-Maschinen im Bereich von Reparatur und Wartung neue Arbeitsplätze in den Verwenderbetrieben entstehen würden. Dafür ist verantwortlich: die teilweise Einbeziehung der Produktionsarbeitskräfte in Reparatur- und Wartungsarbeiten; die teilweise Übernahme der Reparatur- und Wartungsarbeiten - vor allem in bezug auf die Steuerungen - durch die Herstellerbetriebe sowie die Tatsache, daß eine systematische, vorbeugende Wartung auch bei den NC-Maschinen nicht generell durchgeführt wird.

hier in absehbarer Zukunft kaum einheitliche Strukturen herausbilden werden. Es scheint geradezu ein wichtiges Charakteristikum der NC-Technologie zu sein, in der dargestellten Vielgestaltigkeit an bestehende unterschiedliche Bedingungen in den betreffenden Fertigungsbereichen angepaßt werden zu können.

6. Formen der Arbeit bei Fertigung mit NC-Maschinen

Die geschilderten Fallbeispiele betrieblicher Organisation der NC-Fertigung haben herausgestellt, daß die tatsächlichen Auswirkungen der Einführung und des Einsatzes von NC-Maschinen auf Arbeitsplatz- und Kooperationsstrukturen entscheidend dadurch geprägt werden, in welcher Weise die - im Vergleich zum primären Bearbeitungsprozeß der Maschine - sekundären Aufgabenbereiche auf bestimmte Arbeitskräfte verteilt werden. Von Bedeutung erwies sich dabei vor allem das Problem der Verbindung des (sekundären) Programmierprozesses mit dem Primärprozeß der Werkstückbearbeitung. Darüberhinaus zeigten sich einige Veränderungstendenzen im organisatorischen Aufbau und Ablauf der Werkzeugmaschinenarbeit, die z.T. scheinbar widersprüchlichen Charakter haben:

- o eine gewisse, wenn auch nicht durchgehende Tendenz, neben der Arbeit des Steuerns der Maschinenfunktionen auch den Vorgang des Einrichtens der Werkzeugmaschine vom traditionellen, umfassenden Prozeß des Maschinenbedienens abzuspalten und darauf spezialisierten Arbeitskräften zuzuweisen;
- o eine offensichtlich gegenläufige Tendenz zur zumindest partiellen Einbeziehung des Produktionspersonals in die Aufgabe der Störungssuche, Reparatur und Wartung bei den NC-Maschinen;
- o darüberhinaus werden durch den Einsatz von NC-Maschinen auch die Aufgabenbereiche der Arbeitskontrolle tangiert, wodurch ebenfalls Veränderungen in den Kooperationsstrukturen eintreten.

Im folgenden sollen nun die Konsequenzen der Einführung von NC-Maschinen für die wichtigsten der davon berührten Tätigkeiten aufgezeigt werden.

Durch den Einsatz der - im Vergleich zu konventionellen Werkzeugmaschinen - höher automatisierten NC-Maschinen werden Arbeitsplatz und

Arbeitssituation des Maschinenbedieners wohl unmittelbar am stärksten betroffen; Arbeitsplatz und Aufgabenbereich des Programmierers entstehen mit der Einführung höher automatisierter NC-Maschinen völlig neu, - wenn man diesen Aufgabenbereich nicht als eine Fortentwicklung der traditionellen Arbeitsvorbereitung ansehen will. Die Veränderungen für Wartung und Reparatur der Maschinen wurden im letzten Abschnitt bereits dargestellt, sodaß hier nur noch auf die Auswirkungen auf die Tätigkeit des Meisters kurz eingegangen wird.

6/1. Zur Tätigkeit des Maschinenbedieners

Verschiedene NC-Maschinen lassen sich nach dem Anteil der automatisierten Steuerungsfunktionen im Vergleich zu den manuell zu steuernden Maschinenfunktionen unterscheiden. Charakteristisch für die bisher entwickelten Anwendungen der NC-Technologie bei Werkzeugmaschinen ist es jedoch, daß die Funktion des Maschinenbedienens nicht völlig wegfällt. Es verändert sich allerdings - und zwar zunehmend mit wachsendem Automatisierungsgrad der Maschine bzw. Komplexitätsgrad der Steuerungen - der Charakter der durchzuführenden Maschinenarbeit.

Manuelle Arbeitsprozesse, wie das Auf- oder Abspannen der Werkstücke und - bei weniger stark automatisierten Maschinen - z.B. das Wechseln der Werkzeuge, schieben sich in den Vordergrund. Die dazu notwendigen Handgriffe sind in den meisten Fällen rasch erlernbar und erfordern keine besondere Qualifikation und kaum eine überdurchschnittliche manuelle Geschicklichkeit vonseiten des Bedienungsmannes. Es tritt also eine mit wachsendem Automatisierungsgrad zunehmende Entlastung des Bedienungsmanns von der Notwendigkeit manueller Eingriffe in den Bearbeitungsprozeß ein. Besonders deutlich wird dies, wenn man die entsprechenden Anforderungen an einer NC-Maschine mit denen an einer konventionellen Werkzeugmaschine kontrastiert.

Beispiel der Bedienung einer konventionellen Bohrmaschine:

Die Aufgabe des Maschinenbedieners bestand darin, in kreisrunde Metallplatten (ca. 50-60 cm Durchmesser, ca. 1 cm stark) von beiden Seiten eine relativ große Anzahl von Löchern verschiedenen Durchmessers und unterschiedlicher Tiefe zu bohren und Gewinde zu schneiden.

In sehr schneller Folge wurden dabei die folgenden Arbeitsgänge nacheinander erledigt:

- o Abheben des Werkstücks vom Stapel der noch nicht bearbeiteten Teile;
- o Auflegen auf den Bearbeitungstisch und Einspannen mit Hilfe eines Gewindehebels;
- o Einsetzen des richtigen Bohrwerkzeugs, das sich in einem kleinen Karussell mit etwa 7 Werkzeugen befand;
- o Bewegen des Maschinenarms in die richtige Position (horizontal);
- o Einführen des Bohrers in die Metallplatte (vertikal);
- o Anbohren oder Durchbohren in einer ganzen Reihe von sehr schnell nacheinander anzufahrenden Positionen;
- o dasselbe, - teilweise in anderen, teilweise in gleichen - Positionen mit anderen Bohrwerkzeugen (diese werden bei laufender Maschine gewechselt);
- o beim Bohren mit einem besonders starken Werkzeug wurde Kühlmittel mit Hilfe eines Pinsels auf Werkstück und Werkzeug gegeben;
- o schließlich Beseitigung der Metallspäne mit Hilfe von Druckluft;
- o dann Wenden des Werkstücks und Durchführen prinzipiell ähnlicher Arbeiten auf der Rückseite;
- o Ausspannen des Werkstücks und Ablegen auf den Stapel der bereits bearbeiteten Teile.

Der ganze Bearbeitungsgang dauerte etwa 3 - 5 Minuten; die einzelnen Arbeitsschritte erfolgten in sehr rascher Folge aufeinander; erhebliche Routine und Übung, Geschicklichkeit beim Bewegen der Maschine bzw. der Bohrspindel und ein - vergleichsweise zu der Arbeit an den meisten NC-Maschinen - erheblicher Aufwand an Körperkraft sind erforderlich, um diese Arbeit rasch zu erledigen. Ein mit dem Umgang mit dieser Maschine nicht Vertrauter würde sicherlich ein Vielfaches an Zeit zur Erledigung dieser Arbeit benötigen. Auf der anderen Seite ist offensichtlich, daß im Hinblick auf die Genauigkeit der Bearbeitung hier sicherlich keine so hohen Anforderungen gestellt werden können wie dies zumeist bei der Bearbeitung von Werkstücken auf NC-Maschinen der Fall ist.

An der beobachteten konventionellen Bohrmaschine war die Hektik des Arbeitens des Bedienungsmannes besonders offensichtlich; es war gar nicht zu übersehen, daß hier unter Akkorddruck gearbeitet wurde. Während der etwa 20-minütigen Beobachtungszeit hat der Bedienungsmanne kein einziges Mal seine Arbeit unterbrochen; er veränderte seinen Arbeitsrhythmus nur geringfügig als er mit einem Kollegen ein paar (nicht arbeitsbezogene) Worte wechselte.

Die Bearbeitung des gleichen Werkstücks auf einer NC-Maschine würde nur noch einen kleinen Teil der hier beobachteten Eingriffe erfordern. Die Arbeit reduzierte sich auf das Auf- und Abspannen (und Wenden) des Werkstücks, den Werkzeugwechsel (der bei höherer Automatisierung ebenfalls selbsttätig erfolgen kann), evtl. Kühlmittelzugabe und Spänebeseitigung sowie Einschalten von Maschine bzw. Steuerung. Dadurch entstünden - in einem solchen Bearbeitungsfall allerdings relativ kurze - "arbeitsfreie" Zeitintervalle; Beobachten und Überwachen der Maschine wird wichtiger als Beherrschen routinisierter Handgriffe.

Durch die im Vergleich zu konventionellen Werkzeugmaschinen an NC-Maschinen andersartigen Anforderungsstrukturen im Zusammenhang mit den verminderten Eingriffsnotwendigkeiten verändert sich vor allem ein wichtiges Charakteristikum der traditionellen Maschinenarbeit in diesen Fertigungsbereichen: die feste Bindung des Maschinenbedieners an "seine" Maschine wird reduziert. Diese Lockerung gilt in zweifacher Weise:

- o zum einen wird der Bedienungsmann, da die Notwendigkeit, den Arbeitsablauf der Maschine ständig zu manipulieren weitgehend wegfällt, im aktuellen Bearbeitungsprozeß von der permanenten räumlichen Bindung an die Maschine befreit. Dies bedeutet zunächst eine Entlastung von physischen und teilweise auch psychischen Anforderungen im Arbeitsprozeß. Daraus ergeben sich Möglichkeiten der Zwei- und Mehrmaschinenbedienung einerseits, zum anderen kann der Aufgabenbereich des Bedienungsmannes so gestaltet werden, daß er bestimmte Nebentätigkeiten mit ausführt, wie z.B. Vorbereitung der Einrichtungsarbeiten für das nächste Programm, Einstellen, Kontrollieren und Auswählen der Werkzeuge, Heranholen der als nächstes zu bearbeitenden Werkstücke usw. Es ergibt sich die Möglichkeit einer vielseitigeren und abwechslungsreicheren Gestaltung des Arbeitsprozesses, die - wenn auch häufig in engen Grenzen - auch autonome Entscheidungen über Zeitpunkt und Reihenfolge der Durchführung einzelner Arbeiten zuläßt.
- o zum anderen werden die Bindungen an eine bestimmte Maschine über einen längeren Zeitraum hinweg deshalb geringer, weil in zunehmendem Ausmaß weder die Produktionsleistung noch der Verdienst des Bedienungsmannes davon abhängen, daß er maschinenspezifische Bewegungsabläufe möglichst perfekt routinisiert beherrscht. Generell gleichen sich die Anforderungen an den Bedienungsmann an unterschiedlichen Maschinen an, - wenn bestimmte Grundqualifikationen vorhanden sind, ist ein sehr rasches Umlernen auf eine neue Maschine möglich. Dies kommt den betrieblichen Interessen entgegen, die Flexibilität des Personaleinsatzes, durch eine vielseitige Verwendbarkeit der Bedienungsleute und damit eine Entproblematisierung des

Arbeitsplatzwechsels innerhalb der Werkstatt, zu erhöhen und die Einsetzbarkeit - insbesondere der teuren NC-Maschinen - von Personalschwankungen möglichst unabhängig zu machen. In manchen Betrieben gibt es deshalb mehr oder weniger institutionalisierte Systeme des Durchschleusens eines ursprünglich neuangelernten und sich bewährenden Bedienungsmanns von Arbeitsplätzen mit niedrigen bis zu Arbeitsplätzen mit relativ hohen Anforderungen, wobei es sich um NC-Maschinen unterschiedlichster Fertigungsverfahren und Funktionen handeln kann.

Bezeichnenderweise zeigt sich ein Zusammenhang zwischen der Lockerung der räumlichen Bindung an die Maschine und der Qualifikation des Maschinenbedieners. Je qualifizierter und damit vielseitiger einsetzbar er ist, desto eher kann er in sekundäre Arbeitsprozesse einbezogen und zur Bedienung verschiedener Maschinen herangezogen werden.

Mit der Lockerung der unmittelbaren Bindung des Bedienungsmanns an die Maschine hängt eine ebenfalls generelle Tendenz zur Entlastung des Bedienungsmanns von repetitiven und monotonen Eingriffen in den Bearbeitungsprozeß zusammen. Die Einübung routinisierter und rhythmisierter Abfolgen bestimmter Handgriffe, die sowohl für die Industriearbeit am Fließband wie auch an konventionellen Bearbeitungsmaschinen - ähnlich dem oben angeführten Beispiel - typisch ist, verliert an Bedeutung. Wie weit in diesem Sinne allerdings tatsächlich im Einzelfall eine Entlastung eintritt, hängt sehr stark vom Typ der verwendeten Maschine und von der Art der auf ihr zu vollziehenden Bearbeitungsprozesse ab. Es gibt durchaus Fälle, in denen der verbleibende Rest der manuell zu vollziehenden Steuerungseingriffe eine nahezu permanente Präsenz des Bedienungsmanns an der Maschine erfordert oder in denen die Hauptzeiten der automatisch gesteuerten Werkstückbearbeitung so kurz sind, daß das Auf- und Abspannen der Werkstücke zu einem nahezu kontinuierlichen Arbeitsgang für den Bedienungsmann wird.

Letzteres ist insbesondere dann der Fall, wenn bei relativ kurzen Hauptzeiten von einigen Minuten mit Zwei- oder Mehrfachaufspannung gearbeitet wird, d.h. wenn der Bedienungsmann während der Zeit, in

der die Maschine ein Werkstück bearbeitet, das bereits bearbeitete Werkstück abspannen und das neu zu bearbeitende Werkstück aufspannen muß. Ähnliches gilt bei Mehrmaschinenbedienung, d.h. dann, wenn der Bedienungsmann während der Zeit, in der die eine Maschine automatisch gesteuert ein Werkstück bearbeitet, die Auf- und Abspannarbeiten an einer benachbarten Maschine zu erledigen hat.

Durch solche arbeitsorganisatorischen Maßnahmen - die allerdings insgesamt relativ selten angewendet werden - wird in diesen Fällen ein Teil der maschinenbedingten Entlastung von Eingriffsnotwendigkeiten wieder aufgehoben. Tendenziell dürfte allerdings mit dem NC-Maschineneinsatz eine Entlastung von Arbeitsanforderungen dieser Art verbunden sein.

Darüberhinaus wird der Bedienungsmann von der Verantwortung für den fehlerfreien Ablauf der Bearbeitungsprozesse mit wachsendem Automatisierungsgrad der Maschine zunehmend entlastet. Soweit die Steuerung der Maschinenfunktionen im Programmiervorgang vorweggenommen wird, entfallen für den Maschinenbediener die Arbeitsaufgaben der Entnahme der Daten aus den Werkstückzeichnungen und Arbeitsplänen, der Eingabe dieser Daten in die Maschine sowie der Arbeitsgang des kontrollierenden Messens. An ihre Stelle tritt die Funktion einer kontrollierenden Überwachung der selbständig ablaufenden Bearbeitungsprozesse, die um so wichtiger ist, je teurer die auf der Maschine zu fertigenden Werkstücke sind.

Besonders in der Anlaufphase einer Maschine werden hier sehr hohe Anforderungen an die Aufmerksamkeit des Maschinenbedieners gestellt. Er hat Unregelmäßigkeiten möglichst frühzeitig optisch oder auch akustisch wahrzunehmen, um die Maschine - zum Beispiel beim Ausbrechen der Steuerung, bei Werkzeugbruch oder ähnlichen Vorkommnissen - möglichst schnell abschalten zu können. Auch bei der Fertigung des jeweils ersten Werkstücks eines Loses bzw. dann, wenn die Maschine neu eingerichtet worden ist, ist hierzu besonders hohe Aufmerksamkeit erforderlich, weshalb in diesen Fällen in der Regel satzweise verfahren wird, d.h. der Bearbeitungsprozeß wird in eine Reihe einzelner Bearbeitungsschritte zerlegt und nur nach positiver Erfolgskontrolle wird weitergefahren.

Generell läßt sich sagen, daß sich die Verantwortung und Beanspruchung des Maschinenbedieners vom Bearbeitungsprozeß weg auf die Maschine und die zur Erhaltung ihrer Einsatzfähigkeit notwendigen Arbeitsprozesse verlagert. Neben der Reduktion der notwendigen und möglichen direkten Eingriffe in die Bearbeitungsprozesse ist dafür

in erster Linie die Tatsache verantwortlich, daß aus ökonomischen wie auch aus produktionstechnischen Gründen der möglichst permanente Einsatz dieser kapitalintensiven und zumeist mit besonders wichtigen Werkstücken belegten Maschinen gewährleistet sein soll.

Die Entlastung des Maschinenbedieners durch die Teilautomatisierung des Bearbeitungsprozesses auf NC-Maschinen erlaubt, und das Prinzip des ökonomischen Einsatzes dieser kapitalintensiven Produktionsmittel fordert es in den meisten Fällen, daß der Maschinenbediener sein Interesse vor allem auch auf jene sekundären Arbeitsprozesse richtet, die eine möglichst hohe Maschinenauslastung bewirken. Dazu gehört, daß nach Möglichkeit noch während der Bearbeitung eines Werkstückes in den verfügbaren Hauptzeiten, in denen direkte Eingriffe an der Maschine nicht notwendig sind, der nächste Bearbeitungsprozeß vorbereitet wird.

Dies erfordert unter Umständen eine ganze Reihe einzelner Arbeitsschritte, die von der rechtzeitigen Benachrichtigung des Einrichters über die Vorbereitung der notwendigen Aufspannvorrichtungen bis zum Bereitstellen der Werkzeuge und Heranholen (-lassen) der Fertigungsunterlagen und der zu bearbeitenden Werkstücke reichen können. Inwieweit sich der Bedienungsmann in diese Vorbereitungsarbeiten einschaltet oder einschalten kann, hängt allerdings von einer Vielzahl von Faktoren ab, zu denen neben seiner eigenen Initiative vor allem die Art der Arbeitsorganisation und Fertigungssteuerung in seinem Betriebsbereich sowie die Länge der für die Durchführung dieser Arbeiten zur Verfügung stehenden "freien" Zeitintervalle zählen.

Allgemein zeigt sich eine Tendenz, daß die durch das Programmieren wegfallenden dispositiven Arbeitsgänge zur Steuerung der Bearbeitungsprozesse weitgehend kompensiert werden durch die Übernahme solcher, ebenfalls als dispositiv zu bezeichnender Arbeitsgänge, die auf eine möglichst hohe Maschinenauslastung gerichtet sind.

Neben den bereits erwähnten, die Arbeitsanforderungen an den Maschinenbediener mitbestimmenden Variablen, liegen die entscheidenden Größen der Determination seiner Arbeitssituation zum einen in der Art der arbeitsteiligen Kooperationssysteme in der NC-Fertigung, zum anderen in der - im Zeitablauf u.U. relativ rasch veränderbaren - Qualifikationen des Bedienungsmanns selbst.

Diese Arbeitssituation stellt sich anders dar, je nachdem ob ein hochqualifizierter Bedienungsmann auf einer hochkomplexen NC-Maschine lange und komplizierte Bearbeitungsprozesse an dann meist sehr wertvollen Werkstücken zu führen hat, oder ob eine Gruppe angelernter Bedienungsleute unter der Anleitung eines hochqualifizierten Vorarbeiters in Einrichterrfunktion eine Anzahl gleichartiger oder zumindest ähnlicher NC-Maschinen geringeren Komplexitätsgrades - u.U. unter Ausnutzung der Möglichkeit zur Mehrmaschinenbedienung - zu fahren hat.

Im ersten Fall wird sich die beschriebene Tendenz relativ klar ausprägen, daß nämlich die durch die Automatisierung aus dem Tätigkeitsfeld des Maschinenbedieners herausgefallenen Arbeitsabläufe zur Steuerung des Bearbeitungsprozesses und die damit reduzierte Verantwortung für den Ablauf der Bearbeitungsprozesse kompensiert werden: zum einen durch die Einbeziehung sekundärer Arbeitsprozesse in den Tätigkeitsbereich des Maschinenbedieners, wie z.B. das Vorbereiten und Durchführen der Einrichtungsarbeiten oder die Mitarbeit bei Störungsdiagnose und Reparatur der Maschine, zum anderen durch die Verlagerung seiner Verantwortung auf Einsatzbereitschaft und Auslastung der Maschine. Arbeitsplätze dieser Art fordern hohe Qualifikation, Verantwortungsbereitschaft, Fähigkeit zu abstraktem und vorausschauendem Denken, Kooperationsbereitschaft, die Fähigkeit, mit dem Programmierer maschinenspezifische Programmierprobleme zu besprechen usw. Eigenschaften, die in der Regel nur bei gelernten Facharbeitern - oder Angelernten mit langer Erfahrung im Umgang mit verschiedenen Werkzeugmaschinen - vorausgesetzt werden.

Auf der anderen Seite bieten die NC-Maschinen durchaus auch die Möglichkeit, nur kurzfristig angelernte Bedienungskräfte, die neben

Kooperationsfähigkeit lediglich über einige technische Grunderfahrungen verfügen müssen, einzusetzen. Voraussetzung und teilweise auch Folge solchen Personaleinsatzes ist eine Arbeitsorganisation, die die Bedienungsleute von der Verantwortung und Durchführung zumindest der schwierigeren sekundären Arbeitsprozesse freihält. Dies geschieht in der Regel dadurch, daß einer Gruppe angelernter Arbeitskräfte ein qualifizierter Vorarbeiter zugeordnet wird, der in erster Linie die Einrichtungsarbeiten übernimmt, darüberhinaus sich auch um die Organisation des Arbeitsablaufs und die Maschinenauslastung kümmert sowie bei Unregelmäßigkeiten und Störungen verfügbar ist.

Anders jedoch als z.B. bei der Fließbandarbeit ist ein solches arbeitsteiliges Kooperationssystem formal schwer fixierbar und relativ instabil. Zumindest unter den heutigen Bedingungen einer im Bereich der Einzel- und Kleinserienfertigung noch wenig stringenten zentralen Fertigungssteuerung und -organisation erscheint das System offen und flexibel für Veränderungen der Art, daß mit zunehmender Qualifikation und Erfahrung der Maschinenbediener diese sukzessive einen Teil auch der schwierigeren sekundären Arbeitsprozesse in ihren Tätigkeitsbereich miteinbeziehen. Allerdings ist zu betonen, daß diese Qualifizierungsprozesse noch kaum systematisch organisiert und mit der Vermittlung auch theoretischer Kenntnisse verbunden sind; es handelt sich vielmehr um praktische Einweisungen am Arbeitsplatz mit all ihren Zufälligkeiten und Abhängigkeiten von der Initiative Einzelner, - was die Bedienungskräfte vielfach länger in wenig autonomen Positionen hält, als dies bei einer systematischen Schulung notwendig wäre.

Insgesamt zeigen sich unter den gegenwärtigen, durch Knappheit vor allem qualifizierter Arbeitskräfte gekennzeichneten Bedingungen in den Verwenderbetrieben die folgenden, teilweise scheinbar widersprüchlichen Auswirkungen des Einsatzes der NC-Technologie für das Bedienungspersonal von Werkzeugmaschinen:

- o Der Charakter der Arbeit des Maschinenbedieners verändert sich; wichtige Merkmale sind dabei die abnehmende Bindung des Maschinenbedieners an die Maschine und die Reduktion der routinisierten

manuellen Eingriffe in den Bearbeitungsprozeß. Tätigkeiten des Überwachens und Kontrollierens der Maschine, des dispositiven Vorbereitens des Arbeitsprozesses, der Störungsdiagnose usw. gewinnen an Bedeutung. Einer tendenziell geringeren physischen Belastung steht häufig eine höhere geistig-nervliche Beanspruchung gegenüber, wobei allerdings die konkreten Ausprägungen der Arbeitssituation je nach Maschine, Bearbeitungsprozeß und Organisation der NC-Fertigung außerordentlich stark variieren können.

- o Auch an NC-Maschinen gibt es Arbeitsplätze, die trotz des Wegfalls eines mehr oder weniger großen Teils der dispositiven Tätigkeit des Maschinenbedieners (zur Steuerung der Bearbeitungsprozesse) hohe Anforderungen an Qualifikation, Verantwortungsbewußtsein, Kommunikationsfähigkeit und -bereitschaft usw. stellen. Dazu zählen zum einen Arbeitsplätze für Maschinenbediener an bestimmten, meist durch hohe Komplexität der Bearbeitungsprozesse gekennzeichneten NC-Maschinen, zum anderen die - bei einer anderen Organisation der Fertigung - notwendigen Arbeitspositionen des Vorarbeiters oder Einrichters in der NC-Fertigung. Die Zahl dieser Arbeitsplätze wird vermutlich in Zukunft nicht in dem Ausmaß, in dem sich der NC-Maschinenbestand insgesamt vergrößert, ansteigen.
- o Wie in einem Teil der konventionellen Fertigung auch, wird unter bestimmten organisatorischen Bedingungen der Einsatz kurzfristig angelernter Maschinenbediener an NC-Maschinen möglich, und zwar in zunehmendem Maße dort, wo in den Betrieben häufiger gleichartige oder ähnliche NC-Maschinen in Gruppen zusammengefaßt sind. Ein Charakteristikum dieser Arbeitsplätze ist es, daß sich der Aufgabenbereich des Maschinenbedieners mit seiner zunehmenden Erfahrung und Qualifikation ausweiten kann.
- o Zunehmende Bedeutung werden Qualifizierungsprozesse gewinnen, sowohl was die Vermittlung bestimmter technisch-theoretischer Grundqualifikationen betrifft, die eine rasche Umstellung auf wechselnde Arbeitssituationen erleichtern, wie auch was die Vermittlung maschinen- und technologiespezifischer Kenntnisse anbelangt.

6/2. Zur Tätigkeit des Programmierers

Bei der eigentlichen Programmierarbeit handelt es sich um eine Schreibtischtätigkeit; die Arbeitskräfte befinden sich zumeist im Angestelltenverhältnis. Daneben sind Programmierer - je nach Art der Organisation der NC-Fertigung - auch als Berater in Fragen der NC-Technologie in der Werkstatt eingesetzt. Inwieweit sie hier eine umfassende und für den gesamten Arbeitsablauf wichtige Beratungsfunktion ausführen können, hängt sehr stark einerseits von ihrem theoretischen Grundwissen über die Funktionsweise der NC-Maschinen ab, andererseits auch vom Umfang ihrer Erfahrungen im Umgang mit - konventionellen oder numerisch gesteuerten - Werkzeugmaschinen.

Es wurden Fälle beobachtet, in denen speziell jüngere Programmierer ohne längere Werkstatterfahrung dem Einrichter oder qualifizierten Maschinenbediener über spezielle Programmierfragen hinaus kaum beratend zur Seite stehen konnten; diesen stehen Fälle gegenüber, in denen der Programmierer - vor allem auch aufgrund seines größeren Überblicks über die Einsatzprobleme verschiedener NC-Maschinen - in dieser Hinsicht eine sehr wichtige Position im Gesamtkomplex der NC-Fertigung einnahm.

Auch im Hinblick auf Arbeitssituation und Arbeitseinsatz des Programmierpersonals fällt der hohe Grad der Flexibilität der Kooperationsysteme und der geringe Grad formaler Fixierung der arbeitsteiligen Strukturen auf; diese Strukturen können sich z.B. sehr rasch verändern, wenn einzelne Arbeitskräfte mit besonderer Qualifikation ausfallen oder neu hinzukommen.

Die Programmierarbeit selbst ist bisher im allgemeinen noch wenig durchrationalisiert; in größeren Programmierabteilungen gibt es zumeist nur eine sehr lockere Arbeitsteilung, z.B. der Art, daß sich bestimmte Programmierer auf bestimmte Maschinen bzw. bestimmte Fertigungsverfahren konzentrieren. In der Regel ist jedoch jeder dieser spezialisierten Programmierer in der Lage, nach kurzer Einarbeitungszeit auch die anderen im Betrieb aufgestellten NC-Maschinen zu programmieren.

Eine weitergehende organisatorische Rationalisierung des Programmierprozesses, vor allem durch eine Abspaltung einfacher Routinearbeiten, ist in der Praxis bisher noch kaum verwirklicht. Solche Rationalisierungsmöglichkeiten dürften vermutlich in Zukunft, wenn der Programmieraufwand mit wachsender Zahl der Maschinen und zunehmendem Komplexitätsgrad der Steuerungen ansteigt, verstärkt ausgenutzt werden. Eine Möglichkeit der Aufspaltung des Programmierprozesses, wie sie in dieser oder ähnlicher Form von manchen Betrieben angestrebt wird, läge beispielsweise in folgender Arbeitsteilung zwischen drei unterschiedlich qualifizierten Gruppen von Arbeitskräften:

- o Fachschulingenieure - sie bereiten das Programm vor, legen (z.B. bei Lochplatten) den günstigsten Zuschnitt fest, bestimmen die Fertigungsmaschine bzw. den Maschinentyp, beurteilen die Eignung des Materials, lösen technologische Probleme, nehmen evtl. - mit Rückfrage bei den Konstrukteuren - Korrekturen der Werkstückkonstruktion vor usw.;
- o Techniker - sie bestimmen die Verfahrenwege von Werkzeugen bzw. Werkstück und die Art der Aufspannung, legen die Spannvorrichtungen fest oder konstruieren diese; diese Arbeit erfordert selbstständiges Entscheiden und Disponieren, praktische Erfahrung in Maschinenbedienung (spezialisiert nach Drehen, Fräsen, Bohren usw.) sowie theoretische Kenntnisse, Kenntnisse der Maschinen, ihrer Fertigungsmöglichkeiten usw.;
- o Schreibkräfte - sie sollen alle Routinearbeiten, angefangen vom Schreiben des Programms nach den vorgegebenen Anweisungen mit Hilfe von Katalogen und Arbeitsunterlagen bis zum Erstellen des Lochstreifens, erledigen.

In den meisten von uns untersuchten Betrieben ist jedoch der Programmieraufwand bisher nicht so hoch, als daß arbeitsorganisatorische Rationalisierungsmöglichkeiten in dieser Richtung mehr als ansatzweise verwirklicht worden wären. Dies hängt mit den bereits dargelegten Charakteristiken des bisherigen Einführungsprozesses von NC-Maschinen in der Bundesrepublik zusammen:

- o der vorwiegenden Verwendung von Maschinen relativ geringer Komplexität;
- o der sukzessiven Einführung der NC-Maschinen, die dazu führt, daß zumeist ein Großteil der Werkstücke für vorhandene Maschinen bereits programmiert ist, wenn eine neue NC-Maschine im Betrieb aufgestellt wird;
- o der geringen Größe des Gesamtbestandes an NC-Maschinen in den meisten Verwenderbetrieben.

Der absolute Personalaufwand für das Programmieren ist daher vielfach so gering, daß daraus kaum starke Impulse im Hinblick auf eine arbeitsorganisatorische Rationalisierung dieses Arbeitsprozesses erwachsen. Darüberhinaus erschwert die oft wenig diskutierte und daher gering formalisierte Arbeitsteilung zwischen Programmierbüro und Werkstatt Versuche in dieser Richtung. Eine insgesamt umfangreichere Durchsetzung der NC-Technologie wird jedoch vor allem in größeren Betrieben organisatorische Rationalisierungstendenzen der beschriebenen Art forcieren.

Neben den arbeitsorganisatorischen Rationalisierungsmöglichkeiten scheint jedoch - zumindest wenn man von der Diskussion in den Fachkreisen ausgeht - der technischen Rationalisierung des Programmierproblems in Zukunft eine größere Bedeutung ^{zu} kommen. Die Möglichkeiten reichen hier vom Einsatz von Simulatoren zur Überprüfung der formalen Richtigkeit der geschriebenen Programme - wobei allerdings die technologische Richtigkeit nicht getestet werden kann - ,über die Verwendung von Programmierhilfen im Rahmen des maschinenunterstützten Programmierens bis zum maschinellen Programmieren auf Datenverarbeitungsanlagen mit Hilfe von problemorientierten Programmsprachen wie beispielsweise EXAPT.

Der Anwendung dieser Möglichkeiten stellen sich heute noch teilweise sehr erhebliche technische und auch organisatorische Schwierigkeiten

entgegen (z.B. knappe Rechnerkapazitäten, vor allem auf den notwendigen sehr großen Anlagen. Wie ist das Problem zu lösen, daß beim Auftauchen eines Fehlers im Programm der Rechner nochmals - ohne längere Voranmeldung - benutzt werden kann? usw), so daß diese Verfahren bisher insgesamt noch eine relativ geringe Rolle spielen. Zweifellos wird jedoch die Anwendung in Zukunft aufgrund der Verfeinerung dieser Verfahren und aufgrund der wachsenden Zahl der NC-Maschinen sowie der steigenden Komplexität der Steuerungen zunehmen. Nach den Einschätzungen der Fachleute wird jedoch auch in Zukunft ein mehr oder weniger großer Teil der Maschinenprogramme manuell erstellt werden, da sich der Einsatz maschineller Verfahren nur unter bestimmten Bedingungen lohnt.

6/3. Zur Stellung des Meisters in der NC-Fertigung

Es erhebt sich die Frage, inwieweit die Stellung des Meisters durch die Einführung und den Einsatz von NC-Maschinen in seinem Fertigungsbereich berührt wird. In der industriesoziologischen Fachliteratur wird die These vertreten, daß die Einführung technisch-organisatorischer Neuerungen im Produktionsbereich zu einer Verminderung der Funktionen des Industriemeisters führt. Funktionen, die traditionell zum Aufgabenbereich des Industriemeisters gehören, werden in spezialisierte Abteilungen außerhalb der Werkstatt verlagert, der Aufgabenbereich des Meisters verengt sich zunehmend auf die Lösung disziplinarischer Fragen und Probleme. Es besteht die Frage, inwieweit die Integration der NC-Technologie in die Fertigung Tendenzen dieser Art begünstigt bzw. behindert.

Aus den Ergebnissen unserer Untersuchung ist hierzu keine einheitliche Richtung erkennbar. Füllen betrieblicher Organisation der NC-Fertigung, die die These von der Entfunktionalisierung des Meisters weitgehend stützen, stehen andere gegenüber, die auf eine gegenteilige Entwicklung hindeuten:

- o So ist im geschilderten Fallbeispiel 3 der Meister, in dessen Produktionsabteilung die NC-Maschinen aufgestellt sind, mit diesen Maschi-

nen kaum in besonderer Weise befaßt, im Gegenteil: er wird in bezug auf die NC-Maschinen von bestimmten Funktionen durch den Programmierer oder sonstige NC-Fachkräfte entlastet. Die NC-Maschinen sind zwischen anderen, konventionellen Werkzeugmaschinen in der Abteilung aufgestellt; der Meister ist formal für die Überwachung und Leitung der Arbeitsorganisation und des Arbeitskräfteeinsatzes auch an den NC-Maschinen verantwortlich, muß sich jedoch faktisch um Probleme dieser Art an den NC-Maschinen weniger kümmern als dies bei den konventionellen Werkzeugmaschinen der Fall ist. Eingeschaltet wird er in erster Linie bei Fragen, die seine Kompetenz im Hinblick auf die disziplinarische Aufsicht über die Arbeitskräfte betreffen. Vor allem von der technischen Beratung bei auftretenden Schwierigkeiten an den NC-Maschinen ist der Meister weitgehend durch spezialisierte Fachkräfte, wie beispielsweise die Programmierer, entlastet, hat also in dieser Hinsicht im NC-Bereich weniger Funktionen als bei den übrigen konventionellen Maschinen.

- o In anderen Fällen, die dem Fallbeispiel A ähneln, ist der Meister selbst eine der wichtigsten technischen Fach- und Beratungskräfte im Hinblick auf den Einsatz der NC-Maschinen. Er weist die Arbeitskräfte in die Bedienung der Maschinen ein und beteiligt sich an den Einrichtungsarbeiten. Er ist vor allem für die Lösung auftretender technischer oder organisatorischer Schwierigkeiten verantwortlich, unterstützt fachlich die Reparatur- und Wartungsfachleute und übernimmt u.U. in besonders kritischen Situationen selbst kurzzeitig die Bedienung der Maschinen (wenn es beispielsweise um Störungsdiagnose geht).

Der Einsatz des Meisters in der NC-Fertigung erwies sich in allen beobachteten Fällen als ein Produkt des betriebshistorischen Einführungsprozesses der NC-Technologie. Interessant ist, daß in bestimmten Phasen dieses Prozesses eine Situation eintritt, in der der formal zuständige Meister kaum noch reale Funktionen im Hinblick auf den Einsatz der NC-Maschinen hat. Hier scheint sich also die These von der Entfunktionalisierung des Meisters zu bestätigen, jedoch kann dann in einer späteren Phase eine genau entgegengesetzte Entwicklung ein-

treten. Im einzelnen stellt sich ein solcher Prozeß etwa folgendermaßen dar:

In einem Betrieb wird eine erste NC-Maschine aufgestellt, in einer ausbaufähigen, im Rahmen des Aufbaus eines neuen Fertigungszweiges neu zu gliedernden Werkstatt. Einem jüngeren, in mehreren Fertigungsverfahren und Bearbeitungsbereichen erfahrenen Facharbeiter wird die Aufgabe übertragen, Aufbau und Einsatz der ersten NC-Maschine zu übernehmen und die Maschine in der Anlaufphase zu bedienen. Er wird beim Hersteller geschult, beteiligt sich an den Montagearbeiten im eigenen Betrieb, übernimmt das Bedienen der Maschine, die zumindest in der Anlaufphase ohnehin nur einschichtig gefahren wird. Wenn die Anlaufschwierigkeiten überwunden sind, zieht sich der Facharbeiter aus der Bedienungstätigkeit zurück und weist Angelernte in die Bedienungsarbeit ein und übernimmt selbst nur noch die Einrichtungsarbeiten, aus denen er sich mit zunehmender Qualifizierung der anderen Arbeitskräfte ebenfalls allmählich zurückzieht.

Wird nun im Rahmen der betrieblichen Investitionsstrategien beschlossen, die Werkstatt weiter mit NC-Maschinen auszubauen, erhält der betreffende Facharbeiter im Lauf der Zeit aufgrund seiner zunehmenden Sachkompetenz im NC-Bereich eine Position, die der eines Meisters weitgehend entspricht. Der formal zuständige Meister zieht sich allmählich mehr und mehr aus dieser Unterabteilung seiner Werkstatt zurück. Seine Funktionen reduzieren sich auf Formalitäten, wie beispielsweise Unterschriften leisten usw. Im fortgeschrittenen Ausbaustadium der NC-Werkstatt wird dieser Zustand formalisiert und der betreffende Facharbeiter bzw. Vorarbeiter zum Betriebsmeister ernannt.

Mehr oder weniger personengebundene technische und organisatorische Sachkompetenz erweist sich also auch hier als entscheidendes Element bei der Bestimmung der Arbeitsplatzstrukturen und Kooperationsformen sowie der Stellung des Meisters in der NC-Fertigung. Es ist wahrscheinlich, wenn auch nicht unbedingt notwendig, daß sich eine Struktur der beschriebenen Art soweit stabilisiert, daß sie auch dann erhalten bleibt, wenn der ursprünglich in die Position "hineingewachsene" Meister diese Werkstatt verläßt¹⁾.

¹⁾ Im oben geschilderten Fallbeispiel (Betrieb A) ist es wahrscheinlich, daß der Einrichter und Assistent des Meisters die Meisterposition später übernehmen wird, da er eine ähnlich hohe Sachkompetenz aufweist wie der Meister selbst. Zusätzlich ist anzumerken, daß gerade die hohe Sachkompetenz, die ein solcher Meister in seinem spezifischen Bereich hat, eine Behinderung für seinen weiteren Aufstieg im Betrieb darstellen kann. Von Inhabern solcher Positionen wurde häufiger Enttäuschung darüber geäußert, daß sie nach einer anfänglichen gerade aufgrund der NC-Einführung - raschen Beförderung nun "stecken geblieben" sind. Dies hängt mit der geringen Systematisierung der Weiterqualifizierungsprozesse zusammen, die verhindert, daß - systematisch und allgemein erkennbar - Arbeitskräfte zur Übernahme bestimmter Positionen befähigt werden.

Der Einsatz kapitalintensiver Produktionsmittel, wie sie die NC-Maschinen in der Regel sind, fördert die ohnehin vorhandenen betrieblichen Bestrebungen, auch in der Einzel- und Kleinserienfertigung zur automatisierten und damit zentralisierten Fertigungssteuerung überzugehen. Dadurch würden Aufgaben der Terminplanung und -überwachung sowie der Verteilung von Aufträgen an die einzelnen Arbeitsplätze aus der Werkstatt verlagert. Daraus würde sich eine weitgehende Reduktion des traditionellen Aufgabenbereichs des Industriemeisters ergeben. Fertigungssteuerungssysteme dieser Art sind bisher in einigen, zumeist sehr großen Industriebetrieben in der Erprobung - zumeist in Form einer wöchentlichen "Grobsteuerung" -, werden sich jedoch vermutlich in Zukunft in zunehmendem Maß durchsetzen. Wie sich die Position des Meisters dadurch in Zukunft verändern wird, konnte jedoch - über das Gesagte hinaus - im Rahmen dieser Untersuchung nicht geklärt werden.

6/4. Allgemeine Tendenzen

Versucht man nun die Auswirkungen der Einführung von NC-Maschinen auf die Arbeitsinhalte und Qualifikationsanforderungen der davon betroffenen Arbeitskräfte auf einen Nenner zu bringen, so muß zunächst wieder die außerordentliche Unterschiedlichkeit der Aufgabendefinition bei allen beschriebenen Qualifikationsgruppen, also Maschinenbedienern, Programmierern, Meistern und auch Kontroll- und Wartungspersonal, betont werden.

Durchweg stehen Verbesserungen für einen Teil der Arbeitskräfte möglichen Verschlechterungen gegenüber. Welches relative Gewicht die eine oder die andere Veränderung hat, wer in der einen oder anderen Weise betroffen wird, hängt jedoch nicht zuletzt von der jeweiligen Form der betrieblichen Arbeitsorganisation ab.

Insgesamt läßt sich feststellen, daß wie sich die Einführung von NC-Maschinen auf die Arbeit von Arbeitskräften auswirkt, weniger durch

den besonderen Charakter der neuen Technologie vorgezeichnet scheint, als durch die spezifische Form, in der diese in das bestehende betriebliche Produktionssystem integriert wurde.

Unabhängig davon gilt jedoch, daß die Qualifizierungsfähigkeit der Arbeitskräfte zum entscheidenden Kriterium der Art ihres weiteren Einsatzes wird. Jüngere Arbeitskräfte besitzen dank der bei ihnen vorausgesetzten größeren Lernfähigkeit hier wesentliche Vorteile, ebenso Arbeitskräfte, die bereits über eine breitere Grundausbildung verfügen. Dies unterstreicht die Bedeutung betrieblicher Maßnahmen zur Qualifizierung von Arbeitskräften, auf die im weiteren noch eingegangen wird.

7. Quantitative Aspekte des Personaleinsatzes

Wesentlicher Aspekt bei der Einführung von NC-Maschinen, so wurde deutlich, ist der bestehende Mangel an qualifizierten Fachkräften, bzw. die Hoffnung auf mögliche Personaleinsparungen. Zugleich zeichnete sich eine Tendenz ab, die Eingliederung der neuen Technologie so zu gestalten, daß die Auswirkungen auf das betriebliche, soziale und organisatorische System möglichst gering bleiben.

Reflex dieses Vorgehens ist eine grosse Unterschiedlichkeit in der organisatorischen Eingliederung der NC-Maschinen, wie auch in der Gestaltung der verschiedenen, mit der neuen Technologie in Bezug stehenden Arbeiten. Die folgende Analyse des quantitativen Einsatzes der wichtigsten Arbeitskräftegruppen - nämlich Einrichter, Maschinenbediener und Programmierer - sowie der mit der Einführung der NC-Maschinen in Zusammenhang stehenden Veränderungen und Bewegungen im Personalstand, muß deshalb auch die Unterschiede von Betrieb zu Betrieb berücksichtigen.

7/1. Einsatz der wichtigsten Arbeitskräftegruppen

7/1.1. Einrichter

Nur in etwa zwei Drittel der hier untersuchten Betriebe sind für die NC-Maschinen speziell Einrichter eingesetzt. In den anderen Betrieben werden die Einstellungsarbeiten in der Regel von den Bedienungsleuten miterledigt, teilweise wird dafür auch das Programmierpersonal herangezogen.

Die Zahl der je Betrieb eingesetzten Einrichter für NC-Maschinen nimmt mit wachsender Zahl der vorhandenen NC-Maschinen zu, jedoch nicht proportional. Im Durchschnitt stehen in diesen Betrieben 0,7 Einrichter je Maschine zur Verfügung.

Die Zahl der Einrichter je Maschine nimmt von 1,7 in Betrieben mit einer NC-Maschine bis auf 0,4 in Betrieben mit zehn oder mehr NC-Maschinen ab. Während also in Betrieben mit nur einer NC-Maschine durchschnittlich fast zwei Einrichter zur Verfügung stehen, ist in den Betrieben mit zehn und mehr NC-Maschinen ein Einrichter durchschnittlich für zwei und mehr NC-Maschinen zuständig.

Tabelle 20: Der Einsatz von Einrichtern in Betrieben mit NC-Maschinen

	<u>Betriebe mit ... NC-Maschinen</u>					<u>Alle Betriebe</u>
	1	2	3	4-5	10 u.mehr	
Zahl der Betriebe	30	21	16	14	8	89
Zahl d. Betriebe mit Einrichtern	19	16	9	7	6	57
Zahl d.in diesen Betrieben eingesetzten NC-Maschinen	19	32	27	33	94	205
Zahl d.in diesen Betrieben eingesetzten Einrichter	32	34	20	22	33	141
Durchschnittl.Zahl d. Einrichter pro Betrieb	1,7	2,1	2,2	3,2	5,5	2,5
Durchschnittl.Zahl d. Einrichter pro NC-Maschine	1,7	1,1	0,7	0,7	0,4	0,7
Niedrigste	1	1	1	1	2	-
Zahl d.Einr. pro Betrieb						
Höchste	3	5	6	6	15	-

Vor allem in Betrieben, die nur eine oder zwei NC-Maschinen haben, dürfte also häufig eine gewisse Personalreserve für die Einrichterkfunktion gehalten werden, die ein leichteres Umdisponieren bei Personalausfällen ermöglicht oder auch die Durchführung von Schichteinsatz erleichtert, während dies in Betrieben mit mehreren NC-Maschinen nicht in dem Ausmaß notwendig ist, da die für den gesamten NC-Maschinen-

Bereich vorhandenen Einrichter in der Regel solche Dispositionen erlauben. Zusätzlich mag eine Rolle spielen, daß in den Betrieben mit mehreren NC-Maschinen die Produktion auf diesen Maschinen besser eingespielt ist, die Bedienungsleute beispielsweise die Maschinen zum Teil selbst einrichten können, wodurch sich der Arbeitsaufwand pro Maschine für die Einrichter reduziert. Nach den Erfahrungen aus den Einzelfalluntersuchungen wird man jedoch davon ausgehen können, daß in den Betrieben mit nur einer oder zwei NC-Maschinen die Einrichter in der Regel nicht mit der Arbeit an den NC-Maschinen voll ausgelastet sind, sondern andere Arbeitsaufgaben, wie beispielsweise die Betreuung von konventionellen Werkzeugmaschinen, mit erfüllen.

Daraus erklärt sich der relativ breite Variationsspielraum im Hinblick auf die Zahl der pro Betrieb bzw. pro NC-Maschine vorhandenen Einrichter, die zwischen einem und drei Einrichtern in Betrieben mit einer Maschine und z.B. einem und sechs Einrichtern in Betrieben mit drei Maschinen schwankt.

7/1.2. Bedienungspersonal

Das Bedienungspersonal macht mit insgesamt mehr als 600 Mann in den 89 untersuchten Betrieben die größte Gruppe der untersuchten Kategorien des Personals für NC-Maschinen aus. Pro Maschine stehen durchschnittlich zwei Mann zur Verfügung¹⁾. Dabei handelt es sich bei mehr als der Hälfte (ca. 57%) der Bedienungsleute um Facharbeiter, der Rest besteht aus Angelernten, deren Qualifikation vom nur gering qualifizier-

¹⁾ Addiert man zu den Bedienungsleuten die Gesamtzahl der in den untersuchten Betrieben vorhandenen Einrichter für NC-Maschinen, so stehen für die insgesamt 306 NC-Maschinen etwa 790 Arbeitskräfte für die Maschinenbedienung im weitesten Sinne zur Verfügung, d.s. durchschnittlich etwa 2,6 Arbeitskräfte pro NC-Maschine. Im Hinblick auf diesen Wert ist jedoch zu berücksichtigen, daß ein Teil dieser Arbeitskräfte sicherlich nicht ausschließlich mit der Bedienung und Einrichtung von NC-Maschinen ausgelastet ist, sondern zusätzliche Arbeitsaufgaben zu erfüllen hat. Wie hoch dieser Anteil insgesamt ist, konnte mit Hilfe der Fragebogenerhebung nicht ermittelt werden.

ten Hilfsarbeiter bis zum hochqualifizierten, erfahrenen Maschinenbediener, der praktisch einem Facharbeiter gleichzusetzen ist, reicht. Der Anteil der wenig oder gering qualifizierten Hilfsarbeiter unter dem Bedienungspersonal ist allerdings sehr gering, da in den meisten Fällen, selbst dann, wenn die Maschine in enger Kooperation mit einem Einrichter oder Facharbeiter gefahren wird, bestimmte Grundqualifikationen für das Überwachen, das Aufspannen der Werkstücke, evtl. Werkzeugwechsel, Lochstreifen einlegen usw. verlangt werden, die bei maschinenunerfahrenen Hilfskräften in der Regel nicht vorausgesetzt werden.

Nicht alle Betriebe haben sowohl Facharbeiter wie auch Angelernte zur Bedienung der NC-Maschinen eingesetzt: Neun der insgesamt 89 Betriebe verwenden keine Facharbeiter als Maschinenbediener, in 35 Betrieben gibt es keine Angelernten in dieser Position.

Die Zahl der pro Maschine zur Verfügung stehenden qualifizierten Fachkräfte übersteigt, mit einer Ausnahme, in allen Betriebsgruppen deutlich die Zahl der pro Maschine eingesetzten Angelernten. In der Gruppe der Betriebe mit 10 und mehr NC-Maschinen dreht sich dieses Verhältnis allerdings um, es sind hier mehr Angelernte als qualifizierte Fachkräfte an den NC-Maschinen eingesetzt.

Tabelle 21: Der Einsatz von NC-Maschinen Bedienungsleuten

	Betriebe mit ... NC-Maschinen					Alle Betrie- be
	1	2	3	4-6	10 u.mehr	
Zahl der Betriebe	30	21	16	14	8	89
Zahl d.jew.eingesetzten NC-Maschinen	30	42	48	69	117	306
a) <u>Bedienungsleute insges.</u>						
Gesamtzahl	97	89	111	140	211	648
durchschnittl.Zahl pro Betrieb	3,3	4,2	6,9	10,1	26,4	7,3
durchschnittl.Zahl pro NC-Maschine	3,3	2,1	2,3	2,0	1,8	2,1
niedrigste Zahl	1	1	4	3	6	-
höchste Zahl	12	6	12	20	75	-
b) <u>Facharbeiter</u>						
Gesamtzahl	71	50	73	105	69	386
Betr.m.Facharbeitern als NC-Maschinen-Bedieng.	26	18	14	14	8	80
Zahl d.NC-Maschinen in Betrieben mit FA als Be- diener	26	36	42	69	117	290
durchschnittl.Zahl pro Betrieb	2,7	2,8	5,2	7,5	8,6	4,1
durchschnittl.Zahl pro NC-Maschine	2,7	1,4	1,7	1,5	0,6	1,2
c) <u>Angelernte</u>						
Gesamtzahl	26	39	38	35	142	280
Betriebe m.Angelernten als NC-Maschinen-Bediener	17	14	9	7	7	54
Zahl d.NC-Maschinen in Be- trieben m.Angelernten als Bediener	17	28	27	34	105	195
durchschn.Zahl pro Betr.	1,5	2,8	4,2	5,0	21,4	5,2
durchschn.Zahl pro NC- Maschine	1,5	1,4	1,4	1,0	1,4	1,4

Wieder ergeben sich bei der Zahl der pro NC-Maschine zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte von Betrieb zu Betrieb relativ große Unterschiede; am auffallendsten ist dabei, daß diese Zahl in Betrieben mit nur einer NC-Maschine zwischen 1 und 12 variiert. Dies bedeutet nicht, daß in dem einen Betrieb tatsächlich 12 Arbeitskräfte permanent zur Bedienung der einen Maschine eingesetzt sind, sondern nur, daß sie für einen solchen Einsatz vorbereitet sind und zur Verfügung stehen. Im allgemeinen liegen jedoch hier die von den einzelnen Betrieben angegebenen Werte näher an den jeweiligen Durchschnittswerten für die Gruppe, als dies bei Einrichtern und Programmierern der Fall ist.

Es zeigt sich deutlich der Trend, daß der Personalbestand pro Maschine mit wachsender Zahl der pro Betrieb eingesetzten NC-Maschinen abnimmt. Er liegt vor allem in den Betrieben mit nur einer NC-Maschine weit über dem Durchschnitt, während er in Betrieben mit vier und mehr NC-Maschinen unter den Gesamtdurchschnitt fällt. Die Unterschiede zwischen den Betriebsgruppen sind in erster Linie auf den unterschiedlichen Bestand an qualifiziertem Fachpersonal (Einrichtern und Facharbeitern) zurückzuführen. Während sich im Einsatz von Angelernten sehr viel geringere Schwankungen ergeben, vermindert sich mit wachsender Größe des Maschinenbestandes die Zahl der pro Maschine zur Verfügung stehenden qualifizierten Fachkräfte.

7/1.3. Programmierer

In 82 der 89 Betriebe, die in dieser Umfrage erfaßt worden sind, sind insgesamt 208 Arbeitskräfte als Programmierer tätig; daraus ergibt sich ein durchschnittlicher Einsatz von 2,5 Programmierern in jenen Betrieben, in denen solche Arbeitskräfte überhaupt vorhanden sind.

In 7 der 89 Betriebe gibt es keine Fachkräfte, die speziell als Programmierer eingesetzt sind. Mit einer Ausnahme handelt es sich dabei um Betriebe, in denen es nur eine oder zwei NC-Maschinen gibt. Die Programmieraufgaben werden in diesen Betrieben teilweise von den Maschinenbedienern selbst, teilweise in der Arbeitsvorbereitung mit erledigt; in zwei Fällen wird die Programmierung außer Haus - beim Hersteller bzw. in einer anderen Firma - durchgeführt. Bei dem einen Betrieb, in dem 10 NC-Maschinen eingesetzt sind, jedoch keine Programmierer vorhanden sind, handelt es sich um ein Zweigwerk eines größeren

Konzerns. Die Programmieraufgaben werden in diesem Fall von einer Zentralstelle in der Hauptverwaltung des Konzerns an einem anderen Ort erledigt, wofür ausschlaggebend sein mag, daß maschinell programmiert wird.

Tab.22: Der Einsatz von Programmierern in Betrieben mit NC-Maschinen

	Betriebe mit ... NC-Maschinen					alle Betriebe
	1	2	3	4-6	10 u.mehr	
Zahl d.Betriebe	30	21	16	14	8	89
Zahl d.jeweils eingesetzten NC-Maschinen	30	42	48	69	117	306
Zahl d.Betriebe mit Programmierern	26	19	16	14	7	82
Zahl d.NC-Maschinen in diesen Betrieben	26	38	48	69	107	288
Zahl d.einges. Programmierer insgesamt	47	38	42	39	42	208
Durchschnittl.Zahl d. Programmierer p.Betr. ¹⁾	1,8	2,0	2,6	2,8	6,0	2,5
Durchschnittl.Zahl d. Programmierer pro NC-Maschine 1)	1,8	1,0	0,9	0,6	0,4	0,7
niedrigste	1	1	1	1	1	-
Zahl v.Progr. pro Betrieb 1)						
höchste	4	4	7	4	15	-
Betriebe mit maschineller Programmierung	8	4	-	2	2	16

Quelle: Intensiverhebung 1968

Untersucht man, wieviele Programmierer für jeweils eine NC-Maschine zur Verfügung stehen, so zeigt sich deutlich eine Verminderung des Programmierereinsatzes pro Maschine mit steigender Zahl vorhandener NC-Maschinen pro Betrieb. Während in Betrieben mit nur einer NC-Maschine durchschnittlich fast zwei Programmierer zur Verfügung stehen (1,8), sind es in Betrieben mit mehr als zehn NC-Maschinen 0,4 Programmierer. (Wobei zu berücksichtigen ist, daß z.B. in einem Betrieb zusätzliche Programmieraufgaben für Kunden anfallen).

¹⁾ Berücksichtigt sind jeweils nur die Betriebe, in denen überhaupt Programmierer eingesetzt sind.

Dafür gibt es verschiedene Gründe:

- o Der relative Programmieraufwand ist bei der jeweils ersten NC-Maschine unter anderem deshalb besonders hoch, weil die Programmierabteilung erst aufgebaut werden muß und in der Regel keine direkten betrieblichen Erfahrungen über die Lösung dieser neuen Aufgabe vorliegen;
- o in den meisten Betrieben nimmt der Programmieraufwand für eine bestimmte NC-Maschine im Lauf der Zeit ab, in dem Ausmaß, in dem die Programme für mehr oder weniger häufig und regelmäßig wiederkehrende Werkstücke bereits geschrieben sind und daher - allenfalls mit kleinen Abänderungen - wieder verwendet werden können. Häufig ist jedoch diese grundsätzliche Einsparung an Programmieraufwand deshalb nicht zum Tragen gekommen, weil einerseits die Anlaufzeit, in der relativ viele Programme neu erstellt werden müssen, ziemlich lange dauert, andererseits bereits dann der Einsatz einer zweiten NC-Maschine von den Programmierern vorbereitet wird. Darüber hinaus sprechen andere betriebliche Gründe dafür (Ausfall eines Programmierers durch Krankheit oder Kündigung, Schichteinsatz usw.), mindestens zwei Fachkräfte für das Programmieren im Betrieb zur Verfügung zu haben - selbst dann, wenn diese mit den Programmieraufgaben nicht völlig ausgelastet sind;
- o da die Einführung weiterer NC-Maschinen in aller Regel schrittweise erfolgt und dabei zunehmend diese Faktoren, die den Programmieraufwand für die jeweils erste NC-Maschine relativ erhöhen, wegfallen, kann beim zusätzlichen Einsatz von NC-Maschinen die Anzahl der Programmierer häufig konstant gehalten werden bzw. erhöht sich nur in relativ geringem Umfang;
- o in denjenigen Betrieben, in denen die neu hinzukommenden NC-Maschinen gleich oder ähnlich den bereits vorhandenen sind, wird der gesamte Programmieraufwand weiterhin dadurch reduziert, daß die Programme - zumindest teilweise, u.U. mit Hilfe von Umformungen - auf mehreren Maschinen gefahren werden können;

o zusätzlich mag eine Rolle spielen, daß Rationalisierungsmaßnahmen innerhalb der Programmierabteilung erst dann in Angriff genommen werden, wenn mehrere NC-Maschinen im Betrieb eingesetzt sind und die Personalkosten für das Programmieren absolut eine gewisse Höhe erreicht haben. Hier ist u.a. an bestimmte Formen der Arbeitsteilung zu denken, bei denen die Programmierer durch Hilfskräfte von routinemäßigen Tätigkeiten (Lochen und Prüfen der Datenträger, genaues Ausführen der Programme usw.) entlastet werden. Maschinelles Programmieren scheint in diesem Zusammenhang bei den in dieser Erhebung erfaßten Betrieben keine große Rolle zu spielen¹⁾.

Betrachtet man die jeweils niedrigsten bzw. höchsten Zahlen von Programmierern in Betrieben mit einer bestimmten Zahl von NC-Maschinen, so zeigen sich erhebliche Abweichungen vom errechneten Durchschnittswert. In jeder der Gruppen von Betrieben gibt es jeweils mindestens einen Betrieb, in dem nur ein einziger Programmierer vorhanden ist. Andererseits gibt es auch Betriebe mit nur einer oder zwei NC-Maschinen, in denen vier Programmierer zur Verfügung stehen. Daraus resultiert, daß die dargestellten Durchschnittswerte nicht als typische Werte gelten können²⁾.

Einer der entscheidenden Faktoren für das Ausmaß des zu bewältigenden Programmieraufwands ist in der Art der jeweils vorhandenen NC-Maschinen selbst begründet. Der Programmieraufwand steigt mit der wachsenden Komplexität der Steuerungen, d.h. mit der wachsenden Zahl der über die Numerik steuerbaren Maschinenfunktionen³⁾.

- 1) Bisher dürfte nach unseren Erfahrungen noch kaum ein Betrieb ganz auf maschinelles Programmieren übergegangen sein. Abgesehen davon, daß nur ein Teil der Programmiersprachen voll entwickelt ist, stellen sich dem selbst in Großbetrieben mit eigenem Rechner große technische und vor allem organisatorische Schwierigkeiten entgegen.
- 2) Hierzu ist allerdings darauf hinzuweisen, daß bei der Befragung nach der Zahl der im Betrieb zur Erstellung der Programme für NC-Maschinen zur Verfügung stehenden Programmierer gefragt worden ist; aus den angegebenen Zahlen geht also nicht hervor, in welchem Ausmaß Programmierer tatsächlich ausschließlich für Programmieraufgaben eingesetzt sind. Bei den - nach den Erfahrungen aus den Intensiverhebungen - verschiedenartigen Möglichkeiten des Einsatzes von Programmierern (zur Verfügungstehen von Hilfskräften, Übernahme von Tätigkeiten aus der Arbeitsvorbereitung in unterschiedlichem Ausmaß, Beteiligung oder Nichtbeteiligung der Programmierer beim Einrichten der Maschine usw.) können die angegebenen Zahlen von Betrieb zu Betrieb recht unterschiedliche Bedeutung haben.
- 3) Vgl. Simon, W. (Hrsg.) Produktivitätsverbesserungen mit NC-Maschinen und Computern, München 1969, S.21 ff

Dies sollte auch zu einem relativ stärkeren Einsatz von Programmierern führen. Eine Aufgliederung ergibt jedoch:

- o Die durchschnittliche Zahl der in den Betrieben zur Verfügung stehenden Programmierer variiert kaum entsprechend dem unterschiedlichen Komplexitätsgrad der vorhandenen NC-Maschinen;
- o In Betrieben mit NC-Maschinen gleichen oder ähnlichen Komplexitätsgrades variiert dagegen der Einsatz von Programmierern zwischen einem und vier.

Wenn das zugrunde liegende Zahlenmaterial auch nicht sehr breit ist, so zeigt sich doch, daß der mit der wachsenden Komplexität der Maschine steigende Programmieraufwand nicht eindeutig einen entsprechend großen Einsatz von Programmierern nach sich zieht.

Die relativ große Variationsbreite des Programmierereinsatzes erklärt sich u.a. auch aus der unterschiedlichen Art der Verwendung der Maschinen (Schichteinsatz, Zahl und Länge der pro Zeiteinheit gefahrenen Programme usw.), zum anderen kann sie auch aus unterschiedlichen Formen der Betriebsorganisation resultieren, insbesondere aus einer unterschiedlich breiten Definition des Aufgabenbereichs der Programmierer.

7.2. Veränderungen und Bewegungen im Personalstand

NC-Investitionen werden häufig mit der Intention getätigt, zumindest langfristig Arbeitskräfte, vor allem qualifiziertes Bedienungspersonal, einzusparen. Andererseits induzieren Einführung und Einsatz von NC-Maschinen einen bestimmten zusätzlichen Arbeitskräftebedarf, der nicht immer - u.a. aufgrund der anderen qualitativen Anforderungsstrukturen - durch gleichartig innerbetrieblich freigesetzte oder freizustellende Arbeitskräfte abgedeckt werden kann.

Es ist nun zu untersuchen, welche Arbeitskräftebewegungen - in der einen oder anderen Richtung - in Verbindung mit der Einführung und dem

Einsatz von NC-Maschinen in den untersuchten Betrieben entstanden sind.

7/2.1. Personaleinsparungen

Insgesamt wurde von 17 der 89 untersuchten Betriebe über Einsparungen von Arbeitskräften in Zusammenhang mit der Einführung von NC-Maschinen berichtet. Bei etwa drei Fünftel der in der Fragebogenerhebung erfaßten Betriebe hat sich der Personalstand durch die Einführung der NC-Maschinen nicht verändert, bei etwas weniger als einem Fünftel ergab sich eine Erweiterung des Personalstandes.

Diese Angaben deuten darauf hin, daß tatsächliche Personaleinsparungen bei der Gesamtheit der untersuchten Betriebe eine relativ geringe Rolle spielten. Den Betrieben, in denen im jeweiligen Fertigungsbereich weniger Arbeitskräfte als vor der Einführung der NC-Maschinen tätig waren, stehen fast ebenso viele gegenüber, in denen sich der Personalstand erhöht hat.

In 11 der 17 Betriebe, von denen über Personaleinsparungen berichtet wurde, waren es nur ein oder zwei Arbeitskräfte, während lediglich in zwei Betrieben jeweils mehr als zehn Arbeitskräfte freigesetzt worden sind. Durchschnittlich wurden bei diesen 17 Betrieben etwas mehr als drei Arbeitskräfte freigesetzt, die höchsten Zahlen lagen bei 11 bzw. 15 in jeweils einem Betrieb.

Tab. 23: Art und Anzahl der eingesparten Arbeitskräfte
(Nennungen von 20 Betrieben)

Art der Arbeitskräfte	Anzahl der eingesparten Arbeitskräfte pro Betrieb					Anzahl und Verteilung der Arbeitskräfte insges.	
	1	2	3-5	6-10	11-15	abs.	%
Bedienungsleute	7	3	1	2	2	59	87
Hilfskräfte	1	-	-	1	-	9	13
Gesamt	8	3	1	3	2	68	100

Quelle: Intensiverhebung 1968

Dabei handelte es sich vorwiegend um Bedienungsleute sowie um einige Hilfskräfte.

Die Einsparungen erfolgten - mit wenigen Ausnahmen - in Betrieben, in denen bereits mindestens drei NC-Maschinen aufgestellt waren. Dabei handelte es sich vorwiegend um Betriebe mit mehr als 500 Beschäftigten insgesamt.

Unter quantitativen Aspekten stellten also die im Zusammenhang mit der Einführung von NC-Maschinen erfolgten Einsparungen kaum personalpolitische Probleme, da in den meisten Fällen nur ein kaum in Prozent ausdrückbarer Anteil des jeweiligen gesamten Personalstandes betroffen waren.

Die meisten der freigestellten Arbeitskräfte wurden weiter in der übrigen konventionellen Fertigung verwendet. Drei von vier der Betriebe sind auf diese Weise vorgegangen; nahezu neun von zehn der betroffenen Beschäftigten sind in der konventionellen Fertigung mit Werkzeugmaschinen weiter eingesetzt worden. Andere Möglichkeiten der innerbetrieblichen Umsetzung, wie z.B. die Versetzung in den Werkzeugbau oder in die Versuchsabteilung, spielten kaum eine Rolle.

Nach den Erfahrungen aus einigen der intensiveren Betriebsuntersuchungen war bislang die Problematik der hier am häufigsten erfolgten innerbetrieblichen Umsetzungen - sowohl für den Betrieb wie auch für die Arbeitskräfte selbst - im allgemeinen als relativ gering zu veranschlagen. Dies hängt in erster Linie damit zusammen, daß es in den Werkstätten mit Einzel- und Kleinserienfertigung, um die es sich hier hauptsächlich handelt, durchaus üblich ist, daß die Arbeitskräfte relativ häufig ihren Arbeitsplatz innerhalb der Werkstatt wechseln. Im Interesse einer möglichst hohen Flexibilität in der Planung und Durchführung des Arbeitskräfteeinsatzes wird von den meisten Betrieben darauf geachtet, möglichst viele der Arbeitskräfte im Umgang mit jeweils mehreren, verschiedenartigen Werkzeugmaschinen vertraut zu machen. Das kurzfristige Ausfallen bzw. das Ausscheiden einzelner Arbeitskräfte ist dann leichter auszugleichen, für die Organisation des Schichteinsatzes ergeben sich dann geringere Schwierigkeiten usw. Dies gilt einerseits für die Facharbeiter, die auch im Interesse eines möglichen innerbetrieblichen Aufstiegs zum Vorarbeiter, Meister, Kalkulator usw. über einen möglichst breiten Erfahrungsbereich verfügen sollen und in der Regel von ihrer Qualifikation her auch flexibel genug für das häufigere Umstellen auf die Anforderungen verschiedener Arbeitsplätze sind; andererseits gilt dies auch für die gering qualifizierten Hilfskräfte, weil sie ohnehin nur für Tätigkeiten mit geringeren Anforderungen herangezogen werden.

Bei den angelernten Bedienungsleuten für konventionelle Werkzeugmaschinen gab es dagegen bei der Umsetzung teilweise Schwierigkeiten, da es bei ihnen von der Qualifikation her zumeist eine geringere Flexibilität vorhanden ist und das Eingespieltsein auf eine bestimmte Ma-

schine und die dort am häufigsten auftretenden Bearbeitungsprobleme - insbesondere im Hinblick auf die Akkordentlohnung - zumeist eine größere Rolle spielt.

Von den Möglichkeiten des indirekten Personalabbaus - durch das Nichtersetzen ausgeschiedener Arbeitskräfte bzw. durch das Abstoppen von Neueinstellungen - ist kaum Gebrauch gemacht worden. In keinem der zahlreichen, während der Laufzeit der Studie untersuchten Betriebe, wurden - im Zusammenhang mit der NC-Maschinen-Einführung stehende - Entlassungen bekannt. Dabei ist allerdings zu betonen, daß die Investitionen in NC-Maschinen nahezu ausschließlich in Phasen der Hochkonjunktur, d.h. in Phasen angespannter Arbeitsmarktlage, erfolgten.

7/2.2. Neueinstellungen

Neueinstellungen im Zusammenhang mit der Einführung von NC-Maschinen erfolgten nur in 16 der 89 Betriebe.

Der zusätzliche Personalbedarf war durchschnittlich recht gering, er lag bei etwa 3 Arbeitskräften pro Betrieb.

Tabelle 24: Art und Anzahl der zusätzlich eingestellten Arbeitskräfte (Nennungen von 16 Betrieben)

Art der Arbeitskräfte	Anzahl der neu eingestellten Arbeitskräfte pro Betrieb						Anzahl und Verteilung der Arbeitskräfte insg.	
	1	2	3	4	5-14	15	abs.	%
Bediensungsleute	1	1	1	1	-	1	25	53
Programmierer	2	4	1	1	-	-	17	35
Konstrukteure	1	-	-	-	-	-	1	2
Werkzeugmacher	1	-	-	-	-	-	1	2
Ingenieure	-	1	-	-	-	-	2	4
Hilfskräfte	-	1	-	-	-	-	2	4
Gesamt	5	7	2	2	-	1	48	100

Quelle: Intensiverhebung 1968

Es zeigt sich also recht deutlich, daß unter quantitativen Aspekten auch der zusätzliche Personalbedarf der Betriebe, die ja zumeist mehr als 1000 Beschäftigte insgesamt haben, so gut wie keine Rolle spielte.

Mehr als die Hälfte der insgesamt 48 von diesen Betrieben zusätzlich benötigten Arbeitskräfte waren Bedienungsleute für die NC-Maschinen, wobei es sich vielfach um Angelernte handelte. Die zweitgrößte Gruppe stellten die Programmierer dar, während Hilfskräfte einerseits und qualifizierte Arbeitskräfte, wie Ingenieure, Werkzeugmacher und Konstrukteure nur in einzelnen Fällen und in geringer Anzahl zusätzlich benötigt wurden.

Bedienungskräfte und Programmierer wurden zusätzlich vor allem in solchen Betrieben benötigt, in denen bereits eine größere Anzahl von NC-Maschinen aufgestellt war, während die anderen hochqualifizierten Arbeitskräfte in erster Linie in vergleichsweise kleinen oder mittelgroßen Betrieben mit ein bis zwei NC-Maschinen benötigt wurden.

7/2.3. Überlegungen zur Auswirkung auf die Beschäftigung

Mit der Gegenüberstellung von zusätzlichem Arbeitskräftebedarf und Einsparungen ist nur ein Teilaspekt der umfassenden Fragestellung nach der Einsparung menschlicher Arbeitskraft durch die Realisierung der technisch-organisatorischen Neuerung zu fassen. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, welchen Kapazitätseffekt die NC-Investitionen hatten, d.h. in welcher Weise sich die Produktionskapazität der Betriebe durch die Einführung von NC-Maschinen verändert hat.

Einen Aufschluß hierzu ergeben die Antworten auf die Fragen, ob die beschafften NC-Maschinen als Ersatz- oder Erweiterungsinvestition geplant worden sind und ob sich durch ihre Aufstellung die Produktionskapazität vergrößert hat oder gleich geblieben ist.

Tabelle 25: NC-Maschinen als Ersatz- oder Erweiterungsinvestitionen und Kapazitätsveränderungen¹⁾ (Anzahl der Betriebe)

Art der Investition	Kapazität hat sich vergrößert		Kapazität ist gleichgeblieben		insges.	
	abs	%	abs	%	abs.	%
Ersatzinvestition	34	38	21	24	55	62
Erweiterungsinvestition	34	38	-	-	34	38
Gesamt	68	76	21	24	89	100

Quelle: Intensiverhebung 1968

Obwohl nur in etwa zwei Fünftel der untersuchten Betriebe die Einführung von NC-Maschinen als Erweiterungsinvestition geplant war, führte sie in über drei Viertel der Betriebe tatsächlich zu einer Vergrößerung der Kapazität.

Noch offen ist die Frage, in welchem Ausmaß sich die Produktionskapazität durch den Einsatz von NC-Maschinen erhöht. Eine Messung dieser Größe ist nicht nur für den außenstehenden Beobachter, sondern auch für die Beteiligten in einem Betrieb außerordentlich schwierig. Gewisse Hinweise ergeben sich aus den Antworten der im Rahmen der Intensiverhebung 1968 gestellten Frage:

"Kann nach Ihren Erfahrungen eine numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine mehrere konventionelle Werkzeugmaschinen ersetzen?"

Die Informanten aus 75 der 89 mit der Befragung erfaßten Betriebe beantworteten diese Frage positiv.

Zusätzlich wurde erfaßt, wieviele konventionelle Werkzeugmaschinen durchschnittlich im jeweiligen Betrieb durch eine NC-Maschine - real oder hypothetisch - ersetzt worden sind. Im Hinblick auf die Beurteilung dieser Angaben ist zu beachten, daß es sich dabei natürlich um Schätzwerte handelt.

¹⁾ Eine Verminderung der Produktionskapazität war in keinem Fall zu verzeichnen.

Nach Angaben aus insgesamt 83 der untersuchten Betriebe wurden durch die 281 in diesen Betrieben vorhandenen NC-Maschinen insgesamt etwa 650 konventionelle Werkzeugmaschinen ersetzt, d.h. daß eine NC-Maschine im Durchschnitt aller erfaßten Betriebe 2,3 konventionelle Werkzeugmaschinen ersetzt hat.

Zwar muß der Versuch, die aus dieser Einsetzungsquote resultierenden Personaleinsparungen zu kalkulieren, notwendigerweise abstrakt bleiben, nicht nur, weil eine solche Rechnung sich auf recht hypothetische Schätzwerte beziehen muß, sondern auch, weil zugleich die durch die Eigenart der NC-Maschinen bedingten Veränderungen im Umfeld des eigentlichen Produktionsvorganges - z.B. aus erhöhter Flexibilität und Qualität resultierende Auswirkungen auf Produktionsgestaltung und Qualitätskontrolle - kaum auf ihre personellen Auswirkungen hin einzugrenzen sind.

So sei hier nur in einer sehr groben Überschlagsrechnung versucht, einen ungefähren Anhaltspunkt zu geben über mögliche Größenordnungen der mit der Einführung von NC-Maschinen verknüpften Personaleinsparungen (zunächst unter der Voraussetzung gleichbleibenden Produktionsumfangs).

Insgesamt sind in den 89 untersuchten Betrieben etwas über 1000 Arbeitskräfte als Einrichter, Maschinenbediener und Programmierer im Zusammenhang mit der Produktion an NC-Maschinen tätig¹⁾. Bezogen auf die 83 Betriebe, aus denen Schätzwerte über die "Ersetzungsquote" vorlagen, ergäbe dies etwa 950 Arbeitskräfte an 281 NC-Maschinen. Geht man davon aus, daß an den 650 "ersetzten" konventionellen Werkzeugmaschinen durchschnittlich zwei Arbeitskräfte beschäftigt waren, so hieße dies, daß von 1300 Arbeitskräften etwa 350, also etwa 25 %, "eingespart" wurden. Geht man von 2,5 Arbeitskräften pro konventioneller Werkzeugmaschine aus, so ergäbe dies eine "Einsparungsquote" von über +0%, bei drei Arbeitskräften von über 50%. Dabei erscheint letzterer Wert eher realistisch, da wohl von einem überwiegend zweischichtigen

¹⁾ Andere Tätigkeitsgruppen, wie Meister, Reparaturpersonal etc., wurden hier nicht berücksichtigt.

Einsatz der konventionellen Werkzeugmaschinen ausgegangen werden kann.

Es wird deutlich, daß nur bei stark expansivem Produktionsvolumen, bzw. starkem Arbeitskräftemangel, die Einführung von NC-Maschinen nicht zu Entlassungen bzw. deutlicher Schlechterstellung von Arbeitskräften führt, Voraussetzungen die bislang fast durchweg gegeben waren.

Auf den in Frage kommenden Teilarbeitsmarkt der knapp eine Million Metallarbeiter bezogen, erscheint die Zahl der bislang "eingesparten" Arbeitskräfte zwar relativ unbedeutend: Geht man von den für 1972 geschätzten 3500 NC-Maschinen aus, so ergäbe dies "Einsparungen" von 4000 (bei einer Einsparungsquote von 25%) bis 12000 (bei einer Einsparungsquote von 50 Prozent) Arbeitskräften.

Für die Zukunft ist allerdings in Betracht zu ziehen, daß indirekte, durch die NC-Maschinen-Einführung mit induzierte technische und organisatorische Rationalisierungsprozesse, zusätzliche Einsparung von Arbeitskraft zur Folge haben können, die kaum in einer auch nur sehr groben Rechnung kalkulierbar sind.

Problematisch dürfte sich die Situation in einzelnen Betrieben darstellen, wenn NC-Maschinen in größerer Zahl zum Einsatz kommen, ohne daß dies mit wesentlichen Produktionssteigerungen verbunden wäre.

8. Auswahl und Einweisung der Arbeitskräfte

Die außerordentlich grosse Unterschiedlichkeit der organisatorischen Einbeziehung und der Auswirkungen auf Personalstruktur und Qualifikationsanforderungen werfen die Frage auf, mit welchen personalpolitischen Maßnahmen die Einführung von NC-Maschinen begleitet war. Vor allem die Auswahl und Qualifizierung von Arbeitskräften, deren Arbeit in unmittelbarem Bezug zur NC-Technologie steht, ist hier von Interesse.

Die Analyse der mit der Einführung von NC-Maschinen verbundenen Personalbewegungen ergab, daß diese praktisch in keinem der untersuchten Betriebe zu Entlassungen führte und daß auch die Zahl der Neueinstellungen außerordentlich gering war.

Dies verweist auf die Bedeutung der innerbetrieblichen Rekrutierung und zugleich, da ja meist einschlägig qualifiziertes Personal noch nicht zur Verfügung stand, auf den Prozeß der Qualifizierung für die neuen Aufgaben.

Im folgenden seien nun die für einige der wichtigsten Qualifikationsgruppen typischen Auswahl -und Qualifizierungsprozesse dargestellt.

8/1. Einrichter

Aus den Ergebnissen der Einzelfallerhebungen geht hervor, daß Einrichter praktisch ausschließlich innerbetrieblich rekrutiert werden, bzw. daß besonders im Umgang mit NC-Maschinen erfahrene Maschinenbediener in einem längeren Prozeß - mehr oder weniger ungeplant - in eine solche Position aufrücken, was schließlich formal durch die Einstufung als Vorarbeiter bestätigt wird. Dabei ist zu beachten, daß die Einrichterposition nicht in jedem Betrieb vorhanden ist; wie dargestellt, werden Einrichtungsarbeiten teilweise von den Bedienungsleuten selbst erledigt, teilweise durch Programmierer oder auch Meister übernommen.

Bei der Vorbereitung auf den neuen Aufgabenbereich überwiegt dementsprechend die rein innerbetriebliche Schulung : in sieben von zehn Betrieben wurden die Einrichter nur auf diese Weise vorbereitet und acht von zehn in den Betrieben eingesetzten Einrichter sind nur innerbetrieblich auf den neuen Aufgabenbereich vorbereitet worden. Einrichter wurden zumeist nur dann beim Hersteller auf das neue Aufgabengebiet vorbereitet, wenn es sich um eine erste NC-Maschine für den jeweiligen Betrieb handelte, bzw. wenn eine besonders komplizierte Maschine aufgestellt werden sollte. Sind mehrere Einrichter vorgesehen, wird meist nur einer zur Schulung beim Hersteller geschickt, der dann die erworbenen Kenntnisse an die Arbeitskollegen weitergibt. Eine Schulung durch überbetriebliche Institutionen wurde hier nicht erwähnt.

Die Vorbereitung besteht fast ausschließlich in einer, meist kurzen, praktischen Einweisung am Arbeitsplatz, z.B. durch das Fachpersonal des Herstellers oder durch andere NC-erfahrene Arbeitskollegen.

8/2. Maschinenbediener

Die Auswahl und Vorbereitung der Bedienungsleute für eine neuartige NC-Maschine ist in nahezu allen untersuchten Betrieben etwa nach dem folgenden Muster abgelaufen:

Ausgewählt wurde ein meist jüngerer, hochqualifizierter Facharbeiter (je nach der Maschinenart z.B. ein gelernter Maschinenschlosser oder ein gelernter Dreher), der sich technische Neuerungen gegenüber aufgeschlossen zeigte und vielfach auch über relativ breite Betriebserfahrungen verfügte (z.B. dadurch, daß er bereits in mehreren Abteilungen des Betriebes verschiedenste konventionelle Maschinen bedient hatte, daß er innerhalb der Instandhaltungsabteilung für die Montage und Abnahme neuer Maschinen zuständig war oder mit dem spezifischen Bearbeitungsproblem, das auf der neuen NC-Maschine gelöst werden sollte, besonders gut vertraut war). Häufig handelte es sich dabei um Arbeitskräfte, die bereits in einer unteren Vorgesetztenposition tätig gewesen waren (meist Vorarbeiter).

Die Auswahl der Bedienungsleute scheint in der Regel relativ improvisiert vor sich gegangen zu sein. In keinem Betrieb konnte ein

systematisches Auswahlverfahren - z.B. derart, daß man alle von der Qualifikation her infrage kommenden Arbeitskräfte nach bestimmten Kriterien beurteilte - festgestellt werden. Oft war die Auswahl dadurch vorgesteuert, daß man für diese Aufgabe Arbeitskräfte vorsah, die schon vorher in der jeweils für die Aufstellung der NC-Maschine vorgesehenen Werkstatt arbeiteten bzw. konventionell jene Werkstücke bearbeitet hatten, mit denen die NC-Maschine hauptsächlich belegt werden sollte.

In jenen - meist relativ großen - Betrieben, in denen die erste NC-Maschine im Vergleich zum gesamten Einführungsprozeß dieser neuen Technologie relativ früh (Ende der fünfziger, Anfang der sechziger Jahre) und deshalb häufig auch unter eher experimentellen Gesichtspunkten aufgestellt wurde, ergab sich häufig schon in dieser frühen Phase vor der eigentlichen Aufstellung der Maschine im Betrieb ein sehr enger Kontakt zwischen Betriebsleitung und/oder Managementspitze und dem jeweiligen für die Bedienung dieser ersten NC-Maschine vorgesehenen Facharbeiter. Dieses Interesse der Betriebspitzen führte dann zu einer sehr starken Identifikation der betreffenden Facharbeiter mit dem ihnen gestellten Aufgabenbereich, die sich beispielsweise darin dokumentierte, daß auch außerhalb der Arbeitszeit Fachliteratur studiert wurde, einschlägige Vorträge besucht wurden und später - nach Aufstellung der Maschine im Betrieb - eine hohe Bereitschaft bestand, sich auch außerhalb der normalen Arbeitszeiten um das Anlaufen der Maschine zu kümmern, bei Funktionsstörungen auch in der Nacht abrufbar zu sein usw.

Aus unseren Untersuchungsergebnissen geht hervor, daß sich in dieses Engagement des Spitzenmanagements bei der Aufstellung einer ersten NC-Maschine im Betrieb mit zunehmendem Fortgang des Gesamtprozesses der Einführung der neuen Technologie und der damit zusammenhängenden zunehmenden Konkretisierung der Erwartungen an diese neuen Produktionsmittel tendenziell verringerte. Es trat eine Verlagerung in Richtung auf die jeweils zuständigen, arbeitsteilig differenzierten Abteilungen ein; in einem Fall wurde - wie erwähnt - speziell für den Zweck der Einführung dieser neuen Technologie eine eigene Stabsabteilung gebildet, die dann auch zumindest mitverantwortlich für den Einsatz der Arbeitskräfte war.

Die Durchführung spezieller innerbetrieblicher Ausbildungs- bzw. Schulungsprozesse für diese ersten Bedienungsleute sind in keinem der untersuchten Betriebe geplant worden. Dies war in der Regel schon deshalb nicht möglich, weil die dem Management vorliegenden Informationen zum jeweiligen Zeitpunkt der Aufstellung der ersten NC-Maschine eher theoretischer Art waren und nicht ausreichten, um Bedienungs- oder auch Reparatur- und Wartungsfachkräfte für die möglichen praktischen Probleme der Bedienung und Wartung vorzubereiten. Meist wurde

es diesen Arbeitskräften selbst überlassen, inwieweit sie sich schon zu diesem Zeitpunkt allgemeine Informationen über die neue Technologie oder spezielle Unterlagen des Herstellers der bestellten NC-Maschine beschafften.

Die betriebliche Initiative beschränkte sich häufig darauf, daß der vorgesehene Bedienungsmann dann, wenn die NC-Maschine beim Hersteller aufgestellt, d.h. Maschinenteil und Steuerungsteil gekoppelt waren, für einen Zeitraum von drei Tagen bis einer Woche dort hingeschickt wurde, um sich mit der neuen Maschine vertraut zu machen. Dabei werden dann einige der Werkstücke auf der NC-Maschine probegefertigt, mit denen die Maschine später beim Verwender belegt werden sollte.

Mit zunehmender Einführung der neuen Technologie traten Änderungen bzw. zeitliche Verschiebungen im jeweils spezifischen Einführungsprozeß einer NC-Maschine ein. NC-Maschinen wurden nicht mehr in einem Prozeß der Kooperation zwischen Hersteller und Verwender bzw. Besteller einer Maschine konzipiert, sondern waren bereits im Produktionsprogramm des Herstellers vorhanden (wobei allerdings auch dann noch sehr häufig vom Besteller Abänderungen verlangt wurden). Dies bedeutete, daß der vorgesehene Bedienungsmann bereits vor Bestellung der Maschine bei einem oder mehreren Herstellern Probewerkstücke aus dem Produktionsprogramm eines Betriebes auf einer Maschine des in Aussicht genommenen Typs fertigen konnte und dann bei Fertigstellung dieser Maschine nur noch ein Schulungsprozeß geringerer Intensität notwendig war.

Ähnliches gilt dann, wenn in einem Betrieb eine weitere NC-Maschine aufgestellt werden soll, insoweit es sich nicht um andere Fertigungsverfahren handelt. Es wurden dann in der Regel solche Arbeitskräfte für die Bedienung bzw. die Überwachung der Bedienung der neu aufzustellenden NC-Maschine vorgesehen, die bereits mit der oder den im Betrieb vorhandenen NC-Maschinen Erfahrungen hatten. Es fand dann ein weiterer Prozeß indirekter Vorsteuerung der Auswahl der Bedienungsmänner für eine neu aufzustellende NC-Maschine statt, der die Notwendigkeit personalplanerischer Aktivitäten noch geringfügiger erscheinen ließ.

Diese Ergebnisse aus den Einzelfalluntersuchungen werden durch die Fragebogenerhebung bestätigt: In 7 von 10 Betrieben sind die Bedienungsmaschinen ausschließlich innerbetrieblich auf den Einsatz an den NC-Maschinen vorbereitet worden, in 2 von 10 Betrieben wurden - zumeist nur einige wenige der zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte - beim Hersteller, der Rest innerbetrieblich vorbereitet und in nur 5 der 89 erfaßten Betriebe fand die Schulung ganz überwiegend oder ausschließlich beim Hersteller statt. Die Schulung in überbetrieblichen Kursen, bei anderen Produktionsbetrieben usw. spielt so gut wie keine Rolle: nur 2 Betriebe weisen auf ein solches Vorgehen hin.

Insgesamt nimmt also die Schulung außerhalb der Betriebe nur einen relativ geringen Raum ein. Sie wird vermutlich nur in solchen Ausnahmefällen durchgeführt, in denen eine besonders schwierig zu bedienende NC-Maschine aufgestellt werden soll bzw. wenn Qualifikationen und Kenntnisse des sonstigen, mit dem Einsatz der NC-Maschinen befaßten Personals nicht ausreichen, um eine betriebliche Einweisung am Arbeitsplatz zu gewährleisten.

Die Dauer der Einweisung an der NC-Maschine liegt bei den Facharbeitern durchschnittlich etwas niedriger als bei den Angelernten: von den Facharbeitern sind jeweils ca. 45% bis zu 2 Wochen bzw. 2 bis unter 6 Wochen geschult worden, bei 6% dauerte die Schulung 6 Wochen und länger; bei den Angelernten sind etwas weniger als ein Drittel bis zu 2 Wochen und etwas mehr als die Hälfte (54%) bis unter 6 Wochen sowie 10% 6 Wochen und länger in die Bedienung der NC-Maschinen eingewiesen worden.

Nach den Erfahrungen aus den übrigen Erhebungen handelt es sich bei der "Schulung" des Bedienungspersonals nahezu ausschließlich um direkte Einweisung am Arbeitsplatz; dies gilt sowohl für die Einführung beim Hersteller als auch im jeweiligen Verwenderbetrieb. Systematische Schulung in Form von Kursen, in denen z.B. Grundkenntnisse über das Funktionieren der numerischen Steuerung oder der Verbindungselemente zwischen Steuerung und Werkzeugmaschine usw. vermittelt werden, sind für das Bedienungspersonal nur in wenigen Ausnahmefällen durchgeführt worden.

Die Einweisung erfolgte meist in Zusammenarbeit mit dem Montagepersonal des Herstellers, wenn dieses bei der Aufstellung der Maschine im jeweiligen Verwenderbetrieb zugegen war. In den meisten Fällen wird zumindest einer der für die Bedienung oder Überwachung der NC-Maschine vorgesehene Facharbeiter an der Endmontage der Maschine beteiligt. Er nimmt dann - vielfach nachdem er die Maschine in der Anlaufzeit einige Wochen selbst bedient hat - die Einweisung weiterer Arbeitskräfte vor.

Insgesamt zeigt sich, daß die Vorbereitung und Einweisung des Bedienungspersonals zwar einen gewissen Raum im Gesamtprozeß der Einführung der neuartigen Produktionsmittel einnimmt, daß aber in aller Regel - dies gilt für alle Kategorien des Personals - bereits während dieser Einweisungsprozesse produktiv gearbeitet wird, d.h. daß es sich nicht um eigenständige Ausbildungsprozesse außerhalb der Produktion handelt.

8/3. Reparatur- und Wartungspersonal

Die Einführung von NC-Maschinen bringt auch zusätzliche Anforderungen an das Reparatur- und Wartungspersonal mit sich. Während die maschinen-technische Wartung keine prinzipiell neuartigen Probleme aufwirft, die eine - über das übliche hinausgehende - besondere Qualifizierung des Reparatur- und Wartungspersonals notwendig machten, ist dies hinsichtlich des Steuerungsteils und teilweise auch der Verbindungsglieder zwischen Maschine und Steuerung der Fall.

Die Problematik liegt darin, daß nur die wenigsten Betriebe bei Einführung von NC-Maschinen über Betriebselektriker mit ausreichenden Elektronikkenntnissen oder gar über speziell als Elektroniker ausgebildete Fachkräfte verfügten, daß andererseits solche spezialisierten Fachkräfte mit der Wartung einer oder nur einiger weniger NC-Maschinen keineswegs ausgelastet sind.

In der jeweiligen Anfangsphase der Einführung der neuen Technologie haben sich daher die meisten Betriebe auf den Reparatur- und Wartungs-

service der Maschinen- bzw. Steuerungshersteller verlassen. Inwieweit dies befriedigend war, hing sowohl von der örtlichen Lage des Betriebs ab, wie auch vom Ausbau des Servicenetzes der betreffenden Herstellerfirmen. In der Frühphase gab es hier häufig Probleme, da es bei einem plötzlichen Ausfall der Maschine bzw. der Steuerung oft lange dauerte, bis ein Service-Techniker in den Betrieb kam, um den Schaden zu beheben.

8/4. Programmierer

Der Einsatz von NC-Maschinen in der Fertigung impliziert, daß ein Großteil der disponierenden Arbeiten zur Steuerung der Maschinenbewegungen in den verschiedenen Achsen, der Drehgeschwindigkeiten der Werkzeuge, der Werkzeugauswahl usw., die bei konventioneller Fertigung nach mehr oder weniger groben Angaben der Arbeitsvorbereitung vom Maschinenbediener selbst vorgenommen werden, im Prozeß des Programmierens der numerischen Steuerung der Maschine detailliert vorgeplant und festgelegt werden müssen. Bei Erstellung eines solchen detaillierten Steuerungsprogramms - einschließlich der Herstellung des Lochstreifens, der bei den heute üblichen NC-Maschinen nahezu ausschließlich als Informationsträger dient - ist für die Betriebe ein neuer Aufgabenbereich.

Umfang und Schwierigkeit des Programmiervorganges sind je nach Art und Komplexität der NC-Maschine sehr unterschiedlich. So ist beispielsweise die Programmierung einer einspindeligen Bohrmaschine mit zweiachsiger Punkt- oder Streckensteuerung sehr viel einfacher als die Erstellung eines Steuerprogramms für eine bahngesteuerte Drehmaschine oder für ein vier- oder fünfachsiges Bearbeitungszentrum.

Unsere Untersuchungen haben gezeigt, daß die Betriebe zumeist mit der Aufstellung von NC-Maschinen relativ geringen Komplexitätsgrades begonnen haben, so daß sich zunächst nur relativ einfach zu lösende Programmieraufgaben stellten.

Für die Auswahl der Programmierer wurden die folgenden Kriterien genannt:

- o Beherrschung der jeweils zu programmierenden Fertigungsverfahren, damit der Arbeitsprozeß im Programmiervorgang gedanklich vorweggenommen werden kann;
- o unspezifische Qualifikationen wie z.B. Genauigkeit, Zuverlässigkeit, die Fähigkeit zu abstraktem, analytischem Denken und zur Handhabung einer größeren Zahl von Unterlagen im Arbeitsprozeß (z.B. Werkstoff- und Werkzeugkartei, Programmierschriften usw.);
- o bei komplexeren Maschinen darüberhinaus Grundkenntnisse in Trigonometrie.

Die notwendigen fertigungsspezifischen Kenntnisse erfordern meist, daß eine Lehre in dem speziellen Fertigungsverfahren absolviert worden ist. In vielen Betrieben wird zusätzlich eine mehrjährige Werkstattpraxis - möglichst an Maschinen verschiedenster Art - verlangt; dieses Kriterium ist jedoch umstritten; teilweise war man in den untersuchten Betrieben der Ansicht, daß eine Lehre und eine nur relativ kurze (6 Monate bis 1 Jahr dauernde) Werkstattpraxis ausreichend sei.

In den näher untersuchten Betrieben sind für die Programmertätigkeiten der jeweils ersten NC-Maschine - unter mehr oder weniger weitgehender Beachtung dieser Kriterien - zumeist jüngere Facharbeiter ausgewählt worden, die sehr häufig bereits längere Zeit in der Arbeitsvorbereitung des jeweiligen Betriebes tätig waren. Dies lag in den meisten Betrieben nahe, da das Programmierbüro der Abteilung für Arbeitsvorbereitung angeschlossen wurde. Zusätzlich sprach für diese Vorgehensweise die Erwartung, daß sich mit dem Einsatz von NC-Maschinen der personelle Aufwand für die Konstruktion von Vorrichtungen - insbesondere bei häufig wechselndem Werkstückprogramm - vermindere, wodurch hier tendenziell Personalkapazität frei werde.

Da einerseits auf dem Arbeitsmarkt entsprechend geschulte Fachkräfte kaum zu erhalten waren, andererseits für die Erfüllung der Programmieraufgaben neben möglichst vielfältigen Maschinenkenntnissen vor allem auch betriebsspezifische Kenntnisse (z.B. im Hinblick auf das Werkstückprogramm, die Betriebsorganisation usw.) für notwendig erachtet wurden, wurden auch später Programmierer fast ausschließlich innerbe-

trieblich rekrutiert. Die Fragebogenerhebung ergab, daß von den insgesamt 208 in die Programmieraufgaben eingewiesenen Arbeitskräfte nur 17 (weniger als 10%) im Zusammenhang mit der NC-Maschinen-Einführung von außen neu eingestellt worden sind.

Für die Besetzung dieser Arbeitsplätze kamen neben Facharbeitern, die nach Möglichkeit über Erfahrungen in disponierenden Tätigkeiten - z.B. in der Arbeitsvorbereitung - verfügen, als Kalkulatoren tätig waren, auch Konstrukteure und Techniker infrage. In einigen Betrieben sind in diesem Aufgabenbereich in Einzelfällen auch ehemalige angelernte Maschinenbediener ohne formale Qualifikation, jedoch mit entsprechend breitem Erfahrungshintergrund, erfolgreich als Programmierer eingesetzt.

Bei der Einweisung der Fachkräfte zur Programmierung der NC-Maschinen ging man prinzipiell ähnlich vor wie bei den Bedienungsleuten: Ein oder zwei zukünftige Programmierer wurden zu der Herstellerfirma der jeweiligen Maschine geschickt, um dort eingeführt zu werden. Es stellte sich heraus, daß es günstig ist, diese Schulung schon relativ lange Zeit vor der Aufstellung der Maschine im Betrieb vorzunehmen, damit dann, wenn die Maschine im Betrieb läuft, keine Engpässe durch das Fehlen von Programmen auftreten.

Teilweise haben die Verwenderfirmen zu dieser Programmierschulung anfangs auch Ingenieure oder Techniker geschickt, die allgemein für die Einführung der NC-Maschinen verantwortlich waren, damit diese auch später in der Lage waren, bei auftretenden Schwierigkeiten einzuspringen und die innerbetriebliche Schulung weiteren Programmierpersonals vorzunehmen. Solche Schulungsmaßnahmen im Betrieb selbst gab es jedoch erst dann, wenn eine größere Zahl von NC-Maschinen aufgestellt war bzw. werden sollte.

Insgesamt zeigt sich, daß die qualitative Vorbereitung des Fachpersonals auf die Programmieraufgaben - sowohl was die Zahl der betroffenen Fachkräfte angeht, wie auch was die Dauer der Vorbereitungsmaßnahmen betrifft - einen beachtlichen Raum im Gesamtprozeß der Einführung der NC-Maschinen einnimmt. Die Bedeutung der Vermittlung von "know how"

wird dadurch unterstrichen, daß nach den vorliegenden Angaben nur etwa ein Drittel der Betriebe bei der Unterweisung des Programmierpersonals auf direkte, praktische Unterstützung von außen durch Herstellerbetriebe oder überbetriebliche Institutionen verzichten konnte. Darüber hinaus dürften auch die meisten dieser Betriebe auf die Lieferung von Informationsmaterial und Unterlagen auf außenstehende Institutionen angewiesen gewesen sein.

Auf dem Hintergrund des weitgehenden Fehlens einer vorausschauenden Planung und organisatorischen Vorbereitung der mit der NC-Maschinen-Einführung notwendig werdenden Qualifizierungsprozesse bei den Verwenderbetrieben bestätigen die hier vorgetragenen Ergebnisse die These, daß sich Initiierung und u.a. Durchführung dieser personalpolitischen Maßnahmen zum Teil aus den Verwenderbetrieben heraus verlagert haben. Besonders gilt dies für die jeweilige Anfangsphase bestimmter Anwendungen der NC-Technologie. Bei der raschen technischen Entwicklung ergibt sich zunächst eine Tendenz zur Monopolisierung des technischen Spezialwissens bei den Herstellern, die diese dann dazu zwingt, die Distribution dieses "know how" weitgehend selbst zu organisieren und teilweise auch durchzuführen und ergänzend zur "hard ware" dem Kunden anzubieten¹⁾.

8/5. Personalpolitische Aspekte

Allgemein läßt sich feststellen, daß der Lösung der mit der Einführung der NC-Technologie auftretenden personellen Probleme in den meisten Fällen vom Management der Betriebe ein erstaunlich geringer Stellenwert zugeschrieben wurde. Dies hängt zweifellos damit zusammen, daß die sukzessive Einführung einzelner NC-Maschinen unmittelbar jeweils nur eine vergleichsweise geringe Zahl von Arbeitskräften betraf, so daß größeren organisatorischen Aufwand erfordernde personalpolitische Maßnahmen nicht für notwendig gehalten wurden. Recht informell erscheinende Wege der Information und Auswahl des Personals wurden als ausreichend wirksam für die erfolgreiche Realisierung der technischen Neuerungen gehalten.

¹⁾ Darüber hinaus wird z.B. auch ein guter Teil der Referate in den überbetrieblichen Kursen des VDI von Referenten aus Herstellerbetrieben bestritten.

So wurde die Personalabteilung kaum je zur Lösung von Personalproblemen eingeschaltet. Dies mag mit der für viele Betriebe der untersuchten Investitionsgüterindustrien typischen Beschränkung des Funktionsbereichs der Personalabteilung auf die Erledigung der Einstellungs- und Entlassungsformalitäten, der Personalwerbung sowie u.U. der Lohnbuchhaltung u.ä.m. zusammenhängen. Solche Aufgaben fallen bei NC-Einführung und Einsatz kaum an bzw. sind nicht in spezifischer Weise abzuwickeln.

Durch den sukzessiven Einsatz einzelner NC-Maschinen entsteht ein in der Regel im Vergleich zum Personalbestand der Unternehmen quantitativ nur unerheblicher Personalbedarf, aus dem sich kaum Konsequenzen für die betriebliche Einstellungspolitik ergeben. Zumindest in der Einführungsphase wurden die Arbeitskräfte praktisch ausschließlich innerbetrieblich rekrutiert.

Insgesamt ergab sich aus unseren Erhebungen der Eindruck, daß eine bewußt geplante und gezielt aufgefächerte Informationspolitik im Zusammenhang mit der NC-Einführung eher die Ausnahme als die Regel des Vorgehens darstellte. So überwogen weitgehend informelle Informations- und Einweisungsprozesse.

Die Information des Betriebsrats nach den Vorschriften des Betr.VG ist zumindest in einem größeren Teil der Fälle, insbesondere bei der jeweiligen Einführung einer ersten oder mehrerer NC-Maschinen in zeitlich kurzen Abständen erfolgt.¹⁾

Dazu kam, daß aufgrund der Komplexität und Differenziertheit der Anwendung der NC-Technologie und ihrer vergleichsweise raschen Verbrei-

¹⁾ Die Betriebsräte waren jedoch kaum aktiv in den Innovationsprozeß eingeschaltet, teils weil die jeweils von der Betriebsleitung erhaltenen Informationen dies nicht erlaubten, teils auch aufgrund des Fehlens entsprechender Strategien. Da von der Einführung von NC-Maschinen unmittelbar stets nur einzelne Arbeitskräfte betroffen sind, Entlassungen oder größere Umgruppierungen daher kaum zu befürchten waren, war auch das Interesse der meisten Betriebsräte ziemlich gering. Vgl. dazu auch die übereinstimmenden Ergebnisse in: RKW (Hrsg.) Wirtschaftliche und soziale Aspekte des technischen Wandels in der Bundesrepublik Deutschland, Frankfurt 1970, Bd. 1, S. 301 f.

tung die Aufgabe der Vermittlung der für den Umgang mit ihr notwendigen technischen und auch organisatorischen Spezialkenntnisse zunächst weitgehend den Herstellerbetrieben zufiel. Auf diese Weise hat sich zunächst ein Teil der personalpolitischen Problemlösungsprozesse aus den Betrieben, die dieses Personal beschäftigen, in die Herstellerbetriebe verlagert.

Offensichtlich haben die Betriebe den für den Einsatz von NC-Maschinen erforderlichen Qualifizierungsaufwand außerordentlich niedrig gehalten, nicht zuletzt auf "Kosten" der involvierten Arbeitskräfte. Problematisch für diese ist vor allem, daß die zumeist im Arbeitsprozeß und nur sehr selten in eigenständigen Schulungsveranstaltungen vermittelten Qualifikationen so gut wie garnicht abgesichert werden und in der Regel stark maschinengebunden und betriebspezifisch sind. Die weitgehend fehlende systematische Aus- und Fortbildung führt dazu, daß die erworbene Qualifikation der Arbeitskräfte nur im jeweiligen Betrieb, häufig sogar nur im engen Bereich der Werkstatt einsetzbar ist, d.h. Chancen der Arbeitskräfte zur Verbesserung ihrer Position sind stark eingeschränkt. Dies geht soweit, daß gerade sehr gut qualifizierte Arbeitskräfte, die sich im Bereich der NC-Fertigung "unentbehrlich" gemacht haben, aufgrund der mangelnden formalen Absicherung der Qualifikation, sich in ihrem weiteren innerbetrieblichen Aufstieg blockiert sehen, da dieser über den jetzigen Einsatzbereich hinausführen müßte.

Daß sich die Betriebe eine solch eher untergeordnete Behandlung der Auswahl und Vorbereitung der Arbeitskräfte leisten konnten, offensichtlich ohne mit großen Schwierigkeiten konfrontiert zu werden, ist an bestimmte Voraussetzungen geknüpft. Neben der sukzessiven Einführung jeweils nur einzelner Maschinen und der damit verbundenen quantitativen Reduzierung aller Personalprobleme spielten hier nicht zuletzt die Verfügung über ein Reservoir an bereits geschulten und weiterqualifizierbaren Fachkräften, typischerweise jüngeren Facharbeitern, sowie eine grundsätzlich positive Einstellung der Arbeitskräfte zu der technologischen Neuerung, eine wichtige Rolle.

Widerstände der Belegschaft gegenüber der Einführung der neuen Technologie scheinen in den untersuchten Betrieben kaum von Bedeutung gewesen zu sein. Aus vielen Betrieben wird berichtet, daß die Arbeitskräfte - insbesondere auch die jüngeren - technischen Neuerungen im allgemeinen und der Numerik im besonderen recht aufgeschlossen gegenüberstanden.

All diese Tendenzen weisen darauf hin, daß die Betriebe einen nicht unerheblichen Teil der sozialen "Kosten", die mit der Einführung der neuen Technologie und insbesondere mit den Problemen der notwendigen Weiterqualifizierung verbunden waren, auf die Arbeitskräfte abwälzten. Der Erfolg der NC-Maschinen-Eingliederung hing ganz offensichtlich vielfach mehr vom Engagement und persönlichen Einsatz einzelner Arbeitskräfte ab, als von geplanten Maßnahmen der Betriebsleitungen¹⁾.

Es erscheint zweifelhaft, ob diese Bedingungen in Zukunft weiterhin in gleichem Maße vorausgesetzt werden können und damit die Gewähr für den "Erfolg" der bislang geübten Praktiken erhalten bleibt.

8/6. Exkurs: Zum Problem leistungsgerechte Entlohnung des Bedienungspersonals an NC-Maschinen

Die Einführung der NC-Maschinen wirft in vielen Betrieben Fragen der Entlohnung des Bedienungspersonals auf. Es zeigt sich, daß eine Leistungsentlohnung nach dem herkömmlichen Akkordsystem, wie sie in vielen Betrieben in der konventionellen Fertigung mit Werkzeugmaschinen üblich ist, bei NC-Maschinen problematisch wird. Eine Ursache dafür liegt darin, daß der Maschinenbediener an einer NC-Maschine nur noch in relativ geringem Ausmaß den Arbeitsablauf und seine Geschwindigkeit beeinflussen kann.

¹⁾ Ein besonders deutliches Beispiel, das diesen Zusammenhang illustriert, ist der Fall eines Reparaturfacharbeiters, der die Einsatzfähigkeit der NC-Maschinen dadurch aufrecht erhielt, daß er auf eigenes Risiko und gegen bestehende betriebliche Anordnungen ein eigenes kleines Lager für die wichtigsten Ersatz- und Verschleißteile der elektronischen Steuerungen aufbaute. Auf diese Weise konnten Schäden sehr viel schneller behoben werden, als es der "offizielle" Ablauf ermöglicht hätte.

Der Maschinenbediener an einer NC-Maschine hat keine Einflußmöglichkeiten auf die Hauptzeiten der Bearbeitung des Werkstückes, da der Arbeitsablauf nicht nur in seinen einzelnen Arbeitsschritten, sondern auch in seinem Tempo vorprogrammiert ist. Beeinflußbar sind nur die sog. Nebenzeiten d.h. die Zeiten für das Einrichten der Maschine, für den Werkstückwechsel und den Spannvorgang und teilweise für den Werkzeugwechsel, der jedoch bei einer ganzen Reihe von NC-Maschinen ebenfalls vorprogrammiert und über den Datenträger gesteuert wird.

Generell läßt sich sagen, daß mit zunehmender Stringenz und Verfeinerung der Arbeitsorganisation und mit zunehmender technischer Komplexität und Perfektionierung der Maschinen selbst die Einflußmöglichkeiten der Maschinenbediener auch auf die Nebenzeiten abnehmen. Die Entlohnung der Bedienungsleute nach Akkord wird daher in Frage gestellt. Im Zuge umfassender Prozesse der Rationalisierung und Mechanisierung in den Fertigungsabteilungen gilt dies keinesfalls nur im Hinblick auf die NC-Maschinen, tritt jedoch bei der Einführung dieser neuartigen Fertigungsmittel besonders deutlich zutage.

Auf der anderen Seite sprechen eine Reihe von Gründen gegen das Abgehen von der Akkordentlohnung:

- o Eine Umstellung der bestehenden Entlohnungssysteme erfordert einen Aufwand, der aufgrund der zumeist geringen Zahl von Arbeitskräften an NC-Maschinen als nicht lohnend erscheint.
- o Eine von der jeweils üblichen Entlohnungsform abweichende Entlohnung der Bedienungsleute an NC-Maschinen wird wegen der häufigen Versetzungen der Bedienungsleute zwischen NC-Maschinen und konventionellen Werkzeugmaschinen als problematisch angesehen; es soll sichergestellt sein, daß die Umsetzungsmöglichkeiten zwischen numerisch gesteuerten und konventionellen Werkzeugmaschinen nicht durch unterschiedliche Verdienstchancen für die Bedienungsleute behindert werden.
- o Bei der weitgehenden Integration der NC-Maschinen in konventionelle Fertigungsbereiche ist darauf zu achten, daß keine Ungleichheiten in der Entlohnung zwischen den Bedienungsleuten an konventionellen und numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen entstehen.

- o Aufgrund der in der Regel bei NC-Maschinen sehr hohen Maschinenstundensätze fallen die Lohnkosten weniger ins Gewicht, sodaß auch ein "zu hoher" Lohn der Maschinenbediener aufgrund der Beibehaltung des Lohnsystems in Kauf genommen werden kann. Dem steht ein Teil der vorher genannten Gründe und Erwägungen entgegen.

Da die Leistungsentlohnung nach einem Akkordsystem die vorherrschende Form der Entlohnung in den für die Einführung von NC-Maschinen in Frage kommenden Produktionsbereichen der Industriebetriebe ist, wirken die genannten Fakten daraufhin, daß eine solche Entlohnungsform auch für die Bedienungsleute an den NC-Maschinen beibehalten wird.

Die Möglichkeit, überhaupt von der Leistungsentlohnung bei den Bedienungsleuten für NC-Maschinen abzugehen, wird vielfach deshalb nicht realisiert, weil einerseits gerade der überdurchschnittlich hohe Maschinenstundensatz einen optimalen Einsatz dieser Maschinen erforderlich macht, auf den - neben einer guten Kapazitätsplanung und der Belegung der Maschine mit "richtigen" oder "optimalen" Programmen - auch der Maschinenbediener Einfluß hat, und andererseits davon ausgegangen wird, daß die betriebliche Erfahrung gezeigt habe, "daß die Leistung bei der Ausführung der Arbeiten im Zeitlohn geringer ist, als im Leistungslohn mit meßbaren Bezugsgrößen."¹⁾

Darüberhinaus spielt eine Rolle, daß der tariflich vorgesehene Zeitlohn im allgemeinen nicht ausreicht, eine Bezahlung, die der der Akkordarbeiter entspricht, zu erreichen. Es wäre daher ohnehin eine Aufstockung notwendig, die - nach den Vorstellungen in vielen Betrieben - einen Leistungsbezug aufweisen sollte.

In der Praxis zeigen sich die folgenden Formen der Entlohnung für das Bedienungspersonal an NC-Maschinen:

- o es wird ein Festlohn bezahlt;

¹⁾ Arn, Ernst, Leistungslohn - und Auszahlungsarten für das Personal im Stunden- und Monatslohn, Schweizerische Arbeitgeberzeitung, 8. Februar 1968, S. 112

- o die Entlohnung erfolgt nach dem Zeitlohnsystem, wobei der tariflich garantierte Stundenlohn vielfach aufgestockt wird, teilweise mit Leistungszulagen auf der Grundlage der Leistungsbewertung;
- o es wird ein Akkordlohn bezahlt - wobei es sich, aufgrund der vielfach nur geringen Einflußmöglichkeiten des Bedienungspersonals auf den Arbeitsablauf, teilweise nur formal um eine Akkordentlohnung handelt, da sich tatsächlich kaum Schwankungen in den erreichbaren Stundensätzen ergeben;
- o die Bezahlung der Bedienungsleute erfolgt nach einem Prämienlohnsystem, das eine andere Form der Leistungsentlohnung darstellt, wobei sich ebenfalls in unterschiedlichem Ausmaß tatsächliche Schwankungen in der Entlohnung ergeben.

Tabelle 26 zeigt, welche Form der Entlohnung im Rahmen der in der Intensiverhebung untersuchten Betriebe jeweils angewendet wird.

Daraus geht hervor, daß der Festlohn bei der Bezahlung der Bedienungsleute kaum eine Rolle spielt; es sind nur einige wenige Betriebe und insgesamt nur 2% aller in den untersuchten Betrieben als NC-Maschinen-Bedienungsleute Beschäftigten, bei denen diese Form der Entlohnung angewandt wird.

Von größerer Bedeutung ist bei den untersuchten Betrieben die Entlohnung nach einem Zeitlohnsystem: etwa ein Drittel der Facharbeiter und etwa ein Fünftel der Angelernten aller erfaßten NC-Maschinen-Bedienungsleute stehen im Zeitlohn.

Tabelle 26: ART der Entlohnung des NC-Maschinen-Bedienungspersonals

Art der Entlohnung	Bedienungspersonal insgesamt					
	Facharb.		Angel.		insges.	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Zeitlohn	136	37	59	21	195	30
Festlohn	11	3	-	-	11	2
Akkordlohn	155	42	98	35	253	39
davon "ohne Schwan- kung"	<u>85</u>	<u>23</u>	<u>42</u>	<u>15</u>	<u>127</u>	<u>20</u>
Prämienlohn	66	18	123	44	189	29
davon "ohne Schwan- kung"	<u>29</u>	<u>8</u>	<u>90</u>	<u>32</u>	<u>119</u>	<u>18</u>
insgesamt	368	100	280	100	648	100

Das verbreitete Entlohnungsverfahren ist auch bei dem NC-Bedienungspersonal die Akkordentlohnung: etwa zwei Fünftel der Facharbeiter und etwas mehr als ein Drittel der Angelernten aus dem Bedienungspersonal der untersuchten Betriebe wird im Akkord bezahlt. Bei näherer Untersuchung zeigt sich allerdings, daß bei mehr als der Hälfte das Akkordsystem wohl mehr formale Bedeutung hat: es wurde jeweils angegeben, daß sich praktisch keine leistungsabhängigen Schwankungen in den Stundensätzen ergeben.

Obwohl der Prämienlohn häufig als die geeignetste Entlohnungsform für das NC-Maschinen-Bedienungspersonal propagiert wird¹⁾, spielt diese Entlohnungsform in der Praxis eine relativ geringe Rolle; weniger als ein Fünftel der erfaßten Facharbeiter, mehr als zwei Fünftel aller erfaßten Angelernten werden nach einem Prämienlohnsystem bezahlt. Das Prämienlohnsystem ist vor allem in Betrieben mit mehreren NC-Maschinen eingeführt. Ähnlich wie bei der Bezahlung nach dem Akkordsystem ergibt sich auch hier, daß in etwa der Hälfte der Fälle praktisch keine leistungsabhängigen Schwankungen in der Höhe des Stundensatzes auftreten.

¹⁾ Vgl. z.B. VDI-Lehrgangshandbuch - BW 04 - 08 - 15: F. Hanke, Probleme der Arbeitsvorbereitung beim Einsatz von NC-Maschinen, S. 9 ff.

Nur in einer Minderheit von etwa einem Viertel der untersuchten Betriebe wird den NC-Maschinen-Bedienungsleuten ein "echter" Leistungslohn mit Schwankungen in den Stundensätzen bezahlt, wobei das auch in der konventionellen Fertigung übliche Akkordsystem den Vorrang hat. In allen anderen Fällen - mit einigen wenigen Ausnahmen, in denen Festlohn bezahlt wird - werden die Bedienungsleute praktisch im Zeitlohn bezahlt, wobei jedoch vielfach formal nach einem Akkord- bzw. Prämienlohnsystem vorgegangen wird. Dabei ist der Anteil derjenigen, bei denen praktisch feste Stundensätze vorliegen, bei den Facharbeitern etwas höher als bei den angelernten Bedienungsleuten.

Tabelle 27 bringt eine Gegenüberstellung der angewandten Entlohnungssysteme bei NC-Maschinen und bei konventionellen Werkzeugmaschinen. Daraus geht hervor, daß die Bedienungsleute an konventionellen Werkzeugmaschinen ganz überwiegend (in etwa sieben von zehn Betrieben) in Akkord arbeiten; daneben spielt der Zeitlohn noch eine gewisse Rolle, während Festlohn und Prämienlohn als Entlohnungssysteme für Maschinenbediener von untergeordneter Bedeutung sind. Wenn die Bedienungsleute an konventionellen Werkzeugmaschinen in Zeit- oder Prämienlohn arbeiten, werden für die Bedienungsleute an NC-Maschinen abweichende Entlohnungssysteme verwendet werden.

Tabelle 27: Entlohnungssysteme beim Betriebspersonal konventioneller und numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen

Entlohnung der Bedienungsleute an NC-Maschinen	Zeitlohn		Festlohn		Entlohnung d. Bedienungsleute an konventionellen Werkzeugmaschinen						insges.	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Zeitlohn	12	14	-	-	18	21	1	1	2	2	33	37
Festlohn	-	-	1	1	3	3	-	-	-	-	4	4
Akkordlohn	1	1	1	1	36	40	-	-	1	1	39	44
Prämienlohn	1	1	-	-	7	8	5	6	-	-	13	15
insgesamt	14	16	2	2	64	72	6	7	3	3	89	100

Anders ist dagegen das Bild bei der großen Gruppe derjenigen Betriebe, die ihr Bedienungspersonal an konventionellen Maschinen im Akkord entlohnen. Zwar behält mehr als die Hälfte dieser Betriebe, zumindest formal, auch für die Arbeitskräfte an NC-Maschinen die Akkordentlohnung bei, im übrigen zeigt sich jedoch hier die Tendenz, das NC-Maschinen-Bedienungspersonal abweichend vom üblichen Entlohnungssystem in Zeit- oder Prämienlohn zu bezahlen. Der Zeitlohn spielt dabei gegenüber dem Prämienlohn bisher die größere Rolle.

Neben der Anwendung eines vom üblichen Entlohnungssystem (zumeist Akkordentlohnung) abweichenden Entlohnungssystems für die NC-Maschinen-Bedienungsleute besteht grundsätzlich die Möglichkeit, das gesamte Entlohnungssystem so abzuändern, daß keine besonderen Schwierigkeiten bei der Entlohnung des NC-Maschinen-Bedienungspersonals auftreten. Da solche Umstellungen jedoch erheblichen Aufwand erfordern, erfolgen sie offensichtlich selten.

Mit der zu erwartenden Zunahme technisch-organisatorischer Rationalisierungen im Bereich der Einzel- und Kleinserienfertigung dürfte sich - nach dem heutigen Stand der Diskussion unter Fachleuten - langfristig in diesen Bereichen der Industrie eine Form der Prämienentlohnung durchsetzen, die aufgrund der Vielzahl und Komplexität möglicher Berechnungssysteme wahrscheinlich eine Reihe betrieblicher Variationen aufweisen wird. Die Einführung der NC-Technologie fördert Tendenzen in dieser Richtung und löst vielleicht in manchen Fällen auch Umstellungen im Entlohnungssystem aus.

9. Zusammenfassung

Als Charakteristikum der Einführung der NC-Technologie zeigt sich das anfängliche Zögern der deutschen Industrie, diese in den USA unter anderen Bedingungen gemachte "Erfindung" anzuwenden. Manche Informationen sprechen dafür, daß bei bestimmten Großbetrieben der Investitionsgüterindustrie unter Anwendungsgesichtspunkten schon ein Interesse an der neuen Technologie bestand, ehe dies bei den meist mittelgroßen Unternehmen der Werkzeugmaschinenindustrie der Fall war, die später NC-Maschinen herstellten.¹⁾

Mit etwa fünf bis zehn Jahren Abstand gegenüber den USA breiteten sich dann jedoch die NC-Maschinen in den relevanten Bereichen der Investitionsgüterindustrie der Bundesrepublik relativ rasch aus. Mehr und mehr konnten die Anwender auf Maschinen und Steuerungen inländischer Produktion zurückgreifen; entsprechend ging die Importquote zurück. Darüber hinaus konnte die Werkzeugmaschinenindustrie zunehmend NC-Maschinen auch exportieren, nicht zuletzt auch in die USA.

An diesem gesamten Innovationsprozeß beeindruckt das enge Zusammenspiel zwischen Hersteller- und Verwenderbetrieben. In der Anfangsphase bestand häufig eine enge Kooperation bei Entwicklung und Konstruktion einer neuen Maschine; auch später wurden oft "maßgeschneiderte" Maschinen geliefert, wobei deren Herstellung allmählich durch die Anwendung des Baukastenprinzips erleichtert und rationalisiert wurde.²⁾ Dies gibt einen ersten Hinweis auf die komplexe Struktur des Innovationsprozesses, der hier nicht einfach in der Herstellung und Verbreitung eines neuen technologischen Fertigungsmittels durch die Produzenten besteht, sondern in dem besonders die großen industriellen Anwenderbetriebe eine wichtige Rolle spielen.

- 1) Dieses anfängliche Zögern gegenüber der Aufnahme der NC-Technologie im Werkzeugmaschinenbau ist besonders auch deshalb bemerkenswert, weil die Bundesrepublik der größte Hersteller und mit Abstand der größte Exporteur von Werkzeugmaschinen in der Welt ist. Vgl. die Auswertung einer Statistik für 1972 der amerikanischen Fachzeitschrift "American Machinist" in Frankfurter Zeitung, Blick durch die Wirtschaft, 16. Jg. Nr. 111 vom 14. Mai 1973, S. 1
- 2) Gerade das Angebot einer großen Typenvielfalt eröffnete den deutschen Herstellern Marktchancen in den USA, da für das dortige Angebot ein höherer Standardisierungsgrad kennzeichnend ist.

Ergebnis dieser Entwicklung ist eine außerordentliche Vielfalt der in der Bundesrepublik eingesetzten NC-Maschinen. Dies gilt nicht nur bezüglich Maschinentypen, Steuerungsarten, technologischer Komplexität u.ä.m., sondern zeigt sich z.B. auch in Bezug auf die typischen Werkstücke, Programmdurchlaufzeiten und Losgrößen. Flexibilität und Anpassungsfähigkeit der NC-Technologie an Bearbeitungsprozesse unterschiedlichsten Art werden hier deutlich, es ergibt sich ein außerordentlich breiter Variationsspielraum in den Anwendungsmöglichkeiten.

Zweites wichtiges Charakteristikum des Innovationsprozesses ist das schrittweise Vorgehen der Betriebe bei der Einführung von NC-Maschinen. Häufig werden in größeren Zeitabständen nacheinander einzelne Maschinen zum Einsatz gebracht. Die Entwicklung beginnt mit einfachen, punktgesteuerten Maschinen, erst allmählich findet der Übergang zur Strecken- und Bahnsteuerung statt und steigert sich die maschinen- und steuerungstechnische Komplexität. Dies ist insbesondere deshalb bemerkenswert, weil die Lösung sehr komplexer Bearbeitungsprobleme Ausgangspunkt für die "Erfindung" der NC-Technologie in den USA gewesen war.

Entsprechend haben sich Erwartungen nicht erfüllt, die vor allem in sehr komplexen, hoch automatisierten Maschinen, wie den in vielen Achsen gesteuerten Bearbeitungszentren den typischen Anwendungsfall der NC-Technologie sahen; quantitativ spielen diese Maschinen auch heute noch kaum eine Rolle.

Noch geringere Bedeutung haben in der praktischen Anwendung der NC-Technologie die schon sehr bald von der Fachwissenschaft erarbeiteten Modelle einer über Prozeßrechner gesteuerten integrierten Fertigung mit einer größeren Zahl einander zuarbeitender Werkzeugmaschinen verschiedener Art. Während der Untersuchungsarbeiten sind nur vereinzelt Beispiele bekannt geworden, bei denen ein solcher "großer Einstieg" in die NC-Technologie erprobt wurde. Der Aufbau völlig neu konzipierter geschlossener Fertigungssysteme kann jedoch keinesfalls als typisch für die Aufnahme der NC-Technologie in der

deutschen Industrie angesehen werden.¹⁾

Typisch für die Integration der neuen Technologie scheint vielmehr eine Art "Minimierungsstrategie" der Betriebe. Sowohl die technologische Vielfalt der eingesetzten Maschinen, als auch eine ganze Reihe anderer Begleiterscheinungen ihres Einsatzes sprechen dafür, daß die Anwendung der NC-Technologie zunächst unter möglichst großer Anpassung an das bestehende Produktionssystem erfolgt, daß Veränderungen der bestehenden organisatorischen und kooperativen Strukturen möglichst gering gehalten werden. Das von der Technologie her grundsätzlich gegebene Rationalisierungspotential wird bei diesem Vorgehen zumindest "im ersten Anlauf" nicht ausgenutzt; es bleibt jedoch als Einflußfaktor künftiger technisch-organisatorischer Veränderungen bestehen.

Gerade die Flexibilität der Anwendungs- und Einsatzmöglichkeiten der NC-Maschinen bietet hier relativ großen Spielraum für solche wechselseitige "Anpassung" von neuer Technologie und bestehendem betrieblichen System.

Die spezifische Art des Eindringens elektronischer Datenverarbeitung in die Fertigungstechnik auch im Bereich der Einzel- und Kleinserienfertigung - darum handelt es sich bei der Anwendung der NC-Technologie vorwiegend - ist möglicherweise als prototypischer Fall für die Integration neuer, flexibler, d.h. in ihren Anwendungsmöglichkeiten nicht eindeutig determinierter Technologien in bestehende Produktionsprozesse und -systeme anzusehen.

So sind beispielsweise in einem ganz anderen Bereich, nämlich bei der Anwendung der Computertechnik im Krankenhaus, ebenfalls großangelegte Modelle einer integrierten Informationsverarbeitung und Prozeßsteuerung entwickelt worden, die jedoch nach bisherigen Erfahrungen an der Realität scheiterten und daher Strategien weichen mußten, die ein schrittweises Vorgehen unter jeweils größtmöglicher Anpassung an die je gegebenen technischen, organisatorischen und sonstigen sozialen

1) Die in der Fachliteratur häufiger diskutierte Forderung, das Rationalisierungspotential der NC-Technologie durch die Erstellung neuer Betriebe oder Betriebsteile "auf der grünen Wiese" zu aktivieren, hat in der Realität kaum Niederschlag gefunden. Vielleicht mit der Ausnahme eines Betriebes, der dem Untersuchungsteam nicht zugänglich war, ist eine solche Vorgehensweise nicht bekannt geworden.

Bedingungen vorsehen.¹⁾

Die Ergebnisse der Untersuchung verweisen darauf, daß es sich bei Innovationen der untersuchten Art um sehr komplizierte und durchaus nicht einseitige Prozesse der Auseinandersetzung der je unterschiedlichen betrieblichen Gegebenheiten mit den neuen technologischen Möglichkeiten handelt. Daraus ergibt sich, daß die Frage nach den "Auswirkungen" der Einführung neuer technologischer Mittel oder Verfahren wesentlich zu kurz greift; daraus erklären sich z.T. Schwierigkeiten der vorliegenden Untersuchung, Veränderungen im organisatorischen und personellen Bereich als "Folgen" der Einführung der NC-Technologie festzustellen.

Im Einzelfall läßt sich häufig nicht genau ermitteln, welche Veränderungen auf die neue Technologie, welche auf andere Ursachenfaktoren zurückzuführen sind. Versucht man über den Einzelfall hinauszugehen, stellt man scheinbar widersprüchliche Veränderungen und Entwicklungstendenzen fest, die sich nur mit den unterschiedlichen Ausgangsbedingungen erklären lassen oder damit, daß der Prozeß der Integration der NC-Technologie unterschiedlich weit fortgeschritten ist.

Entsprechend vielfältig sind heute die technischen, fertigungsorganisatorischen und kooperativen Strukturen der Arbeit mit NC-Maschinen. Bei der Analyse des Umfangs und der Struktur des Personaleinsatzes an NC-Maschinen und für Programmierarbeiten, wie der Kooperationsformen fiel die außerordentlich hohe Variation von Betrieb zu Betrieb auf, die nicht allein durch die je gegebenen Besonderheiten der maschinellen Ausstattung erklärt werden konnte. Den Betrieben steht also offensichtlich eine außerordentlich große Bandbreite offen, innerhalb der sie unter verschiedenen "Lösungen" der organisatorischen und personellen Gestaltung der Arbeit mit der neuen Technologie wählen können.

1) Vgl. Wersig, Gernot: Das Krankenhausinformationssystem (KIS), Überlegungen zu Strukturen und Realisationsmöglichkeiten integrierter Krankenhausinformationssysteme, Pullach 1971 und Kreuz, Dieter W.: EDV im Krankenhaus, unveröff. Arbeitspapiere auf der Grundlage von Fallstudien in Krankenhäusern, München 1973

Die Minimierungsstrategie der Betriebe führt dazu, daß zumindest die erste längere Phase der Einführung der NC-Technologie, die durch die Untersuchung erfaßt wurde, verhältnismäßig entlastet verläuft, ohne den Arbeitsmarkt und die betroffenen Arbeitskräfte allzu sehr mit großem Veränderungsdruck zu konfrontieren.

Aus rein quantitativer Sicht spricht vieles dafür, daß die Einführung von NC-Maschinen insgesamt mit einer sehr geringen Zahl von Personalbewegungen verknüpft war, seien es Frei- oder Umsetzungen, seien es Neueinstellungen. Innovationsbedingte Entlassungen kamen praktisch nicht vor. Der Arbeitsmarkt wurde also nur in sehr geringem Maße in Anspruch genommen; stärkere Veränderung in der Qualifikationsstruktur einzelner Betriebe blieben in der Einführungsphase aus; ausgesprochene Verschlechterungen der Arbeitssituation einzelner Arbeitskräfte dürften eher Ausnahmen geblieben sein.

Aus qualitativer Sicht beeindruckt eher die Kontinuität, denn der Wandel, der an einzelne Arbeitskräfte, wie an das betriebliche Kooperationsgefüge gestellten Anforderungen. Die organisatorische Eingliederung der neuen NC-Maschinen in den einzelnen Betrieben, die Gestaltung des arbeitsteiligen Produktionsprozesses mit der neuen Technologie wird stark durch die jeweiligen besonderen betrieblichen und personellen Gegebenheiten mitbestimmt, mit der Folge sehr unterschiedlicher "Lösungen" selbst bei ähnlichen Produktionsmitteln und -inhalten.

Die Rekrutierung der Arbeitskräfte für die neuen Arbeitsplätze erfolgte ganz überwiegend innerbetrieblich, ausgehend von vorhandenen Qualifikationen. Die notwendig werdenden Qualifizierungsprozesse bauten wesentlich auf diesen auf. Die Verschiebungen in der Qualifikationsstruktur der Arbeitskräfte blieben in recht engen Grenzen: dort, wo zuvor in der Fertigung vorwiegend Facharbeiter eingesetzt waren, überwiegt auch nach der Umstellung qualifiziertes Personal - sei es im Einsatz als Einrichter, Bedienungskraft oder Programmierer. Dies deutet darauf hin, daß die Betriebe bei der Wahl ihrer personellen und arbeitsorganisatorischen "Strategien" sich nicht zuletzt auch an dem vorhandenen Qualifikationspotential orientiert haben, d.h. daß auch personelle Gegebenheiten wesentliches Moment im Ablauf des Innovationsprozesses darstellen.

In einem der wichtigsten Anwendungsbereiche von NC-Maschinen, Maschinenbaubetrieben mit Einzel- oder Kleinserienfertigung, heißt dies auch heute noch: Beibehaltung relativ dezentralisierter Kooperationsformen mit einem verhältnismäßig geringen Grad formalisierter organisatorischer Fixierungen. Rückgrat solcher Kooperations- und Produktionsformen war in der deutschen Industrie in der Vergangenheit der Facharbeiter, auch unter den "neuen" Produktionsbedingungen, so hat sich gezeigt, kommt ihm diese Bedeutung zu. Unter diesem Aspekt erklärt sich auch die Tendenz einzelner Betriebe, das zur Verfügung stehende Potential an Facharbeitern selbst nach der Umstellung nicht nur in den sekundären Produktionsprozessen (Programmieren, Fertigungssteuerung etc.) einzusetzen, sondern soweit möglich auch weiterhin in der Fertigung selbst zu beschäftigen, selbst wenn dadurch die ursprüngliche Zielsetzung der "Einsparung" von qualifizierten Arbeitskräften in den Hintergrund gedrängt wird. Die NC-Technologie reiht sich in dieser Hinsicht in andere technisch-organisatorische Veränderungen innerhalb der industriellen Produktion ein, die zumindest teilweise für den bestehenden Facharbeitermangel verantwortlich sind, und damit selbst wiederum einen der Bestimmungsfaktoren für den generellen Einführungsprozeß der NC-Technologie darstellen.

Diese Befunde sind auf dem Hintergrund der Eigenart der neuen Technologie, die durch ihre besondere Flexibilität einer solche unauffälligen Eingliederung entgegenkam, zu sehen, wie dem allmählichen, schrittweisen Prozeß dieser Einführung in den meisten Betrieben und nicht zuletzt in den konjunkturellen Bedingungen der relevanten Industriebereiche der Bundesrepublik während der vergangenen zehn Jahre. Insbesondere die Lage auf dem Arbeitsmarkt, die hier während der gesamten Periode nahezu generell durch Arbeitskräftemangel gekennzeichnet war, spielte eine wichtige Rolle; sie spiegelt sich bezeichnenderweise auch in den betrieblichen Intentionen, die mit der Einführung und Beschaffung von NC-Maschinen verbunden waren. Zweifellos hätte sich unter personalpolitischen und sozialen Aspekten der Prozeß wesentlich anders dargestellt, wenn er in einer Periode der Unterbeschäftigung abgelaufen wäre.

Andererseits kann die Einführung einer technischen Neuerung als Initialzündung für bzw. als Beschleuniger von Entwicklungen wirken, die ohnehin zu erwarten bzw. bereits in Gang sind und Auswirkungen haben, die weit über das unmittelbare Einsatzfeld der technischen Neuerung hinausreichen. So ist beispielsweise zu erwarten, daß die Einführung von NC-Maschinen die Tendenzen zur Aufstellung einer Teileanalyse (Systematik der im Betrieb gefertigten Werkstücke) oder einer generellen Werkzeugkartei für alle Werkzeugmaschinen fördert, den Aufbau einer zentralen Fertigungssteuerung beschleunigt oder bewirkt, daß die Frage nach der leistungsgerechten Entlohnung neu gestellt wird und generelle Veränderungen des Entlohnungssystems in Gang kommen. Das Veränderungspotential, das die Einführung der NC-Technologie im Hinblick auf das jeweils bestehende System betrieblicher Produktion beinhaltet, ist grundsätzlich als außerordentlich breit anzusehen.

Solche sekundären Rationalisierungsprozesse dürften stärkere Auswirkungen auf die betriebliche Beschäftigungs- und Kooperationsstruktur haben, wobei allerdings auch hier, zumindest in den ersten Jahren, das Problem des Mangels an qualifizierten Fachkräften weiter im Vordergrund stehen wird. Die sekundären Rationalisierungsprozesse führen zu einer beträchtlichen Ausweitung der der Produktion vor- und nachgeordneten Tätigkeiten (Fertigungssteuerung, Programmierarbeiten etc.). Diese Positionen werden aber zum großen Teil mit ehemaligen Facharbeitern besetzt. Es entsteht also zunächst ein zusätzlicher Bedarf an Fachkräften, dem die aus der Produktion freigesetzten Facharbeiter gegenüberstehen.

Inwieweit die Einführung von NC-Maschinen zu negativen Auswirkungen für einzelne Gruppen von Arbeitskräften geführt hat bzw. führen wird und wieweit in Zukunft spezifische Belastungen des Arbeitsmarktes zu erwarten sind, ist nicht allgemein zu beantworten.

Relativ unproblematisch stellte sich die Situation in der ersten Phase der Aufstellung einzelner NC-Maschinen dar. Soweit es überhaupt zu Freisetzungen kommt, bleiben sie quantitativ doch in so engen Grenzen, daß sie kaum überhaupt bis zum Arbeitsmarkt durchschlagen und auch negative Auswirkungen für einzelne Arbeitskräfte innerbe-

trieblich aufgefangen werden können. Für Facharbeiter dürfte dies selbst dann noch gelten, wenn keine Vollbeschäftigung herrscht, da Betriebe auch dann noch meist die Politik verfolgen, Fachkräfte nach Möglichkeit zu halten.

Stärkere Auswirkungen sind dort zu erwarten, wo in einem Betrieb eine größere Zahl von NC-Maschinen aufgestellt wird und damit der Druck, das technologisch gegebene Veränderungspotential auszunutzen, stärker wird. Insbesondere in Betrieben mit mehr als zehn NC-Maschinen nimmt der Anteil der angelernten Arbeiter an Bedienungspersonal stark zu, kann also eine größere Zahl von Facharbeitern im eigentlichen Produktionsbereich freigesetzt werden. Selbst hier dürften jedoch zunächst negative Auswirkungen für die Arbeitskräfte tendenziell durch eine Reihe von Umständen vermindert werden:

- o Die verminderte Beschäftigung von Facharbeitern ist in aller Regel weniger eine Konsequenz einer aktiven, z.B. auf die Verminderung der Lohnkosten gerichteten, Beschäftigungspolitik, als vielmehr eine Reaktion auf den bestehenden Facharbeitermangel. Allerdings steht zu erwarten, daß der erfolgreiche Einsatz von Angelernten als Bediener von NC-Maschinen - unter entsprechenden arbeitsorganisatorischen Bedingungen - langfristig dazu führen wird, daß Facharbeiter für diese Positionen von vornherein nicht mehr gesucht werden.
- o Weiter eröffnen sich durch den Einsatz von NC-Maschinen für den qualifizierten Facharbeiter neue Möglichkeiten von der Position des Maschinenbedieners, die er in der konventionellen Fertigung vorwiegend einnimmt, aufzusteigen in die Position des Einrichters oder auch des Programmierers. Der Einsatz der NC-Technologie wird selbst zu einem derjenigen Faktoren innerhalb der Entwicklung der betrieblichen Produktionsorganisation, die dahin wirken, daß die traditionelle Maschinenbedienertätigkeit für qualifizierte Facharbeiter mehr und mehr zu einem Durchgangsstadium im innerbetrieblichen "Aufstieg" wird, der - zumindest teilweise - aus der Werkstatt heraus in eine Bürotätigkeit führt.

Im gesamten Umstellungsprozeß spielt die Weiterqualifizierung der an den neuen Produktionsverfahren eingesetzten Arbeitskräfte eine erhebliche Rolle. Umso erstaunlicher erscheint es daher, daß von Seiten der Verwenderbetriebe der NC-Technologie kaum Anstrengungen unternommen wurden, die Um- oder Weiterqualifizierungsprozesse systematisch zu planen und ihre Durchführung formal zu organisieren. Auch hierfür liegt zweifellos eine der Ursachen in der spezifischen Art der NC-Technologie und der damit verbundenen Form der sukzessiven Einführung einzelner NC-Maschinen; diese führt dazu, daß Qualifikationsanpassungen jeweils nur bei einzelnen Arbeitskräften notwendig werden und mehr oder weniger informelle Einweisungen am Arbeitsplatz als ausreichend erscheinen.

Ein weiterer Punkt liegt im hohen Differenzierungsgrad der Anwendungen der NC-Technologie sowie im raschen Tempo ihrer technischen Weiterentwicklung, die tendenziell dazu führen, daß das technologische know-how bei den Verwenderbetrieben jeweils nur in genereller, für die Durchführung von Schulungsmaßnahmen nicht ausreichender Form vorhanden ist. Dadurch verlagert sich ein beachtlicher Teil der Lösung des personalpolitischen Problems der Weiterqualifizierung der Arbeitskräfte aus den Verwenderbetrieben der neuen Technologie heraus zu den Herstellern und wird zu einem Teil ihres "soft-ware"-Angebots. Diese Entwicklung zeigt nur in solchen Großbetrieben eine leicht rückläufige Tendenz, in denen sich aufgrund einer sehr breiten Anwendung der NC-Technologie entsprechende technisch-organisatorische Erfahrungen kumulieren.

Insgesamt wurde jedoch ein - angesichts der Komplexität der technologischen Entwicklung - erstaunlicher Mangel an Institutionalisierung der Qualifizierungsprozesse deutlich, der zusammen mit dem weitgehenden Fehlen einer systematischen Personalplanung und -auswahl die Schlussfolgerung zuläßt, daß die Betriebe der Problematik personeller Umstellungen im Zuge der Einführung technischer Neuerungen relativ geringe Bedeutung zuschreiben, vielmehr von einer hochgradigen Anpassungsfähigkeit und Flexibilität ihrer Arbeitskräfte ausgehen.

Die betrieblichen Strategien der Minimierung des Aufwands auch in diesen Bereich führen dazu, daß erhebliche Teile der "Kosten" der Innovation zu Lasten der Arbeitskräfte gehen, die mit dem Problem

des Schritthalteins, mehr oder weniger allein gelassen werden. Dazu kommt, daß die zusätzlichen Qualifikationen unsystematisch erworben und nicht zertifiziert sind, d.h. in aller Regel nur im betreffenden Betrieb selbst anwendbar und zu "verkaufen" sind. Dies führt zu einer einseitig im Interesse der Betriebe liegenden starken Bindung an den jeweiligen Arbeitsplatz und hat u.U. wegen der schwierigen Ersetzbarkeit dieser spezifischen Qualifikationen eine Blockierung auch der innerbetrieblichen Aufstiegschancen zur Folge.¹⁾

Dies mag in Zukunft insbesondere für jene Gruppen von Arbeitskräften konkrete Probleme aufwerfen, die über Qualifikationsanpassungsmöglichkeiten weniger verfügen, nämlich vor allem ältere Fachkräfte, seien diese in der Produktion, in der Instandhaltung oder in nebengeordneten Bereichen, wie der Arbeitsvorbereitung beschäftigt.

¹⁾ Vgl. zum Problem betriebsspezifischer Qualifizierung allgemeiner: Böhle, Fritz und Altmann, Norbert: Industrielle Arbeit und Soziale Sicherheit, Frankfurt 1972, insbesondere S. 192ff.

A n h a n g

Untersuchungsmethoden und Untersuchungsfeld - Darstellung und Charakterisierung der durchgeführten empirischen Erhebungen

1) Die einzelnen Erhebungsschritte

Die Fragestellung der Untersuchung brachte es mit sich, daß empirische Erhebungen durchgeführt werden mußten. Unter bestehenden Zeit- und Kostenrestriktionen hatten sich diese auf zwei Problemaspekte zu konzentrieren:

- o zum einen war zu versuchen, den für Fragestellungen dieser Art empfindlichen Mangel der Industriestatistik in der Bundesrepublik - zumindest partiell - zu beseitigen und Informationen über die Breite der Rezeption dieses neuen technischen Produktionsmittels in der Industrie der Bundesrepublik zu sammeln und die Entwicklung des Einsatzes von NC-Maschinen im Zeitablauf zu klären;
- o auf der anderen Seite erforderte die sehr breite Fragestellung der Untersuchung ins einzelne gehende Analysen der Prozesse und Zusammenhänge, die der Einführung von NC-Maschinen in einzelnen Industriebetrieben vorausgehen, ihren Ablauf und die sozioökonomischen Folgeerscheinungen zu bestimmen.

Auf den ersten Problemaspekt konzentrieren sich zwei in den Jahren 1967 und 1969 durchgeführte Breiten- oder Repräsentativerhebungen; auf Informationen zum zweiten Problemaspekt waren Einzelfalluntersuchungen und Expertengespräche in Hersteller- und Verwenderbetrieben von NC-Maschinen abgestellt sowie eine im Jahre 1968 durchgeführte "Intensiverhebung" bei etwa 100 Betrieben, die bereits NC-Maschinen in ihrer Produktion eingesetzt hatten.

Ergänzt wurden diese Erhebungen durch Ausweitung der technischen, teilweise auch der betriebswirtschaftlichen Fachliteratur über NC-Maschinen, ihre Entwicklung und Verbreitung im Ausland, ihre Einsatzmöglichkeiten in den Industriebetrieben der Bundesrepublik usw. Darüberhinaus sind entsprechende Informationen über die an der Untersuchung beteiligten Techniker und Betriebswirte direkt eingeflossen und in Gesprächen mit Experten aus Verbänden und Institutionen, die über einzelne betriebliche Probleme hinaus Erfahrungen vermitteln konnten, in die Untersuchung eingegangen¹⁾.

Im einzelnen charakterisieren sich die durchgeführten Erhebungen folgendermaßen:

a) Repräsentativerhebung 1967

Diese Erhebung wurde im Oktober und November 1967 von INFRATEST-INDUSTRIA durchgeführt. Es handelte sich um eine schriftliche Breitenenerhebung mit Hilfe eines aus methodologischen Gründen knapp gehaltenen zweiseitigen Fragebogens, der an eine relativ große Stichprobe aus der Gesamtheit der Betriebe jener Industriezweige versandt wurde, die als Verwender von NC-Maschinen in Frage kamen. Angeschrieben wurden 3.150 Betriebe aus einer Gesamtheit von fast 5.000 Betrieben mit mehr als 100 Beschäftigten²⁾, wobei in erster Linie die Industriezweige Maschinenbau, Elektrotechnik und Straßenfahrzeugbau berücksichtigt wurden. Daneben sind auch Betriebe aus

1) Hinzuweisen ist hier insbesondere auf Unterlagen und Erfahrungen aus dem Verein Deutscher Maschinenbauanstalten (VDMA) in Frankfurt; auf den sogenannten "Verbraucherkreis" im Verein Deutscher Ingenieure (VDI), Düsseldorf, in dem sich zur Erörterung allgemein interessierter Fragen die Verwender von NC-Maschinen zusammengesprochen haben; schließlich wurde z.B. auch mit anderen Institutionen, die sich - wenn auch teilweise unter anderen Fragestellungen - ebenfalls mit der NC-Technologie auseinanderzusetzen hatten - Kontakt aufgenommen - so z.B. mit dem IFO-Institut für Wirtschaftsforschung, München, oder mit dem Internationalen Arbeitsamt in Genf.

2) Nach übereinstimmender Meinung der Fachleute aus der Industrie - insbesondere aus den Herstellerbetrieben - kamen 1967 Betriebe mit weniger als 100 Beschäftigten kaum als Verwender von NC-Maschinen in Frage, weshalb diese Gruppe von Betrieben bei dieser Befragung nicht berücksichtigt worden ist.

dem Schiff- und Flugzeugbau, aus der Feinmechanik, dem Stahl- und Leichtmetallbau sowie aus dem Industriezweig Ziehereien, Kaltwalzwerke, Stahlverformung angeschrieben worden.

Nach Abzug der aufgrund falscher Anschriften zurückgelaufenen und der nicht auswertbaren Fragebogen ergab sich ein Nettoansatz von 3.110 Betrieben oder 98,7% des Bruttoansatzes. Der Rücklauf betrug 1.033 Fragebogen, das sind etwa 33% des Nettoansatzes. Dies kann als eine für Untersuchungen dieser Art recht gute Rücklaufquote gewertet werden¹⁾.

b) Repräsentativerhebung und Teilerhebung 1969

Zur Feststellung der Veränderung im Bestand von NC-Maschinen seit 1967 und zur Überprüfung der Verlässlichkeit der Angaben der Betriebe über Zahl und Art der für einen Zeitraum von 2 - 3 Jahren nach der Erhebung 1967 geplanten NC-Maschinen wurde Ende des Jahres 1969 eine zweite Repräsentativerhebung durchgeführt. Mit kleineren Abänderungen wurde der gleiche Kurzfragebogen verwendet.

Angeschrieben wurden 3.119 Betriebe aus der - gegenüber 1967 - verminderten Gesamtheit von rund 4.700 Betrieben mit mehr als 100 Beschäftigten in den gleichen Industriezweigen. Der Nettoansatz betrug 3.066, die Rücklaufquote lag mit etwa 22% um einiges niedriger als in der Erhebung vor zwei Jahren.

Aufgrund der veränderten Situation im Gesamtprozeß der Einführung von NC-Maschinen wurde zusammen mit dieser Umfrage eine Teilerhebung bei Betrieben mit mehr als 50, jedoch weniger als 100 Beschäftigten durchgeführt. Im Unterschied zu den beiden anderen Breitenerhebungen war diese Teilerhebung nicht auf Repräsentativität ausgelegt; sie sollte lediglich einigen Aufschluß darüber geben, inwieweit sich die NC-Technologie inzwischen auch in Betrieben geringer Größe

¹⁾ Die wichtigsten Ergebnisse der Breitenerhebungen 1967 wurden vorab veröffentlicht; vgl. RKW-Betriebstechnische Fachberichte Nr. RB 6, "Der Einsatz numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen in der Bundesrepublik Deutschland einschl. Westberlin", Frankfurt 1968.

ausgebreitet hatte. Von den rund 2.500 im Jahre 1969 registrierten Betrieben in den in Frage kommenden Industriezweigen mit zwischen 50 und 99 Beschäftigten wurden daher nur 400 Betriebe in die Befragung einbezogen, die darüberhinaus nur aus dem für die Verwendung von NC-Maschinen wichtigsten Industriezweig, dem Maschinenbau, (Gesamtheit ca. 1.000 Betriebe mit 50 bis 99 Beschäftigten) stammten. Die Rücklaufquote betrug bei dieser Stichprobe rund 34%.

c) Intensiverhebung 1968

Eine weitere, für die gesamte Untersuchung sehr wichtige Erhebung wurde im Spätherbst 1968 ebenfalls durch INFRATEST-INDUSTRIA durchgeführt. Im Unterschied zu den Repräsentativerhebungen handelt es sich dabei um eine Befragung durch besonders geschulte Interviewer, mit Hilfe eines umfangreichen, weitgehend strukturierten Fragebogens bei fast 100 Betrieben, die NC-Maschinen im Einsatz hatten.

Zielsetzung dieser Erhebung war es, einerseits im Vergleich zu den Breiterhebungen ein sehr viel differenzierteres, die jeweils spezifische Situation des einzelnen Betriebs berücksichtigendes Informationsmaterial über Art und Einsatz vorhandener NC-Maschinen, die betriebliche Struktur, die einzelnen Produktions- und Bearbeitungsprozesse usw. zu erhalten, und andererseits die in der Regel noch detaillierteren Informationen aus Einzelfallstudien, Betriebserhebungen, Expertengesprächen usw. in gewissen Grenzen quantitativ abzusichern. Damit nimmt diese Intensiverhebung eine Zwischenstellung zwischen den Repräsentativerhebungen einerseits und den Einzelfallstudien andererseits ein.

Die im Rahmen dieser Erhebung zu erfassenden Betriebe wurden aus der Gesamtheit der Betriebe ausgewählt, die nach den Ergebnissen der Repräsentativerhebung 1967 NC-Maschinen im Einsatz hatten.

Es versteht sich von selbst, daß die Ergebnisse dieser Erhebung aufgrund der Auswahl der Betriebe keinen Anspruch auf Repräsentativität im statistischen Sinne beanspruchen können. Dies entsprach jedoch auch nicht der besonderen Absicht und Zielsetzung dieser

Intensiverhebung, die aus forschungsökonomischen Gründen ganz bewußt in dem Bereich zwischen den repräsentativen, jedoch flachen Informationen aus den Breiterhebungen und den differenzierten und gründlichen Einzelfallstudien angesiedelt worden ist.

Insgesamt wurden im Rahmen dieser Intensiverhebung Interviews in 96 Betrieben, die zum damaligen Zeitpunkt Verwender von NC-Maschinen waren, durchgeführt; 7 der zurückgelaufenen Fragebogen waren nicht auswertbar, so daß sich für die Auswertung eine Basis von 89 Fällen ergab.

d) Einzelfallstudien und Expertengespräche

Vom Beginn der Projektarbeiten im Jahre 1967 an bis zum Abschluß der Erhebungsarbeiten im Spätherbst 1969 - sowie in einzelnen Fällen noch bis zum Frühsommer 1970 - wurden zahlreiche Gespräche mit Fachleuten und Betriebspraktikern geführt, die aufgrund ihrer beruflichen Stellung mit den Problemen des betrieblichen Einsatzes der NC-Maschinen, mit Fragen der Beschaffung oder der Auswirkungen auf die betriebliche Arbeitsorganisation usw., vertraut waren.

Solche Informationsgespräche, die nach Möglichkeit jeweils mit mehreren Partnern aus einem Betrieb geführt wurden, und teilweise mit Betriebsbesichtigungen und dem Studium von NC-Maschinen in ihrem betrieblichen Einsatz verbunden waren, wurden bei drei großen Herstellern von Steuerungsanlagen, bei fünf Maschinenherstellern, - die zum größten Teil auch Verwender eigener und von anderen Firmen hergestellter NC-Maschinen sind - und in elf Verwenderbetrieben verschiedener Größe, aus verschiedenen Branchen und mit unterschiedlichem Ausmaß des Einsatzes von NC-Maschinen durchgeführt.

Noch intensivere und noch mehr ins Detail des betrieblichen Einsatzes von NC-Maschinen gehende Untersuchungen - sog. Fallstudien - wurden in vier großen Industriebetrieben, die zumeist in mehreren Produktionsbereichen NC-Maschinen in größerem Ausmaß im Einsatz hatten, durchgeführt. Auch hier ist der Versuch gemacht worden, in größeren

Zeitabständen zwei Erhebungen im gleichen Betriebsdurchzuführen, um Veränderungen im Zeitablauf feststellen zu können. Dies ist aufgrund terminlicher Schwierigkeiten nur in zwei der vier Fälle gelungen.

Tabelle 20: In den Erhebungen erfaßte Verwender-Betriebe von NC-Maschinen nach Industriezweigen und Betriebsgrößenklassen

	Verteilung des Bestandes an NC-Maschinen (Hochrechnung)		Repräsentativ-erhebungen		Intensiv-erhebung		Experten-Interviews (Hersteller u. Verwender)		Fallstudien (Verwender)	
	1967	1970	1967	1969	1968		abs.		abs.	
	%	%	%	%	%					
<u>Industriezweige</u>										
Maschinenbau	60	67	61	62	93		11		3	
Elektrotechnik	25	19	17	21	4		1		1	
Straßenfahrzeugbau	11	10	10	7	3		3		-	
Andere Investitions-güterindustrien	4	4	12	10	-		1		-	
<u>Betriebsgrößen</u>										
100 - 199	5	8	13	18	4		-		-	
200 - 499	15	18	23	27	11		1		-	
500 - 999	14	17	19	20	24		1		1	
1000 und mehr	66	57	44	35	61		14		3	
insgesamt	100	100	100	100	100		16		4	

In der gleichen Sonderserie:

Arbeiten des Instituts für sozialwissenschaftliche Forschung,
München:

bereits erschienen:

Böhle/Altmann, Industrielle Arbeit und soziale Sicherheit - Eine Studie über Risiken im Arbeitsprozeß und auf dem Arbeitsmarkt

Nuber/Krings, Abiturienten ohne Studium - Möglichkeiten und Grenzen ihres beruflichen Einsatzes

Kammerer/Lutz/Nuber, Ingenieure im Produktionsprozeß - Zum Einfluß von Angebot und Bedarf auf Arbeitsteilung und Arbeitseinsatz

im zweiten Halbjahr 1973 erscheint:

Sass/Schmidt/Weltz, Einsatz von Facharbeitern in Industriebetrieben

im ersten Halbjahr 1974 erscheinen:

Lutz, Grenzen des Lohnanreizes - Eine soziologische Analyse der technischen, sozialen und wirtschaftlichen Voraussetzungen des Leistungslohnes (überarbeitete Fassung)

Altmann/Bechtle/Düll/Schmidt, Zur Soziologie der Industriesoziologie

Anhang:

Forschungsprojekte des Instituts für sozialwissenschaftliche Forschung München (Stand 1973)

a) Buchveröffentlichungen

1. Lutz/Düll/Kammerer/Kreuz: Rationalisierung und Mechanisierung im öffentlichen Dienst - Ein Gutachten für die Gewerkschaft ÖTV, Carl Hanser Verlag, München, 1970.
2. Lutz/Kammerer: Mathematiker und Naturwissenschaftler an Gymnasien - Bedarf im Jahre 1980, Carl Hanser Verlag, München, 1970.
3. Altmann/Bechtle: Betriebliche Herrschaftsstruktur und industrielle Gesellschaft, Carl Hanser Verlag, München, 1971.
4. Düll/Sauer/Schneller/Altmann: Öffentliche Dienstleistungen und technischer Fortschritt - Eine Untersuchung der gesellschaftlichen Bedingungen und Auswirkungen von technisch-organisatorischen Veränderungen in der Deutschen Bundespost. RKW-Projekt A 82, zusammenfassender Bericht, Carl Hanser Verlag, München, 1972.
5. Altmann/Kammerer: Wandel der Berufsstruktur, (im Auftrag des RKW), Carl Hanser Verlag, München, 1970.
6. Altmann/Düll/Kammerer: Öffentliche Verwaltung - Modernisierung als gesellschaftliches Problem, Europäische Verlagsanstalt, Frankfurt, 1971, (im Auftrag des RKW).
7. Schmidt: The Industrial Enterprise, History and Society: The Dilemma of German "Industrie- und Betriebssoziologie", (Columbia University, Bureau of Applied Social Research), 1967.
8. Behring/Lutz: Auswirkungen des technischen Fortschritts auf Berufsstruktur, Berufsausbildung und Arbeitsmarkt in Bayern, in: Bayerisches Staatsministerium für Arbeit und soziale Fürsorge, Hg., Soziale Probleme der Automation in Bayern, (im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Arbeit und soziale Fürsorge), 1969.
9. Düll/Sauer: Verwaltungsmodernisierung und Politik, in: Materialien zur Verwaltungsforschung und Verwaltungsreform, hrsg. vom Verein für Verwaltungsreform und Verwaltungsforschung e.V., Bonn, 1972.
10. v. Behr/Schultz-Wild: Arbeitsplatzstruktur und Laufbahnreform im öffentlichen Dienst - Empirische Untersuchung zur Gruppierung von Arbeitsplätzen und zu Karrieremöglichkeiten des Personals in Betriebs- und Verwaltungsbereichen, Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden, 1973.

11. Lutz, u.a.: Modelluntersuchung eines geschlossenen Arbeitsmarktes am Beispiel des Wirtschaftsraumes Augsburg (Zusammenfassender Bericht), Hrsg. RKW, (s. auch unter b) 18.).

b) Hektographierte Forschungsberichte des Instituts (gelbe Reihe)

12. Lutz/Kreuz: Wochenendpendler - Eine Extremform des Erwerbsverhaltens in wirtschaftlich schwachen Gebieten, dargestellt am Beispiel Ostbayerns, (im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums), 1968.
13. Behring: Funktionsfähigkeit von Arbeitsmärkten - Kriterien zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit regionaler Arbeitsmärkte, (im Auftrag des RKW, Projekt A 59), 1969, (vergriffen).
14. Lutz/Böhle: Kündigungsvorschriften und ihre Auswirkungen - Die Auswirkungen von Kündigungsvorschriften in Gesetzen, Tarifverträgen und Betriebsvereinbarungen auf dem Arbeitsmarkt, (im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Sozialordnung), 1969, (erscheint demnächst in der Veröffentlichungsreihe der Kommission für wirtschaftlichen und sozialen Wandel).
15. Weltz: Bestimmungsgrößen der Frauenerwerbstätigkeit - Ergebnisse einer Umfrage, Text- und Tabellenband, (im Auftrag des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung), 1970.
16. Kosta/Krings/Lutz: Probleme der Klassifikation von Erwerbstätigen und Tätigkeiten - Ein Gutachten über notwendige Grundlagenforschungen und Möglichkeiten für pragmatische Verbesserungen der "Berufs"-Klassifikation, (im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Sozialordnung), 1970, (vergriffen).
17. Weltz/Schmidt: Arbeiter und beruflicher Aufstieg, (mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft), 1971.
18. Lutz, u.a.: Modelluntersuchung eines geschlossenen Arbeitsmarktes am Beispiel des Wirtschaftsraumes Augsburg, (RKW-Projekt A 44), 3 Bände.

c) Sonstige hektographierte Berichte

19. Lutz/Seyfarth: Informationen zur Situation des Jugendarbeits-schutzes, Forschungsbericht 02 - 1969 des Deutschen Jugendinstituts, (im Auftrag des Deutschen Jugendinstituts), 1969.
20. Lutz/Krings/Fleischer: Überlegungen zum Problem des "Bedarfs" an hochqualifizierten Arbeitskräften und seiner Prognose, HIS-Brief 10, (im Auftrag des Hochschul-Informations-Systems), 1970.
21. Lutz/Krings: Überlegungen zur sozioökonomischen Rolle akademischer Qualifikation, HIS-Brief 18, (im Auftrag des Hochschul-Informations-Systems), 1971.

22. Weltz: Bestimmungsgrößen des Arbeitsmarktverhaltens von Arbeitnehmern, (Forschungsbericht des RKW - Projekt A 58), 1971.
 23. Entwicklungstendenzen des Nachwuchses zum Höheren Lehramt 1967/1969, (im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Wissenschaft).
- d) Abgeschlossene oder im Abschluß stehende, noch nicht veröffentlichte Arbeiten
24. Ulrike Martiny: Zur Soziogenese von Erwerbslebenslauf und Beschäftigungsdeprivilegierung weiblicher Arbeitskräfte, (mit Förderung der Deutschen Forschungsgemeinschaft), 1971.
 25. Weltz/Pirker/Schultz-Wild: Automation und Rationalisierung - Die Einführung der numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen in der Bundesrepublik, (RKW-Projekt A 47).
 26. Lutz/Neugebauer: Vergleichende Lohn- und Gehaltsstruktur-Erhebung in ausgewählten Betrieben Deutschlands und Frankreichs, (in Zusammenarbeit mit dem Laboratoire d'Economie et de Sociologie du Travail, Aix-en-Provence, im Auftrag des Centre d'Etude des Revenues et des Coûts).
- e) Gegenwärtig im Institut laufende einschlägige Untersuchungen
27. Entwurf einer Theorie der Modernisierung der öffentlichen Verwaltung unter den Bedingungen und Anforderungen der hochentwickelten Industriegesellschaft, (mit Unterstützung der Stiftung Volkswagenwerk).
 28. Ausbildungsverhalten von Schülern in berufsqualifizierenden Bildungseinrichtungen, (im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Wissenschaft).
 29. Facharbeiter und Weiterbildung, (im Auftrag des Bundesinstituts für Berufsbildungsforschung, Berlin).
 30. Angebot an Ingenieuren und Einsatz von technischem Personal im deutschen Maschinenbau, (mit Unterstützung der Stiftung Volkswagenwerk).
 31. Formen und Prinzipien der Institutionalisierung beruflicher Bildung und betrieblicher Interessen, (im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Wissenschaft).
 32. Probleme der Institutionalisierung von Weiterbildung als Bedingung und Ergebnis betrieblicher Strategien, (mit Förderung der Deutschen Forschungsgemeinschaft).
 33. Theoretische Grundlagen sozialwissenschaftlicher Berufs- und Arbeitskräfteforschung, (Deutsche Forschungsgemeinschaft, Sonderforschungsbereich 101). Vier Projekte.